

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE TUBERIAS PARA EL  
TRANSPORTE DE AGUA POTABLE DISTRITO  
DE COLASAY – JAEN - CAJAMARCA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**Bach. LEON BANCOVICH KRISTER DINKO**

**ASESOR:**

**Ing. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:**

**NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS**

**HUANCAYO – PERU**

**2023**

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE TUBERIAS PARA EL  
TRANSPORTE DE AGUA POTABLE DISTRITO  
DE COLASAY – JAEN - CAJAMARCA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**Bach. LEON BANCOVICH KRISTER DINKO**

**ASESOR:**

**Ing. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:**

**NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS**

**HUANCAYO – PERU**

**2023**

**2**

ASESOR  
Ing. Christian Mallaupoma Reyes

## **DEDICATORIA**

A mis padres quienes me dieron vida, educación, apoyo y consejos. A mis compañeros de estudio, a mis maestros y amigos, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer esta tesis. A todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma. Para todos ellos hago esta dedicatoria.

Bach. Krister Dinko León Bancovich

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quiero agradecer a mi asesor, quien con sus conocimientos y apoyo me guio a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados que buscaba.

También quiero agradecer a la universidad peruana los andes por brindarme todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación. No hubiese podido arribar a estos resultados de no haber sido por su incondicional ayuda.

Bach. Krister Dinko León Bancovich



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**

*“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”*

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

**CONSTANCIA N° 298**

Que, el (la) bachiller: Bachilleres **KRISTER DINKO, LEON BANCOVICH**, de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, presentó la tesis denominada: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE TUBERIAS PARA EL TRANSPORTE DE AGUA POTABLE DISTRITO DE COLASAY – JAEN - CAJAMARCA”**, la misma que cuenta con **113 Páginas**, ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el **18%** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 28 de Septiembre del 2022



---

Dr. Santiago Zevallos Salinas  
Director de la Unidad de Investigación

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA  
PRESIDENTE

---

Ing. JULIO FREDY PORRAS MAYTA  
JURADO

---

Ing. NATALY LUCIA CORDOVA ZORRILLA  
JURADO

---

Ing. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA  
JURADO

---

Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA  
SECRETARIO DOCENTE

## CONTENIDO

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCION	14
CAPITULO I	16
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
1.1. Planteamiento del problema	16
1.2. Formulación y sistematización del problema	17
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problema(s) específico(s)	17
1.3. Justificación	18
1.3.1. Practica o Social	18
1.3.2. Metodológica	18
1.4. Delimitaciones	18
1.4.1. Espacial	18
1.4.2. Temporal	18
1.4.3. Económica	18
1.5. Limitaciones	19
1.6. Objetivos	19
1.6.1. Objetivo General	19
1.6.2. Objetivo(s) específico(s)	19
CAPITULO II	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes	20



2.1.1. internacionales	20
2.1.2. Nacionales	24
2.2. Marco conceptual	30
2.3. Definición de términos	53
2.4. Hipótesis	56
2.4.1 Hipótesis general	56
2.4.2 Hipótesis específica(s)	57
2.5 Variables	57
2.5.1 Definición conceptual de la variable	57
2.5.2 Definición operacional de la variable	57
2.5.3 Operacionalización de la variable	59
CAPITULO III	60
METODOLOGIA	60
3.1. Método de investigación:	60
3.2. Tipo de investigación:	60
3.3. Nivel de investigación:	60
3.4. Diseño de investigación	61
3.5. Población y muestra	61
3.5.1. La población:	61
3.5.2. La muestra:	61
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	61
3.6.1. Técnicas de recolección de datos	61
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos	61
3.7. Procesamiento de la información	62
3.8. Técnicas y análisis de datos.	62

CAPITULO IV	63
RESULTADOS	63
4.1. Datos de la zona	63
4.2. Aspectos sociales	70
4.3. Salud y saneamiento básico	74
4.4. Levantamiento topográfico	76
4.5. Cálculo de la demanda de agua de Chunchuca	86
CAPITULO V	106
CONCLUSIONES	109
RECOMENDACIONES	110
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
ANEXOS	113

## CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 sistema de distribución de flujo .....	44
Ilustración 2 perdida de carga en velocidad y presión.....	47
Ilustración 3: NIVEL NACIONAL: Mapa del Perú con Ubicación de la Región de Cajamarca.....	64
Ilustración 4: Ubicación de la provincia de Jaén en el mapa de la región Cajamarca.....	65
Ilustración 5: Ubicación del distrito de Colasay en el mapa de la provincia de Jaén. ....	65
Ilustración 6: Ubicación de las localidades de Chunchuca y Platanurco. ....	66
Ilustración 7: Localización de la zona del Proyecto (Localidades de Chunchuca y Platanurco).....	66

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 Clases de tubería PVC y máxima presión .....	35
Tabla 2 Tipos de flujos .....	43
Tabla 3 Coeficientes de C .....	49
Tabla 4: Levantamiento Topográfico .....	76
Tabla 5: Implantación de hitos.....	77
Tabla 6: Nivelación Geométrica .....	78
Tabla 7: Ángulos de la Poligonal de Apoyo-CHUNCHUCA.....	80
Tabla 8: Ángulos de la Poligonal de Apoyo-PLATANURCO .....	81
Tabla 9: Medición de distancias de la poligonal-CHUNCHUCA.....	82
Tabla 10: Medición de distancias de la poligonal-PLATANURCO.....	82
Tabla 11: Puntos Topográficos.....	84
Tabla 12: Coordenadas de los BM – CHUNCHUCA .....	84
Tabla 13: Coordenadas de los BM – PLATANURCO.....	84
Tabla 14: Vértices de la poligonal –CHUNCHUCA .....	85
Tabla 15: Vértices de la poligonal – PLATANURCO .....	86

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se planteó como problema general: ¿Cuál es el diseño del sistema de tuberías para el transporte de agua potable del distrito de Colasay – Jaén – Cajamarca-2021?, cuyo objetivo general es: Calcular el diseño del sistema de tuberías para el transporte de agua potable del distrito de Colasay – Jaén – Cajamarca-2021, y la hipótesis a contrastar: El diseño del sistema de tuberías permitirá proponer una adecuada gestión para satisfacer la futura población y la calidad del agua.

El método general de investigación es el científico, de tipo aplicada tecnológica, de nivel es explicativo-correlacional de diseño cuasi experimental; la población Está conformada por las calles de Colasay y la muestra no probabilística está conformada por la localidad de Chunchuca y platanurco.

La investigación concluyó que: El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, garantiza la dotación de agua a la población de Colasay. Cumpliendo las normativas según su tipo de diseño y un reservorio en cunchuca de  $5.23\text{m}^3$  de capacidad de almacenaje del agua y consideramos a  $10\text{m}^3$  de capacidad, y en otro reservorio que será puesto en platanurco que es más pequeño tiene la capacidad de almacenaje=  $2.52\text{m}^3$  en el cual consideraremos  $5\text{m}^3$  de acuerdo a norma en los dos casos.

**Palabras claves:** TDS, agua potable, calculo hidráulico, caudal, población futura

## ABSTRACT

The present research work is presented as a general problem: What is the design of the piping system for the transport of drinking water in the district of Colasay - Jaén - Cajamarca-2021?, whose general objective is: Calculate the design of the piping system for the transportation of drinking water in the district of Colasay - Jaén - Cajamarca-2021, and the hypothesis to be tested: The design of the piping system will allow proposing an adequate management to satisfy the future population and the quality of the water.

The general research method is scientific, applied-technological type, explanatory-correlational level of quasi-experimental design; The population is made up of the streets of Colasay and the non-probabilistic sample is made up of the towns of Chunchuca and Platanurco.

The investigation concluded that: The design of the drinking water supply system guarantees the supply of water to the population of Colasay. Complying with the regulations according to its type of design and a reservoir in cunchuca of 5.23m<sup>3</sup> of water storage capacity and we consider 10m<sup>3</sup> of capacity, and in another reservoir that will be placed in platanurco which is smaller it has the storage capacity = 2.52m<sup>3</sup> in which we will consider 5m<sup>3</sup> according to the standard in both cases.

**Keywords:** TDS, drinking water, hydraulic calculation, flow, future population

## INTRODUCCION

La presente investigación titulada: DISEÑO DEL SISTEMA DE TUBERIAS PARA EL TRANSPORTE DE AGUA POTABLE DISTRITO DE COLASAY – JAEN - CAJAMARCA, partió de la problemática:

Los hogares están provistos de agua para los consumidores a través de enlaces de la red pública, pilares de uso público, otros consumen agua de petroleros, pozos, ríos, entre los otros. Aunque tenemos innumerables países, el agua se ha convertido en un recurso gradualmente en el hogar, que es el resultado del abuso de agua y el calentamiento del planeta. Se espera que, durante 10 años, el Perú comience a sentir seriamente las consecuencias de la falta de agua. Entre los factores de desarrollo de la sociedad se encuentran los factores relacionados con la educación, la vivienda y la salud; Por lo tanto, teniendo en cuenta la mejora de la calidad de vida de los residentes; Un proyecto propuesto para mejorar el sistema de suministro de agua, beneficiará a los pobladores del distrito de Colasay – Jaén.

El abastecimiento actual de agua que reciben los pobladores del distrito de Colasay es proporcionado por camiones cisterna que recolectan de fuentes naturales (puquiales), el agua transportada es almacenados en tanques cisternas, los mismo que no reciben ningún tratamiento de potabilización para su distribución a los pobladores; un problema adicional es el costo que tienen que cubrir los pobladores.

El desarrolló de la investigación se realizó en cinco capítulos cuyos contenidos son los siguientes:

En el primer capítulo, titulado el problema de la investigación se da a conocer la formulación y sistematización del problema lo cual sirve para plantear el

problema general y específico, delimitación de la investigación, la justificación, las limitaciones y el objetivo general y específicos. Después se da conocer las delimitaciones espacial temporal y económica, así también se plantea las limitaciones de la investigación; luego se da conocer el objetivo general y los específicos

El segundo capítulo, llamado marco teórico, está referido para los antecedentes nacionales e internacionales, el marco conceptual y la definición de términos; también en este capítulo se muestra las hipótesis tanto general como específicas y para finalizar dicho capítulo se define las variables correspondientes.

En tercer capítulo nos da a conocer la metodología, el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas y/o instrumentos de recolección de datos, técnicas y análisis de datos, materiales y recursos, procedimientos de la investigación.

En el cuarto capítulo, nos explica los resultados producto de la investigación, se da a conocer los resultados del análisis y se proponen opciones de mejora, se contrasta la hipótesis general y las específicas.

En el quinto capítulo se argumenta los resultados finalizados de la presente investigación.

Para finalizar en el sexto capítulo se muestran las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Bach. Krister Dinko Leon Bancovich



## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 Planteamiento del problema**

Los hogares están provistos de agua para los consumidores a través de enlaces de la red de agua potable de uso público, otras fuentes de abastecimiento de agua son: las aguas subterráneas, ríos, entre los otros. Aunque tenemos innumerables fuentes de agua este insumo se ha convertido en un recurso escasos en muchos hogares de nuestro país, que es el resultado del abuso del desperdicio de agua y por otro lado se tiene el calentamiento global del planeta. Se espera que, durante los próximos 10 años el Perú comience a sentir seriamente las consecuencias de la falta de agua y esto agravaría la problemática de la falta de agua.

Entre los factores de desarrollo de la sociedad se encuentran los factores relacionados con la educación, la vivienda y la salud; Por lo tanto, teniendo en cuenta la mejora de la calidad de vida de los residentes; Un proyecto

propuesto para mejorar el sistema de suministro de agua, beneficiará a los pobladores de distrito de Colasay.

Según el Censo Nacional (2017): "El 49% de la vivienda del distrito de Colasay tiene agua para conectar el consumo de la red pública.

El abastecimiento actual de agua que reciben los pobladores del distrito de Colasay es proporcionado por camiones cisterna que recolectan de fuentes naturales (puquiales), el agua transportada es almacenados en tanques cisternas, los mismo que no reciben ningún tratamiento de potabilización para su distribución a los pobladores; un problema adicional es el costo que tienen que cubrir los pobladores.

En tal sentido se hace necesario desarrollar un proyecto de investigación con la finalidad de solucionar el problema de la falta de agua potable para abastecer en cantidad y calidad.

## **1.2 Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el diseño del sistema de tuberías para el transporte de agua potable del distrito de Colasay – Jaén – Cajamarca-2021?

### **1.2.2. Problema(s) específico(s)**

a) ¿Cuáles son las características del relieve topografico para el diseño del sistema de tuberías para el transporte de agua potable distrito de Colasay?

b) ¿Cuál es el resultado del cálculo hidráulico del diseño del sistema de tuberías para el transporte de agua potable distrito de Colasay?

### **1.3 Justificación**

#### **1.3.1 Practica o social**

El estudio se justifica en la parte práctica ya que con el diseño del sistema de tuberías se busca solucionar el problema de los lugares donde no llega agua potable para el consumo, los mismo que repercuten en la calidad de vida.

#### **1.3.2 Metodológica**

En la sección de metodología, el investigador utilizara sus propias metodologías para la recopilación de datos de campo y también para el procesamiento de la información; Cabe señalar que estos métodos se pueden utilizar en otras encuestas similares.

### **1.4 Delimitaciones**

#### **1.4.1 Espacial**

La investigación se proyecta desarrollar en:

Región : Cajamarca

Departamento : Cajamarca

Provincia : Jaén

Distrito : Colasay

Localidad : Chunchuca y Platanurco

#### **1.4.2 Temporal**

Se espera que el estudio se desarrolle entre diciembre y marzo de 2022.

#### **1.4.3 Económica**

Los gastos que cause el estudio ya sea en campo y laboratorio será asumida en su totalidad por el investigador.

## **1.5 Limitaciones**

Las limitaciones para el desarrollo de la presente investigación esta relacionada a la parte económica, debido que para realizar los diferentes estudios no se pudo acceder con facilidad

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo general**

Establecer el diseño del sistema de tuberías para el transporte de agua potable del distrito de Colasay – Jaén – Cajamarca-2021.

### **1.6.2 Objetivos específicos**

- a) Determinar las características del relieve topografico para el diseño del sistema de tuberías para el transporte de agua potable distrito de Colasay
- b) Efectuar el cálculo hidráulico del diseño del sistema de tuberías para el transporte de agua potable distrito de Colasay.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. internacionales**

a) Según: (Ampié Urbina & Masis Lorente, 2017), sustentó su tesis “PROPUESTA DE DISEÑO HIDRÁULICO A NIVEL DE PRE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO DE LA COMUNIDAD PASÓ REAL, MUNICIPIO DE JINOTEPE, DEPARTAMENTO DE CARAZO” en la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA– Facultad De Ciencias e Ingenierías, escuela de ingeniería Civil; con la finalidad de optar el título Ingeniero civil.

Entre los objetivos, que se alcanzaran en el presente proyecto son:

- “Proponer un diseño hidráulico a nivel de pre factibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico

en la Comunidad Paso real, Municipio de Jinotepe, Departamento de Carazo”

- “Diagnosticar las características sociodemográficas de la Comunidad Paso real, Municipio de Jinotepe, Departamento de Carazo”.
- “Proponer el diseño hidráulico a nivel de pre factibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico”.
- “Estimar los costos de obras para la ejecución del Sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico en la Comunidad Paso Real”.

Producto a esta investigación se concluye que:

- “Se diagnosticó el sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad Paso Real, esta cuenta solo con una fuente subterránea que produce 40 gpm y su vital líquido es extraído por medio de un sistema de bombeo artesanal”.
- “Se propone un diseño hidráulico que constará con un sistema Fuente-Tanque-Red, este beneficiará una población inicial de 304 habitantes con una proyección a 20 años este será de 630”. “Dicho sistema cuenta con diferentes diámetros para tener una mejor calidad en las presiones cumpliendo con la Norma técnica de agua potable para las zonas rurales, las velocidades de dicha red no cumplen con el rango estipulado en la normativa por lo que se instalaran válvulas de aire para un mejor abastecimiento”. “También se propone saneamiento básico en el diseño de letrina de hoyo seco ventilado debido a su rápida construcción y a que esta previene la acumulación de bacterias e insectos en su interior”.

- “Se estimó el costo total del sistema de abastecimiento de agua potable y letrina de hoyo seco ventilado, teniendo como base el catálogo de etapas y sub etapas del FISE, dicho costo será de C\$ 1, 592, 161.76”.

b) Según: (Mena Céspedes, 2016), sustento su tesis: “DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA EL ROSARIO DEL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA” en la UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO – Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil; con la finalidad de optar el Título de Ingeniero Civil.

Entre los objetivos, que se alcanzarán en el presente proyecto son:

- “Diseñar la red de distribución de agua potable para la parroquia El Rosario del Cantón San Pedro de Pelileo, Provincia de Tungurahua” los objetivos específicos son:
- “Reducir pérdidas de caudal en la red de distribución de agua potable con la utilización de caudalímetro”.
- “Establecer un manual de manejo para el uso de caudalímetros en la red de distribución de agua potable”.
- “Comparar los costos en la red de distribución de agua potable convencional con la red a implementar”.

Producto de su investigación concluye que:

- “El diseño del sistema de distribución de agua potable ha sido íntegramente diseñado desde la salida del tanque repartidor una distancia de 4.03km de manera que funcione al 100% durante toda su vida útil, se tomaron en cuenta las recomendaciones

descritas en la norma CPE INEN 005 9.1 y 9.2 cumpliendo así con todos los parámetros y criterios de diseño establecidos; además se ha realizado una sectorización del sistema considerando las mallas de la red del sector a servir, para que en caso de existir un daño el resto del sistema puede seguir funcionando normalmente mientras se repara el sector perjudicado”.

- “En el capítulo II parte 2.3.14.1 del presente trabajo se elaboró un manual en el cual se detalla la ubicación calibración y manejo del caudalímetro a implementar en la red”
- “Se debe hacer los diseños de las redes utilizando caudalímetros porque en base a la ley orgánica de recursos hídricos en el Artículo 59 dice que establecerá la cantidad vital de agua por persona para satisfacer sus necesidades básicas y de uso doméstico, la cantidad vital de agua cruda destinada al procesamiento para el consumo humano es gratuita en garantía del derecho humano al agua, cuando exceda la cantidad mínima vital establecida, se aplicará la tarifa correspondiente, razón por la cual el equipo de medición será esencial para el control de pérdidas de flujo y que el usuario no se vea afectado económicamente así como también la entidad que estará contralando el manejo de este recurso”.
- “Para poder comparar los costos de la red convencional con los costos de la red con implementación de caudalímetro se menciona primeramente que las fugas son pérdidas económicas y que recuperar a tiempo la perdida de flujo en la red haciendo una inversión al inicio tendría un costo inferior a recuperar la pérdida del



líquido ya que la vida útil del caudalímetro es aproximadamente igual a la vida útil del proyecto y el mantenimiento no es elevado”.

- “De acuerdo con el estudio de impacto ambiental el presente proyecto es factible ya que los impactos ambientales negativos que se generan en la etapa de construcción son mínimos es decir no causan daños ni en el ecosistema ni a la comunidad”.

### **2.1.2. Nacionales**

a) Según: (Calero Casimiro, 2019), sustento su Tesis: “DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE ALTO YANAJANCA, PROVINCIA DE MARAÑÓN, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO – PERÚ, 2019”, en la UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA, FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL de la escuela de INGENIERIA CIVIL, con la finalidad de optar el Título de Ingeniero Civil.

Entre los objetivos, que se alcanzarán en el presente proyecto son:

- “Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable para el distrito de Santa Rosa de Alto Yanajanca, provincia de Marañón, departamento de Huánuco – Perú. Cumpliendo las normatividades según el tipo de diseño” y como objetivos específicos tenemos:
- “Calcular el Qmd y Qmh. En relación al Caudal de la fuente a efecto para el abastecimiento poblacional”.
- “Seleccionar el tipo de sistema de abastecimiento a diseñar”.

- “Estudiar las cargas hidráulicas mediante un diagrama de presiones”.
- “Proponer la clase de tuberías PVC. Según los resultados de cargas Hidráulicas”.
- “Colocar válvulas de aire y purga dentro del sistema de abastecimiento de agua potable”.
- “Determinar si el sistema requerirá planta de tratamiento mediante LMP estipulados por el reglamento de la calidad del agua para el consumo humano”.
- “Realizar el diseño estructural de la captación tipo ladera y reservorio apoyado”.
- “Diseñar los diámetros de tuberías en LC, LA y RD del sistema de abastecimiento de agua potable.”

Producto de su investigación concluye que:

- “El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, garantiza la dotación de agua a la población de Santa Rosa de Alto Yanahuanca”. “Cumpliendo las normativas según su tipo de diseño”.
- “El caudal de la fuente es equivalente a 5.84 lit./seg. satisface la demanda poblacional proyectada a 20 años, requeridas para un caudal máximo horario (Qmh) de 5.35 lit/seg. y un caudal máximo diario (Qmd) de 3.24 lit/seg”.
- “El tipo de sistema de abastecimiento de agua potable es por gravedad”. “En tanto la morfología del terreno satisface desniveles descendentes con respecto a la red de distribución, para la correcta fluidez del agua a dotar”.

- “La carga estática en la línea de conducción y aducción son inferiores a 50 mca”. “Por consiguiente se encuentra dentro de los parámetros estipulados para determinar la clase de tubería PVC mediante el diagrama de presiones”.
  - “La clase de tubería PVC en la línea de conducción es de C-7.5 y aducción C-5, que soportan las presiones del flujo de agua, estando por debajo de los 50 mca, equivalente a C-7.5”.
  - “La colocación de válvulas de aire, garantizan la conducción del agua a la red de distribución, siendo necesarias para contrarrestar la concentración de volúmenes de aire dentro de la tubería, ocasionados en los puntos más altos de la línea de conducción (LC) y línea de aducción (LA)”. “Esta obra complementaria satisface el requerimiento del flujo de agua constante; y la colocación de válvulas de purga de lodos garantizan la evacuación de lodos en el mantenimiento del sistema”. “Cumpliendo con el requerimiento para la eliminación de lodos dentro de la tubería PVC”.
- b) Según: (DELGADO CHÁVARRI & FALCÓN BARBOZA, 2019), sustento su Tesis: “EVALUACIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GESTIONAR ADECUADAMENTE LA DEMANDA POBLACIONAL UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SIRAS 2010 EN LA CIUDAD DE CHONGOYAPE, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, PERÚ” en la UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES, FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA EN LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL; con la finalidad de optar el título de Ingeniero Civil.

Entre los objetivos, que se alcanzarán en el presente proyecto son:

- “Evaluar un sistema de gestión de abastecimiento de agua potable para cubrir la demanda poblacional, utilizando la metodología SIRAS 2010” y sus objetivos específicos son:
- “Evaluar el estado actual del sistema de agua potable en la ciudad de Chongoyape.
- “Establecer el plan de operación y mantenimiento del sistema de agua potable”.
- “Proponer mejoras en la gestión y administración del abastecimiento de agua potable, involucrando a los distintos actores sociales”.
- “Asegurar la sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable vía los procesos de operación y mantenimiento”.

Producto de su investigación concluye que:

- “Se evaluó el sistema de agua potable en la ciudad de Chongoyape, aplicando la metodología SIRAS 2010, cuyo resultado cuenta con un índice de sostenibilidad total de 2.98.” “La evaluación admite que el sistema es medianamente sostenible en el tiempo y presenta una problemática variada en continuidad, calidad, estado de infraestructura, gestión y operación-mantenimiento”.
- “Se estableció el índice de sostenibilidad en el estado del sistema, con un resultado de 3.24 puntos”. “Este valor incidió fuertemente en el sistema, pues representa el 50 % de la evaluación final”. “El sistema califica como sostenible, pero no llega a su expresión máxima debido a que hay ausencia de elementos

estructurales, tales como válvulas de aire y sedimentadores”. “Además, presenta un mal estado en las infraestructuras, como PTAPs y reservorios, interrupciones del servicio de agua, consumo de agua sin tener en cuenta los parámetros adecuados de control de calidad”.

- “Se determinó el índice de sostenibilidad en la operación y mantenimiento con un resultado de 2.75 puntos”. “Este factor indica que el sistema es medianamente sostenible y se encuentra en proceso de deterioro, debido a que no se realiza la limpieza adecuada en el canal alimentador, lo que ocasiona que exista un mayor índice de turbiedad en la captación”. “No se realiza el mantenimiento de cercos perimétricos; no hay planificación de limpieza en la línea de conducción que conserve en el tiempo los elementos estructurales actuales, no se realiza desmonte, ni se implementan medidas de seguridad en los accesos a las plantas de tratamiento, reservorios y desarenadores”.
- “Se evaluó el índice de sostenibilidad en la gestión de los servicios, con un valor de 2.70 puntos, admitiendo que el sistema califica como medianamente sostenible”. “Este sistema es administrado por la UGSS y cuenta con el personal adecuado para realizar dichas actividades; las deficiencias que se presentan son debido a que los encargados de la administración de la UGSS no realizan reconocimiento de campo”. “Asimismo, no existe participación del poblador en las actividades de operación-mantenimiento; además de no realizarse la supervisión de las actividades de cada miembro de la UGSS y de no efectuarse las

debidas capacitaciones en educación sanitaria para conservar el sistema”.

- “Con la finalidad de asegurar la sostenibilidad del sistema se elaboró un diseño estándar de válvulas de aire y un sedimentador, con los que deberá contar el sistema de agua potable en la localidad, evitando que existan cortes en el servicio y que la población consuma agua de buena en calidad, cantidad y oportunidad. Las dos válvulas de aire estarán ubicadas en las progresivas km 0 + 556.00, km 1 + 500.00, y el sedimentador estará ubicado en la progresiva km 0 + 112”.
- “Se formularon las propuestas de mejoramiento y optimización del sistema tanto en operación-mantenimiento como en la gestión, para asegurar la sostenibilidad del sistema, llevando un correcto funcionamiento mediante un rol de dichas actividades, detalladas en las Figuras N° 07, 08, 09, 10, 11, 12 y 13, adjuntas en el presente informe”.
- “Se analizó el control de calidad de agua, y se concluyó que el análisis microbiológico da cuenta de la presencia de microorganismos de riesgo (mohos contaminantes patógenos, helmintos parásitos) para la salud de los beneficiarios; además, no presenta una aceptable calidad microbiológica y, por ende, no cumple con algunos parámetros microbiológicos referidos a la norma”. “Por consiguiente, el análisis físico-químico determinó que los niveles son aceptables y cumplen con normativa vigente del reglamento de la calidad del agua para consumo humano (Decreto Supremo N° 031-2010- MINS/PERÚ)”.

## 2.2. Marco conceptual

### ➤ Sistema de abastecimiento de agua

“Un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto de obras que permiten que una comunidad pueda obtener el agua para fines de consumo doméstico, servicios públicos, industrial y otros usos”. “El agua suministrada debe ser en cantidades suficientes y de la mejor calidad; desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico”. (JIMENEZ TERAN, 2015)

Componentes de un sistema de abastecimiento de agua:

- ❖ “Fuente de abastecimiento”.
- ❖ “Captación”.
- ❖ “Línea de conducción”.
- ❖ “Planta de tratamiento de agua”.
- ❖ “Almacenamiento”.
- ❖ “Línea de aducción”.
- ❖ Red de distribución”.
- ❖ “Conexiones domiciliarias”.

➤ **Fuentes de abastecimiento de agua**

“Las fuentes de agua constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad”. “De acuerdo a la 12 ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como a la topografía del terreno, se consideran dos tipos de sistemas: los de gravedad y los de bombeo”. “En los sistemas de agua potable por gravedad, la fuente de agua debe estar ubicada en la parte alta de la población para que el agua fluya a través de tuberías, usando solo la fuerza de la gravedad”. “En los sistemas de agua potable por bombeo, la fuente de agua se encuentra localizada en elevaciones inferiores a las poblaciones de consumo, siendo necesario transportar el agua mediante sistemas de bombeo a reservorios de almacenamiento ubicados en elevaciones superiores al centro poblado”. “Para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, es importante seleccionar una fuente adecuada o una combinación de fuentes para abastecer de agua en cantidad suficiente a la población. Se consideran tres tipos principales de fuente: aguas de lluvia, aguas superficiales y aguas subterráneas. (PITTMAN, 1997)”

➤ **Tipos de fuentes de abastecimiento**

✓ **Agua de lluvia**

“La captación de agua de lluvia se emplea en aquellos casos en los que no es posible obtener aguas superficiales y subterráneas de buena calidad y cuando el régimen de



lluvias sea importante”. “Para ello se utilizan los techos de las casas o algunas superficies impermeables para captar el agua y conducirla a sistemas cuya capacidad depende del gasto requerido y del régimen pluviométrico”. (PITTMAN, 1997)

✓ **Aguas superficiales**

“Las aguas superficiales están constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre”. “Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal”. “Sin embargo, a veces no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua”. (PITTMAN, 1997)

✓ **Aguas subterráneas**

“Parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas”. “La explotación de estas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero”. “La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos (excavados y tubulares)”. (PITTMAN, 1997)

### ➤ **Captación**

“Es la parte inicial del sistema hidráulico y consiste en las obras donde se capta el agua para poder abastecer a la población”.

“Pueden ser una o varias, el requisito es que en conjunto se obtenga la cantidad de agua que la comunidad requiere”. “Para definir cuál será la fuente de captación a emplear, es indispensable conocer el tipo de disponibilidad del agua en la tierra, basándose en el ciclo hidrológico, de esta forma se consideran los siguientes tipos de agua según su forma de encontrarse en el planeta” (JIMENEZ TERAN, 2015).

- Aguas superficiales.
- Aguas subterráneas.
- Aguas meteóricas (atmosféricas).
- Agua de mar (salada)

### ➤ **Línea de conducción**

“La línea de conducción en un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad es el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte encargados de la conducción del agua desde la captación hasta el reservorio, aprovechando la carga estática existente”. “Debe utilizarse al máximo la energía disponible para conducir el gasto deseado, lo que en la mayoría de los casos nos llevara a la selección del diámetro mínimo que permita presiones iguales o menores a la resistencia física que el material de la Tubería soporte”. “Las tuberías normalmente siguen el perfil del terreno, salvo el caso de que, a lo largo de la ruta por donde se debería realizar la

instalación de las tuberías, existan zonas rocosas insalvables, cruces de quebradas, terrenos erosionables, etc. que requieran de estructuras especiales”. “Para lograr un mejor funcionamiento del sistema, a lo largo de la línea de conducción puede requerirse cámaras rompe presión, válvulas de aire, válvulas de purga, etc.” “Cada uno de estos elementos precisa de un diseño de acuerdo a características particulares”. (Agüero R, 2009)

➤ **Criterios de diseño**

• **Carga disponible**

“La carga disponible es la diferencia de elevación entre la obra de captación y el reservorio”.

• **Gasto de diseño**

“El gasto de diseño es el correspondiente al gasto máximo diario ( $Q_{md}$ ), el que se estima considerando el caudal medio de la población para el periodo de diseño seleccionado ( $Q_m$ ) y el factor  $K_1$  del día de máximo consumo”. (PITTMAN, 1997)

• **Clases de tuberías**

“Las clases de tubería a seleccionarse estarán definidas por las máximas presiones que ocurran en la línea representada por la línea de carga estática”. “Para la selección se debe considerar una tubería que resista la presión más elevada que pueda producirse, ya que la presión máxima no ocurre bajo condiciones de operación, sino cuando se presenta la presión estática, al cerrar la válvula de control en la tubería”. “En la mayoría de los

proyectos de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales se utilizan tuberías de PVC. Este material tiene ventajas comparativas con relación a otro tipo de tuberías: es económico, flexible, durable, de poco peso y de fácil transporte e instalación; además, son las tuberías que incluyen diámetros comerciales menores de 2 pulg y que fácilmente se encuentran en el mercado” (PITTMAN, 1997)

*Tabla 1 Clases de tubería PVC y máxima presión*

CLASE	PRESIÓN MÁXIMA DE PRUEBA (m.)	PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO (m.)
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

• **Diámetros**

“Para determinar los diámetros se consideran diferentes soluciones y se estudian diversas alternativas desde el punto de vista económico”. “Considerando el máximo desnivel en toda la longitud del tramo, 15 el diámetro seleccionado deberá tener la capacidad de conducir el gasto de diseño con velocidades comprendidas entre 0.6 y 3.0 m/s; y las pérdidas de carga por tramo calculado deben ser menores o iguales a la carga disponible”. (PITTMAN, 1997)

➤ **Línea de gradiente hidráulico**

“La línea de gradiente hidráulica (L.G.H.) indica la presión de agua a lo largo de la tubería bajo condiciones de operación”.

“Cuando se traza la línea de gradiente hidráulica para un caudal que descarga libremente en la atmosfera (como dentro de un tanque) puede resultar que la presión residual en el punto de descarga se vuelva positiva o negativa”. (PITTMAN, 1997)

➤ **Reservorio de almacenamiento**

“La importancia del reservorio radica en garantizar el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectadas y el rendimiento admisible de la fuente”. “Un sistema de abastecimiento de agua potable requerirá de un reservorio cuando el rendimiento admisible de la fuente sea menor que el gasto máximo horario ( $Q_{mh}$ )”. “En caso que el rendimiento de la fuente sea mayor que el  $Q_{mh}$  no se considera el reservorio, y debe asegurarse que el diámetro de la línea de conducción sea suficiente para conducir el gasto máximo horario ( $Q_{mh}$ ), que permita cubrir los requerimientos de consumo de la población”. (PITTMAN, 1997)

➤ **Consideraciones básicas**

▪ **Capacidad del reservorio**

“Para determinar la capacidad del reservorio, es necesario considerar la compensación de las variaciones horarias, emergencia para incendios, previsión de reservas para cubrir danos e interrupciones en la línea de conducción y que el

reservorio funcione como parte del sistema”. “Para el cálculo de la capacidad del reservorio, se considera la compensación de variaciones horarias de consumo y los eventuales desperfectos en la línea de conducción”. “El reservorio debe permitir que la demanda máxima que se produce en el consumo sea satisfecha a cabalidad, al igual que cualquier variación en el consumo registrada en las 24 horas del día. Ante la eventualidad de que en la línea de conducción puedan ocurrir daños que mantengan una situación de déficit en el suministro de agua mientras se hagan las reparaciones pertinentes, es aconsejable un volumen adicional que de oportunidad de restablecer la conducción de agua hasta el reservorio”. (PITTMAN, 1997)

#### ▪ **Tipos de reservorios**

“Los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados y enterrados. Los elevados, que pueden tomar la forma esférica, cilíndrica, y de paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc.; los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo; y los enterrados, de forma rectangular y circular, son construidos por debajo de la superficie del suelo (cisternas)”. “Para capacidades medianas y pequeñas, como es el caso de los proyectos de abastecimiento de agua potable en poblaciones rurales, resulta tradicional y económica la construcción de un reservorio apoyado de forma cuadrada o circular”. (PITTMAN, 1997)

#### ▪ **Ubicación del reservorio**

“La ubicación está determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener la presión en la red dentro de los límites de servicio, garantizando presiones mínimas en las viviendas más elevadas y presiones máximas en las viviendas más bajas”. “De acuerdo a la ubicación, los reservorios pueden ser de cabecera o flotantes”. “En el primer caso se alimentan directamente de la captación, pudiendo ser por gravedad o bombeo y elevados o apoyados, y alimentan directamente de agua a la población. En el segundo caso, son típicos reguladores de presión, casi siempre son elevados y se caracterizan porque la entrada y la salida del agua se hacen por el mismo tubo”. “Considerando la topografía del terreno y la ubicación de la fuente de agua, en la mayoría de los proyectos de agua potable en zonas rurales los reservorios de almacenamiento son de cabecera y por 17 gravedad. El reservorio se debe ubicar lo más cerca posible y a una elevación mayor al centro poblado”. (PITTMAN, 1997)

➤ **Línea de aducción**

**a) Caudal de diseño**

“La Línea de Aducción tendrá capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo horario (Qmh)”.

## **b) Carga estática y dinámica**

“La carga estática máxima aceptable será de 60 m y la carga dinámica mínima será de 1 m”.

### ➤ **Redes de distribución**

“La red de distribución es el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas, grifos y demás accesorios cuyo origen está en el punto de entrada al pueblo (final de la línea de aducción) y que se desarrolla por todas las calles de la población”. “Para el diseño de la red de distribución es necesario definir la ubicación tentativa del reservorio de almacenamiento con la finalidad de suministrar el agua en cantidad y presión adecuada a todos los puntos de la red”. “Las cantidades de agua se han definido en base a las dotaciones y en el diseño se contempla las condiciones más desfavorables, para lo cual se analizaron las variaciones de consumo considerando en el diseño de la red el consumo máximo horario ( $Q_{rnh}$ )”. “Las presiones deben satisfacer las condiciones máximas y mínimas para las diferentes situaciones de análisis que puedan ocurrir. En tal sentido, la red debe mantener presiones de servicio mínimas, que sean capaces de llevar agua al interior de las viviendas (parte alta del pueblo)”. “También en la red deben existir limitaciones de presiones máximas tales que no provoquen danos en las conexiones y que permitan el servicio sin mayores inconvenientes de uso (parte baja)”. (PITTMAN, 1997)



➤ **Consideraciones básicas de diseño**

“La red de distribución se debe calcular considerando la velocidad y presión del agua en las tuberías”. “Se recomiendan valores de velocidad mínima de 0.6 m/s y máxima de 3.0 m/s. Si se tiene velocidades menores que la mínima, se presentarían fenómenos de sedimentación; y con velocidades muy altas, se producirá el deterioro de los accesorios y tuberías”. “La presión mínima depende de las necesidades domésticas, y la máxima influye en el mantenimiento de la red, ya que con presiones elevadas se originan pérdidas por fugas y fuertes golpes de ariete. La Norma Técnica de diseño”: “Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, recomiendan que la presión mínima de servicio en cualquier parte de la red no sea menor de 5 m. y que la presión estática no exceda de 60 m”. “En la Norma Técnica de diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, se establece que el diámetro mínimo a utilizarse en la red, será aquel que satisfaga las condiciones hidráulicas que garanticen las presiones mínimas de servicio en la red y su capacidad deberá ser tal que pueda absorber en el futuro la instalación de conexiones domiciliarias”. “El diámetro mínimo recomendado es de 3/4". En base a estas consideraciones se efectúa el diseño hidráulico, de la red de distribución, siendo la tubería de PVC la más utilizada en los proyectos de agua potable en zonas rurales”. “Para el cálculo hidráulico, las Normas del Ministerio de

Vivienda recomiendan el empleo de las ecuaciones de Hazen-Williams y Fair Whipple”. (PITTMAN, 1997)

➤ **Tipos de redes**

“Según la forma de los circuitos, existen dos tipos de sistemas de distribución: el sistema abierto o de ramales abiertos y el sistema de circuito cerrado, conocido como malla, parrilla”.

✓ **Sistema abierto o ramificado**

“Son redes de distribución que están constituidas por un ramal matriz y una serie de ramificaciones”. “Es utilizado cuando la topografía 19 dificulta o no permite la interconexión entre ramales y cuando las poblaciones tienen un desarrollo lineal, generalmente a lo largo de un río o camino”. “La tubería matriz o principal se instala a lo largo de una calle de la cual se derivan las tuberías secundarias. La desventaja es que el flujo está determinado en un solo sentido, y en caso de sufrir desperfectos puede dejar sin servicio a una parte de la población”. “El otro inconveniente es que en el extremo de los ramales secundarios se dan los puntos muertos, es decir el agua ya no circula, sino que permanece estática en los tubos originando sabores y olores, especialmente en las zonas donde las casas están más separadas”. “En los puntos muertos se requiere instalar válvulas de purga con la finalidad de limpiar y evitar la contaminación del agua”. (PITTMAN, 1997)

### ✓ **Sistema cerrado**

“Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas”. “Este tipo de red es el más conveniente y tratara de lograrse mediante la interconexión de tuberías, a fin de crear un circuito cerrado que permita un servicio más eficiente y permanente”. “En este sistema se eliminan los puntos muertos; si se tiene que realizar reparaciones en los tubos, el área que se queda sin agua se puede reducir a una cuadra, dependiendo de la ubicación de las válvulas”. “Otra ventaja es que es más económico, los tramos son alimentados por ambos extremos consiguiéndose menores pérdidas de carga y por lo tanto menores diámetros; ofrece más seguridad en caso de incendios, ya que se podría cerrar las válvulas que se necesiten para llevar el agua hacia el lugar del siniestro”. (VIERENDEL, 2009)

### ➤ **Fundamentos teóricos de la hidráulica de tuberías**

“La cantidad de fluido que pasa por un sistema por unidad de tiempo puede expresarse por medio de tres términos distintos” (Moot Roberth):

- Q: “El flujo volumétrico es el volumen de fluido que circula en una sección por unidad de tiempo”.
- W: “El flujo en peso es el peso del fluido que circula en una sección por unidad de tiempo”.
- M: “El flujo másico es la masa de fluido que circula en una sección por unidad de tiempo”.

“El flujo volumétrico Q es el más importante de los tres, y se calcula con la siguiente ecuación”:

$$Q = Av \quad (1)$$

“Donde A es el área de la sección y v es la velocidad promedio del flujo. Al consultar el SI, obtenemos las unidades de Q del modo siguiente”:

$$Q = Av = m^2 \times m/s = m^3/s$$

Símbolo	Nombre	Definición	Unidades del SI	Unidades del sistema E.C
Q	Flujo volumétrico	$Q = A_v$	$m^3/s$	$m^3/s$
W	Flujo en peso	$W = \gamma Q$ $W = \gamma A_v$	N/s	libra/s
M	Flujo masivo o	$M = \rho Q$ $M = \rho A_v$	Kg/s	slug/s

Tabla 2 Tipos de flujos

El flujo en peso se relaciona con Q por medio de la ecuación

$$W = \gamma Q \quad (2)$$

Donde  $\gamma$  es el peso específico del fluido. Entonces, las unidades de W son

$$W = \gamma Q = N/m^3 \times m^3/s = N/s$$

El flujo másico M se relaciona con Q por medio de la ecuación

$$M = \rho Q \quad (3)$$

Donde  $\rho$  es la densidad del fluido. Así, las unidades de M son

$$M = \rho Q = kg \ m^3/x \ m^3/s = kg/s$$

### ➤ Ecuación de continuidad para cualquier fluido

“El método de cálculo de la velocidad de flujo en un sistema de ductos cerrados depende del principio de continuidad. Considere

el ducto de la figura 1". "Un fluido circula con un flujo volumétrico constante de la sección 1 a la 21 sección 2". "Es decir, la cantidad de fluido que circula a través de cualquier sección en cierta cantidad de tiempo es constante". "Esto se conoce como flujo estable". "Por ello, si entre las secciones 1 y 2 no se agrega fluido ni se almacena o retira, entonces la masa de fluido que circula por la sección 2 en cierta cantidad de tiempo debe ser similar a la que circula por la sección 1". (Moot Roberth)

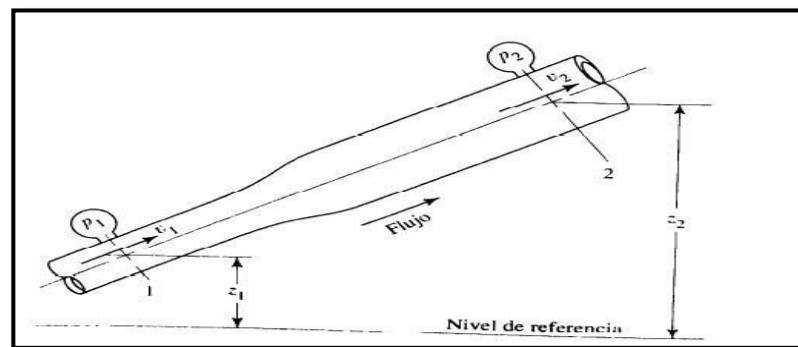
"Esto se expresa en términos del flujo másico así:

$$M1/M2$$

o bien, debido a que  $M = \rho A v$ , tenemos:

$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2 \quad (4)$$

"La ecuación (4) es el enunciado matemático del principio de continuidad y se le denomina ecuación de continuidad. Se utiliza para relacionar la densidad de fluido".



*Figura 1 sistema de distribución de flujo*

➤ **Ecuación de continuidad para líquidos**

“El área de flujo y la velocidad de este en dos secciones del sistema donde existe flujo estable”. “Es válido para todos los fluidos, ya sean gases o líquidos”. (Moot Roberth)

“Si el fluido en el tubo de la Figura 4 es un líquido incomprensible, entonces los términos  $p_1$  y  $p_2$  de la ecuación (4) son iguales. Así, la ecuación se convierte en”

$$A_1v_1 = A_2v_2 \quad (5)$$

$$Q_1 = Q_2$$

“La ecuación (5) es de continuidad tal como se aplica a los líquidos; enuncia que para un flujo volumétrico es el mismo en cualquier sección. También se emplea (5) para gases a velocidad baja, es decir a menos de 100 m/s, con mínimo margen de error”.

#### ➤ **Ecuación de Bernoulli**

“Cada término de la ecuación de Bernoulli, ecuación (6), resulta de dividir una expresión de la energía entre el peso de un elemento del fluido. Por lo anterior”. (Moot Roberth)

“Cada término de Bernoulli es una forma de la energía que posee el fluido por unidad de peso del fluido que se mueve en el sistema”.

$$\frac{p_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad (6)$$

“La unidad de cada término es energía por unidad de peso”. “El sistema SI las unidades son N.m/N, y en el sistema tradicional de Estados Unidos son lb”. “Pie/lb. Sin embargo, observe que la unidad de fuerza (o peso) aparece tanto en el numerador como en el denominador, y por ello puede cancelarse”. “La unidad

resultante es tan solo el metro (m) o el pie, y se interpreta como una altura, en alusión a una altura sobre un nivel de referencia. En específico”.

$\rho/\gamma$  Es la carga de presión.

$Z$  es la carga de elevación.

$v^2/2g$  Es la carga de velocidad.

“A la suma de estos tres se les denomina carga total”.

“Debido a que cada término de la ecuación de Bernoulli representa una altura un diagrama similar al que se muestra en la figura (10) ayuda visualizar la relación entre los tres tipos de energía”. “Conforme el fluido se mueve del punto 1 al 2, la magnitud de cada término puede cambiar su valor. Sin embargo, si el fluido no pierde o gana energía, la carga total pertenece a un nivel constante”. “La ecuación de Bernoulli se utiliza para determina los valores de carga de presión, carga de elevación y cambia de la carga de velocidad, conforme el fluido circula a través del sistema”.

En la figura (2) observamos que la carga de velocidad en la sección 2 será menor que en la sección 1. Esto se demuestra por medio de la ecuación de continuidad.

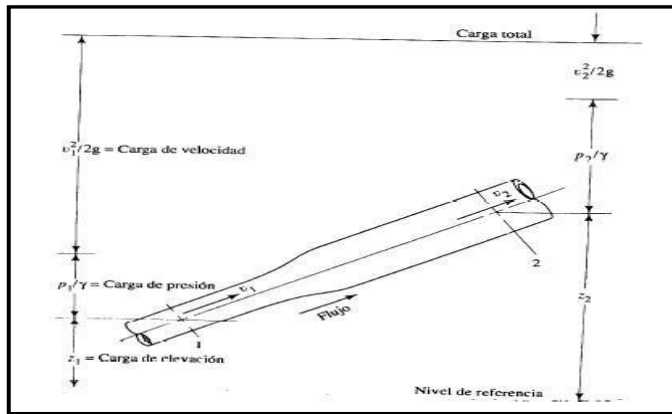


Figura 2 pérdida de carga en velocidad y presión

“Debido a que  $A_1 < A_2$ ,  $V_2$  debe ser menor que  $V_1$ . Y como la velocidad esta elevada al cuadrado en el término de la carga de velocidad,  $v^2/2g$  es mucho menor que  $v_1^2/2g$ ”.

“Es común que cuando crece el tamaño de la sección, como ocurre en la figura (2), la carga de presión se incrementa porque la carga de velocidad se disminuye”. “Este es el modo en que se construyó la figura (2). Sin embargo, el cambio real también se ve afectado por el cambio en la carga de elevación”.

### Formula de Hazen-Williams

“La fórmula de Hazen-Williams es una de las más populares para el diseño y análisis de sistemas hidráulicos. Su uso se limita al flujo de agua en tuberías con diámetros mayores de 2.0 pulga y menores de 6.0 pies”. “La velocidad del flujo no debe exceder los 10.0 pies/s. Asimismo, está elaborada para agua a 60°F. Su empleo con temperaturas mucho más bajas o altas ocasionaría cierto error”. (Moot Roberth)

La formula de Hazen-Williams.

$$D^{2.3} = Q / (0.0004264 \times C \times S^{0.54}) \quad (7)$$



Dónde:

D = Diámetro de cálculo de la tubería, pulg.

Q = Caudal, lts/seg.

C = "Coeficiente de rugosidad, C=150. P.V.C. Sd=Pendiente disponible...h/L = (diferencia de cotas) / (Long. Tubería")

De(a), se deduce que:  $Sd^{2/3} = Q / (0.0004264 \times C \times D^{0.54})$

Dónde:

SD= Pendiente de diseño, m/Km.

D= "Diámetro comercial de diseño, pulg. Como todas las tuberías del sistema son conductos circulares que funcionan parcialmente llenos, los elementos hidráulicos están dados por las siguientes expresiones":

$$A = 0.25 \times D^2 \times [(\theta/360) - 0.5 \times (\sin \theta)]$$

$$P_m = D \times \theta/360 \times 2$$

$$R_h = A/P$$

Dónde:

A=Área de la sección mojada. (m<sup>2</sup>)

Ph= Perímetro mojada, m

θ = En grados sexagesimales.

Rh = Radio hidráulico, m

Entonces:

$$R_h = 0.25 \times D \times [1 - (360 \times \sin \theta) / (2 \times \theta)]$$

También se tiene que el tirante (m) es:

$$Y = D \times \sin^2 (\theta/4)$$

“Luego para tuberías funciona sección llena la velocidad y el caudal tiene la expresión siguiente”:

$$V = (0.34 \times D^{2/3} \times \sqrt{s}) n$$

$$Q = (0.312 \times D^{2/3} \times \sqrt{s}) n$$

“El uso del radio hidráulico en la fórmula permite su aplicación a secciones no circulares y también a circulares. Para las secciones circulares se emplea  $R = D/4$ . El coeficiente “C” solo depende de la condición de la superficie de la tubería o conducto. La Tabla 3 proporciona valores que son comunes”.

“Observe que algunos de ellos son descritos como tubos nuevos y limpios, mientras que el valor de diseño toma en cuenta la acumulación de depósitos en las superficies interiores de la tubería después de cierto tiempo, aun cuando fluya agua limpia a través de ellos”.

*Coeficientes de "C"*

<b>Tipo de Tubería</b>	<b>“C”</b>
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido dúctil con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno	140
Policloruro de vinilo (PVC)	150

*Tabla 3 Coeficientes de C*

“Tuberías más lisas presentan valores más elevados de “C” que las rugosas. Con unidades del SI, la fórmula de Hazen – Williams es”:

$$v = 1.32 \times C \times R^{2/3} S^{0.54} \quad (8)$$

Dónde:

$v$  = Velocidad promedio del flujo (pies/s)

$C$  = Coeficiente de Hazen –Williams (adimensional)

$R$  = Radio hidráulico del conducto de flujo (m)

$S$  = Relación  $hL / L$ : pérdida de energía / longitud del conducto (m /m) Igual que antes, el flujo volumétrico se calcula con  $Q = Av$ .

➤ **Población de diseño y demanda de agua**

“Las obras de agua potable no se diseñan para satisfacer solo una necesidad del momento actual, sino que deben prever el crecimiento de la población en un periodo de tiempo prudencial que varía entre 10 y 40 años; siendo necesario estimar cual será la población futura al final de este periodo”. “Con la población futura se determina la demanda de agua para el final del periodo de diseño. La dotación o la demanda per cápita, es la cantidad de agua que requiere cada persona de la población, expresada en litros/habitante/día”. “Conocida la dotación, es necesario estimar el consumo promedio diario anual, el consumo máximo diario y el consumo máximo horario”. “El consumo promedio diario anual servirá para el cálculo del volumen del reservorio de almacenamiento y para estimar el consumo máximo diario y horario”. “El valor del consumo máximo diario es utilizado para

el cálculo hidráulico de la línea de conducción; mientras que el consumo máximo horario, es utilizado para el cálculo hidráulico de la línea de aducción y red de distribución”. (PITTMAN, 1997)

➤ **Periodo de diseño**

“En la determinación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente viable”. “Por lo tanto, el periodo de diseño puede definirse como el tiempo en el cual el sistema será 100% eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la existencia física de las instalaciones”. “Para determinar el periodo de diseño se consideran factores como: durabilidad o vida útil de las instalaciones, factibilidad de construcción y posibilidades de ampliación o sustitución, tendencias de crecimiento de la población y posibilidades de financiamiento”. “Tomando en consideración los factores señalados se debe establecer para cada caso el periodo de diseño aconsejable. A continuación, se indican algunos rangos de valores asignados para los diversos componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales”. (PITTMAN, 1997):

- Obras de captación: 20 años.
- Conducción: 10 a 20 años.
- Reservorio: 20 años.
- Redes: 10 a 20 años (tubería principal 20 años, secundaria 10 años).

➤ **Dotación**

“La Dotación se considera como la cantidad de agua promedio correspondiente a un hab / día, expresado en litros/hab/día”.

“Para determinar la dotación, nos referimos al consumo diario en el que se deberá tener en cuenta los distintos usos para su consumo”.

➤ **Variación de consumo**

“En un sistema público de agua, la cantidad de agua consumida varía continuamente en función del tiempo, clima, costumbres de la población, etc. y es en los meses de mayor calor durante el año en donde se producirá el mayor consumo de agua, existiendo días en la que se producirá la mayor demanda del mes”. “Mientras que en los meses de invierno sucede lo contrario, es decir el consumo es menor. Haciendo un análisis de distribución horario y de consumo diario diríamos que: durante el día el caudal que circula en la red de distribución varía continuamente, en las horas diurnas el caudal supera el valor medio alcanzando valores máximos alrededor del mediodía, durante la noche el consumo baja, produciéndose valores mínimos de consumo en horas de la madrugada”. “Con este análisis de fluctuaciones realizado es necesario establecer variaciones que deben ser tomadas en cuenta para el diseño”.

(VIERENDEL, 2009)

estas son:

- Variación Diaria (K1).
- Variación Horaria (K2)

- **Coefficiente de variación diario (K1)**

“Se llama así a la variación del día de máximo consumo para el máximo anual de la demanda diaria, dividido por el promedio anual de consumo diario”. (VIERENDEL, 2009)

Según el R.N.E. podemos considerar el coeficiente de K1 = 1.3

- **Coefficiente de variación horario (K2)**

“Se llama así a la variación de la hora de máximo consumo para el máximo día de demanda horaria, dividido por el promedio diario del consumo horario y varia de 1.8 a 2.5 según R.N.E”. (VIERENDEL, 2009)

### **2.3. Definición de términos**

- **Agua potable:** “Se denomina agua potable o agua para el consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de purificación, no representa un riesgo para la salud”. “Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural”).
- **Aguas superficiales:** “Son aquellas que están en los ríos, arroyos, lagos y lagunas, las principales ventajas de este tipo de aguas son que se pueden utilizar fácilmente, son visibles y si están contaminadas pueden ser saneadas con relativa facilidad y a un costo aceptable”. (TRISOLINI, 2009)
- **Aguas subterráneas:** “El agua subterránea más profunda puede permanecer oculta durante miles o millones de años. No obstante, la mayor parte de los yacimientos están a poca

profundidad y desempeñan un papel discreto pero constante dentro del ciclo hidrológico”. (TRISOLINI, 2009)

- **Línea de aducción:** “Componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión.” (PITTMAN, 1997).
- **Almacenamiento:** “En sistemas de Acueducto, acción destinada a almacenar un determinado volumen de agua para cubrir los picos horarios y la demanda contra incendios.” (PITTMAN, 1997)
- **Calidad de agua:** “Características físicas, químicas, y bacteriológicas del agua que la hacen aptas para el consumo humano, sin implicancias para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor”.
- **Captación:** “Conjunto de estructuras e instalaciones destinadas a la regulación, derivación y obtención del máximo caudal posible de aguas superficiales o subterráneas”. (PITTMAN, 1997)
- **Consumo:** “Es la cantidad de agua realmente utilizada por un núcleo urbano para una fecha determinada y puede ser expresada en litros (l) o metros cúbicos (m<sup>3</sup>)”.
- **Dotación:** “Es la cantidad de agua necesaria para satisfacer apropiadamente los requerimientos de un determinado núcleo urbano, La dotación se forma de la suma de los requerimientos razonables correspondientes a los usos que conforman el abastecimiento urbano”.

- **Dotación diaria:** “Cantidad de agua que se necesita diariamente para abastecer a una población”.
- **Pérdidas:** “La pérdida de carga en una tubería o canal, es la pérdida de energía dinámica del fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las contiene”. “Pueden ser continuas, a lo largo de conductos regulares o accidental o localizada, debido a circunstancias particulares, como un estrechamiento, un cambio de dirección”.
- **Tubería:** “son elementos principales en el proceso de conducción del servicio de agua potable a los sectores destino de la distribución. Su selección es crucial a la hora de obtener diseños confiables y económicos dentro del periodo de diseño estipulado”. (JIMENEZ TERAN, 2015)
- **PVC:** “Es la sigla inglesa derivada de 'Polyvinyl chloride' que en castellano corresponde a Policloruro de Vinilo o PVC. Pertenece a una extensa familia de materiales denominada polímeros”. “Estos materiales tienen como denominador común el estar formados por macromoléculas denominadas monómeros”.
- **CPVC:** “El policloruro de vinilo clorado (CPVC) es un importante termoplástico de ingeniería debido a su: Costo relativamente bajo. Alta temperatura de transición vítrea”.
- **Cortador de PVC:** “Mecanismo de matraca que permite realizar cortes con menor esfuerzo. Se utiliza para el corte de tubos de PVC en instalaciones y mantenimiento de tuberías de agua y electricidad. La operación de corte deja un ángulo entre 3° y 8°



al final del tubo. Las herramientas son producidas y testeadas bajo normas específicas”

- **Tangid PVC-U:** “Es una cola líquida o en forma de gel formada por resinas de PVC en base disolvente. permite la unión de tuberías de plástico rígido, PVC, tuberías sanitarias o bajantes”. “Está especialmente indicado para aquellas tuberías que tienen que aguantar presión”.
- **Cinta PVC:** “La cinta PVC con adhesivo caucho natural se adhiere fuertemente a las superficies asegurando un buen agarre y sellado y no deja restos de adhesivo al ser despegado de la superficie”.
- **Tubería metal:** “Es un conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos”. “Se suele elaborar con materiales muy diversos”. “También sirven para transportar materiales que, si bien no son propiamente un fluido, se adecuan a este sistema: hormigón, cemento, cereales, documentos encapsulados, etcétera.”

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis general**

El diseño del sistema de tuberías para el transporte de agua potable del distrito de Colasay – Jaén – Cajamarca-2021, permitirá proponer una adecuada gestión para satisfacer a la población el agua potable en cantidad y calidad.

## **2.4.2 Hipótesis específica(s)**

- a) Las características del relieve topográfico para el diseño del sistema de tuberías mediante determinación de las pendientes máximas y mínimas que permite establecer el recorrido para el transporte de agua potable distrito de Colasay
- b) El cálculo hidráulico del diseño de tuberías nos permitirá dimensionar las tuberías, bombas y válvulas y el cálculo de los caudales de acuerdo a sus presiones para el transporte del agua potable.

## **2.5 Variables**

### **2.5.1 Definición conceptual de la variable**

- **Variable independiente**

- Sistema de tuberías**

- “Los sistemas de tuberías sirven en general para el transporte de fluidos. Cuando el fluido pasa por una tubería, la energía de presión del fluido disminuye debido a la fricción y la energía interna del fluido aumenta”.

- **Variable dependiente**

- Agua potable**

- “Se denomina agua potable o agua para el consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción para beber o preparar alimentos. Se puede producir agua potable a partir de cualquier fuente natural de agua”.

### **2.5.2 Definición operacional de la variable**

- a) Sistema de tuberías**

“Está formado por un conjunto de tuberías conectadas una a continuación de otra, y que conducen el mismo caudal. Las tuberías pueden o no tener diferente sección transversal”.

**b) Agua potable**

“El agua potable es esencial para la vida. Es el líquido más importante de la naturaleza sin el cual no podríamos vivir”.

“El agua potable nos ayuda a estar sanos, a hacer la digestión, mantiene la musculatura en buen estado, actúa refrigerando o calentando el cuerpo y ayuda a transportar el oxígeno entre las células de nuestro cuerpo”.

### 2.5.3 Operacionalización de la variable

Variables	Concepto	Dimensión	Indicador
<p><b>Variable independiente</b></p> <p><b>Sistema de tuberías</b></p>	<p>Sistema de tuberías “Los sistemas de tuberías sirven en general para el transporte de fluidos. Cuando el fluido pasa por una tubería, la energía de presión del fluido disminuye debido a la fricción y la energía interna del fluido aumenta”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diámetros</li> <li>▪ Caudal</li> <li>▪ Presión</li> <li>▪ Medidor de flujo</li> </ul>	<p><b>Puntos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ m/s</li> <li>▪ pulgadas</li> <li>▪ m</li> <li>▪ cm</li> </ul>
<p><b>Variable dependiente</b></p> <p><b>Agua potable</b></p>	<p>“Se denomina agua potable o agua para el consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción para beber o preparar alimentos. Se puede producir agua potable a partir de cualquier fuente natural de agua”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Soluble</li> <li>▪ TDS</li> <li>▪ Cintas reactivas</li> <li>▪ Instrumentos digitales portátiles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ g/l</li> <li>▪ Mg/l</li> <li>▪ ppm</li> <li>▪ ug/L</li> </ul>

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1 Método de investigación:**

El método de investigación es el científico, basado en el procediendo que se realiza en forma ordena tanto para la toma de datos como para el procesamiento e interpretación de resultados.

#### **3.2 Tipo de investigación:**

Es aplicada tecnológica, ya que busca generar conocimientos que se puedan poner en práctica en el sector productivo de acuerdo a los sistemas de tuberías.

#### **3.3 Nivel de investigación:**

Es descriptivo - correlacional, porque a través del presente estudio se pretende describir y analizar la necesidad de proveer agua potable en cantidad y calidad.



- Guía de observación o de campo

### **3.7 Procesamiento de la información**

Se realizará Software tales como

- Civil 3D
- Qgis
- Argis
- TDS
- Excel
- Word

### **3.8 Técnicas y análisis de datos.**

- Descarga de datos
- Exportas datos a los programas especializados
- Interpretación resultados del laboratorio
- Estudio topográfico

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. Datos de la zona**

##### **a) Localización geográfica**

“El distrito de Colasay se encuentra en la región Cajamarca, en la provincia de Jaén”.

“En el siguiente cuadro apreciaremos los datos exactos de la ubicación geográfica de este distrito”.

CHUNCHUCA	
NORTE:	9353712
ESTE:	720710
ALTURA:	1130 m.s.n.m

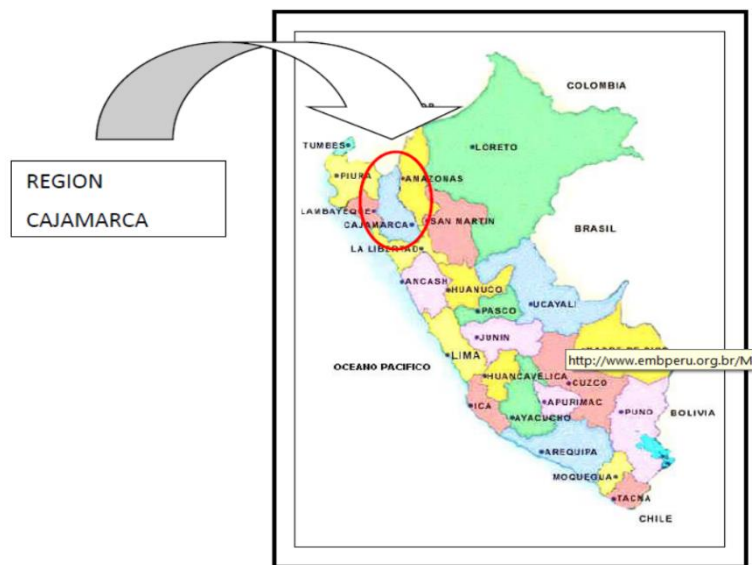
PLATANURCO	
NORTE:	9358273
ESTE:	718741
ALTURA	1170 m.s.n.m



## b) Localización geográfica

Región : Cajamarca  
Departamento : Cajamarca  
Provincia : Jaén  
Distrito : Colasay  
Localidad : Chunchuca y Platanurco

*Figura3: Nivel nacional: Mapa del Perú con ubicación de la región de Cajamarca*



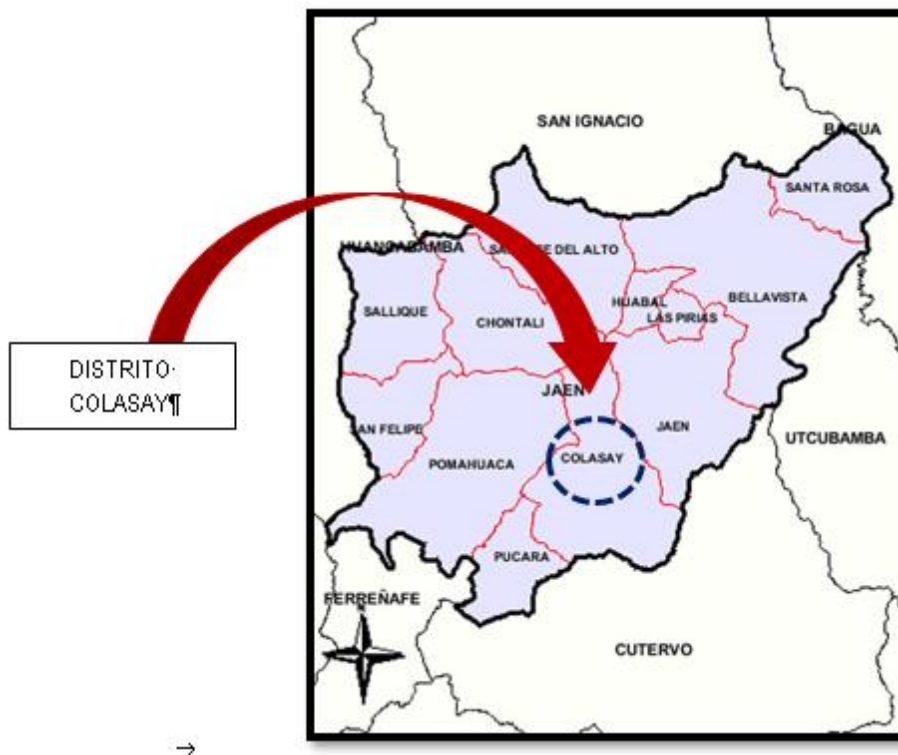
Fuente: Explorador Windows

Figura 4: Ubicación de la provincia de Jaén en el mapa de la región Cajamarca.



Fuente: Explorador Windows

Figura 5: Ubicación del distrito de Colasay en el mapa de la provincia de Jaén.



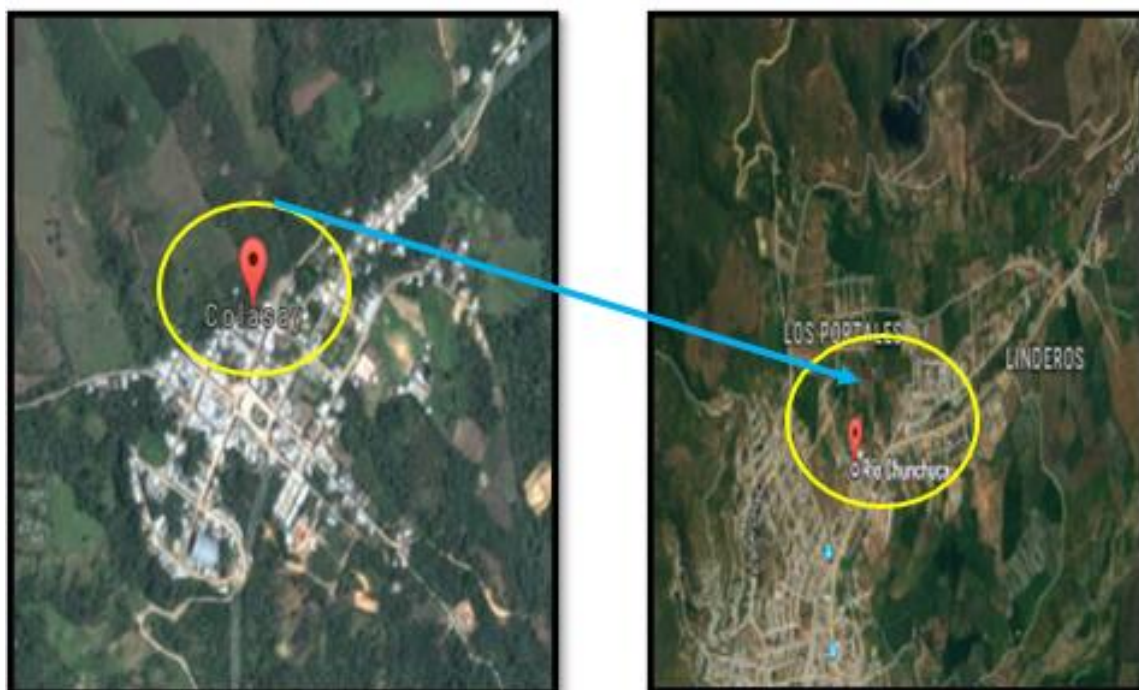
Fuente: Explorador Windows

Figura 6: Ubicación de las localidades de Chunchuca y Platanurco.



Fuente: Google Earth. 2015

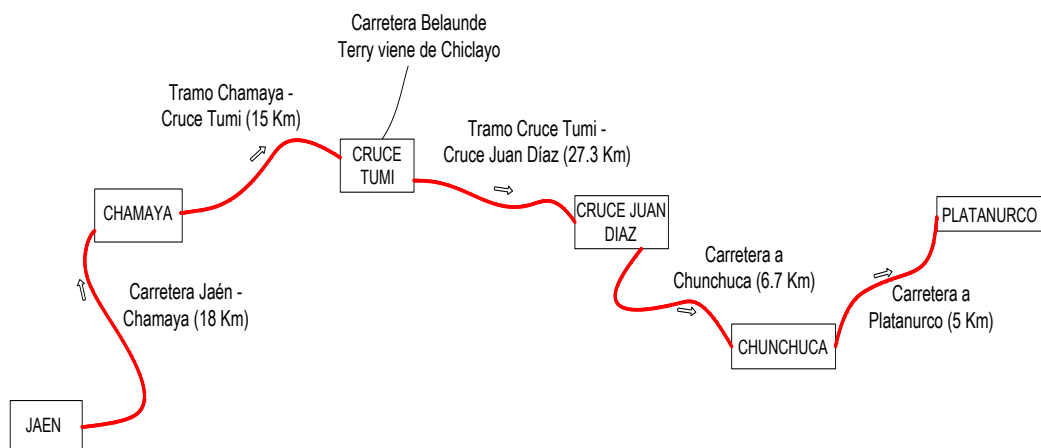
Ilustración 7: Localización de la zona del Proyecto (Localidades de Chunchuca y Platanurco).



Fuente: Google Earth. 2015

c) vías de acceso

Ilustración 6: vías de acceso a la zona de proyecto



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Límites de accesibilidad del proyecto – jaén – Chunchuca y platanurco

Inicio	Fin	Distancia (km)	Tiempo (min)	Medio	Estado de la vía
Jaén	Chamaya	18	30	Terrestre	Asfaltada
Chamaya	Cruce Tumi	15		Terrestre	Asfaltada
Cruce Tumi	Cruce Juan Díaz	27.3	60	Terrestre	Afirmada en buen estado
Cruce Juan Díaz	Chunchuca	6.7		Terrestre	Afirmada en buen estado
Chunchuca	Platanurco	5	20	Terrestre	Afirmada en regular estado
TOTAL		72	110		

Fuente: Información y elaboración propia

#### **d) Descripción de la localidad**

##### **▪ Aspectos físicos**

###### **• Clima**

“La Provincia de Jaén y sus distritos, se caracterizan por la diversidad de microclimas con Temperaturas absolutas, que oscilan entre 15°C y 25°C. (Según Información obtenida de SENAMHI)”.

“El periodo de lluvias dura de diciembre hasta abril aproximadamente, En la época de verano, en los meses de agosto a octubre se presentan vientos fuertes que afecta la agricultura”.

###### **• Topografía**

“La topografía del lugar de las localidades es ligeramente accidentada, el suelo es arcilloso, arenosos, pedregoso o cascajoso; la zona es netamente agrícola, existiendo gran variedad de vegetación”.

“La localidad de Chunchuca se encuentra ubicada aproximadamente a una altura de 1130 m.s.n.m. y la localidad de Platanurco de 1170 m.s.n.m”

###### **• Tipo de suelo**

“Las características de los suelos de las localidades de Chunchuca y Platanurco corresponden a los denominados por la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) como Leptosoles (del griego leptos = fino); suelos superficiales gravillosos y pedregosos llamados también Rendzinas por encontrarse sobre roca calcárea; con afloramientos rocosos, cubiertos por cultivos agrícolas y pastos naturales”.

“Vertisoles Se localizan principalmente en las laderas; su permeabilidad es moderada a moderadamente rápida, con textura ligera, drenaje excesivo y de reacción moderadamente alcalina”

Su fertilidad depende de la altitud en la que estén; son ricos en materia orgánica y cuentan con una cobertura vegetal considerable pese al deterioro por su explotación no planificada”.

- **Aspectos económicos**

“Están conformadas entre otras, por la actividad agrícola y la actividad pecuaria”. “En la actividad agrícola se considera la diversidad de los cultivos y sus principales variables de producción; los diferentes tipos de ganado, estado sanitario, la transformación de productos. Así mismo, se incluyen datos sobre la agricultura que se realiza en las localidades de Chunchuca y Platanurco”

- **Agricultura**

“En las localidades de Chunchuca y Platanurco, la agricultura se encuentra directamente influenciada por los pisos altitudinales. Es la actividad económica en la que están involucrados la gran mayoría de peruanos y el cual se encuentran en la población económicamente activa. Los productos están destinados principalmente para garantizar el auto consumo y comercializan en menor cantidad para adquirir otros alimentos complementarios”.

“La asistencia técnica es débil y los pobladores no tienen la experiencia suficiente para la comercialización de sus productos. Sus cultivos principales son: café, ciruela, plátano, arroz, cacao, papa, arveja, frijol y la siembra de trigo, por escases de agua solo esperan las temporadas de lluvia para el manejo de sus sembríos”.

- **Ganadería**

“La ganadería cumple múltiples funciones para los campesinos. Además de restituir la fertilidad de los suelos de cultivo gracias al estiércol y de proporcionar tracción y transporte animal, representa un ingreso económico importante”. “También cumple función de ahorro y de capitalización, y de garantía para acceder a créditos. Abastece de alimentosa la familia y de materia prima para la artesanía. Permite, asimismo, amortiguar los riesgos de la agricultura”.

- **Comercio**

“En las localidades de Chunchuca y Platanurco se realizan actividades comerciales venta de sus productos de cada semana en los distritos de Colasay”. “Dentro de sus productos que venden en el mercado, encontramos principalmente productos agrícolas tales como: Café, papa, maíz, arveja; también la venta de ganado se efectúa a través de intermediarios locales”.

## **4.2. Aspectos sociales**

### **A. Población afectada**

“El área de influencia del proyecto corresponde a las localidades de Chunchuca y Platanurco ubicada en el distrito de Colasay, provincia de Jaén”.

“Los usuarios potenciales constituyen el universo de habitantes de las localidades de Chunchuca y Platanurco, quienes son vulnerables a adquirir enfermedades a causa de la ingesta del agua en condiciones no aptas para el consumo humano y por la

contaminación ambiental por el inadecuado uso de los medios para evacuar las excretas”.

“Según información recopilada en campo (Ficha de empadronamiento vivienda por vivienda), la población total del área de influencia es de 242 Chunchuca y 134 Platanurco”.

“El área de influencia es el ámbito donde se ubican los afectados por el problema para el presente estudio los afectados por el problema es la población de las localidades de Chunchuca y Platanurco. En tal sentido, el proyecto podrá servir, influenciar o modificar el comportamiento socioeconómico de dicha zona”.

#### **B. Delimitación del área de influencia.**

“Para la determinación del área de influencia de las localidades de Chunchuca y Platanurco en estudio se han considerado los siguientes criterios”.

- “La demarcación político administrativo existente, en este caso rural, que constituye una aproximación importante del área de influencia y en el nivel mínimo de información socioeconómicas disponible en los documentos oficiales”.
- “La existencia de accidentes geográfico limitado en área en cuencas hidrográficas”.
- “Grados de desarrollo de las actividades productivas, centros de acopio, mercados, entre otros”.
- “Intensidad y frecuencia de los flujos comerciales entre los principales centros poblados y/o comunidades, sus actividades económicas, administrativas y sociales (educación y salud) y las



distancias hacia los centros de acopio o mercados zonales de las comunidades o Caserío”.

- “Sobre la base de estos criterios y con el reconocimiento de los trabajos de campo se ha delimitado el área de influencia del proyecto”.

### **C. Viviendas de la localidad**

“La población de las localidades de Chunchuca y Platanurco que está ubicado en la provincia de Jaén, región de Cajamarca”.” La cantidad de población estimada para el área de influencia del estudio en el año 2017 es el siguiente: En Chunchuca existen 81 viviendas, además 04 instituciones públicas, 02 instituciones sociales, y en Platanurco existen 45 viviendas, además 01 institución pública”. “En Chunchuca un total de 87 edificaciones empadronadas y en Platanurco un total de 46 edificaciones empadronadas”.

*Cuadro N° 03: Cuadro de la Cantidad de Edificaciones*

<b>Población del área de influencia Chunchuca</b>	
Viviendas domestica	81
Instituciones publicas	4
Instituciones sociales	2
Total de edificaciones	87
Edificaciones reales	87

<b>Población del área de influencia Platanurco</b>	
Viviendas domestica	45
Instituciones publicas	1
Total de edificaciones	46
Edificaciones reales	46

*Fuente: Ficha de empadronamiento – 2017*

“Debemos indicar que el empadronamiento indica que las localidades de Chunchuca y Platanurco cuentan con dos instituciones educativas de nivel inicial y una institución educativa primaria, las cuales funcionan en un mismo predio (edificación N° T - 116), dicha información ha sido obtenida en campo a través de la ficha de instituciones educativas”.

➤ **Promedio de personas por vivienda**

“El número de integrantes por vivienda es variado, de los cuales los datos más resaltantes son”:

- “En Chunchuca, el 27% está integrada de 02 personas y el 58% está integrada con el rango de 01, 03 y 04 personas, y el punto menos representativo es de 05 a más personas que es de un 15%”.
- “En Platanurco, el 26.5% está integrada por 04 personas y el 60% está integrada con de rango de 01 a 03 personas, y el punto

menos representativo es de 05 a más personas que es de un 13.5%.”

### **4.3. Salud y saneamiento básico**

#### **A. Salud**

“Durante la recolección de información insitu, la población manifiesta que sufren de enfermedades como son: respiratorias e intestinales, entre otras, siendo tratada en su gran mayoría de forma casera y a través de los puestos de salud más cercanos”.

#### **B. Saneamiento básico**

- **Servicio de agua**

“Actualmente las localidades de Chunchuca y Platanurco, cuentan con un sistema de abastecimiento de agua por gravedad sin tratamiento (GST), que abastece a un total de 120 edificaciones que fue ejecutada en el año 2002 en convenio con La municipalidad distrital de Colasay construyo el sistema por gravedad sin planta de tratamiento, por ello la población de la localidad conformó de manera inadecuada un Comité de gestión del sistema de abastecimiento de agua, quien asumió la responsabilidad de velar por la operatividad del sistema”.

“Por el paso del tiempo se nota el deterioro en las estructuras construidas, las mismas que son reparadas de forma artesanal por los pobladores, notándose la escasa preparación en cuanto a operación y mantenimiento del sistema”.

- **Servicio de saneamiento**

“En las localidades de Chunchuca y Platanurco desde su creación hasta la actualidad no cuentan con ningún tipo de proyecto de saneamiento básico rural, algunos ellos realizan sus necesidades”

“En letrinas de hoyo seco que fueron elaboradas con sus propios recursos y los que no cuentan con este servicio recurren al aire libre o bosque”.

“Muchas de ellas ya han sido clausuradas ya que en tiempos de lluvia han sido llenadas de agua, ocasionando un foco infeccioso en la localidad”.

- **Características de las viviendas en el distrito**

“El material predominante utilizado para la construcción de las viviendas es el adobe en un 62.6%, de tapial el 15.4%; de madera y material noble es del 22%”.

“Estas características de la vivienda son propias de las zonas rurales especialmente en departamento de Cajamarca, el tapial (mezcla de tierra, piedra y paja de trigo o cebada, esto encofrado en un cajón) es elaborado por los propios pobladores y la madera se encuentra con gran facilidad en la zona”.

- **Características de la educación en el distrito**

“En el ámbito educativo, en las localidades de Chunchuca y Platanurco cuentan con instituciones educativas de nivel inicial y primaria”.

Cuadro N° 04: Cuadro de I.E. en Chunchuca y Platanurco

Código modular	Nombre de IE	Nivel / Modalidad	Dirección de IE	Centro Poblado	Departamento / Provincia / Distrito
0491951	16846	Primaria	Platanurco	Platanurco	Cajamarca / Jaén / Colasay
1682723	16846	Inicial - Jardín	Platanurco	Platanurco	Cajamarca / Jaén / Colasay
0257931	16092	Primaria	Chunchuca s/n	Chunchuca	Cajamarca / Jaén / Colasay
0641654	16092 dos de mayo 1866	Secundaria	Chunchuca s/n	Chunchuca	Cajamarca / jaén / Colasay
0749911	059	Inicial - Jardín	Chunchuca s/n	Chunchuca	Cajamarca / Jaén / Colasay
1606752	Corazoncitos Alegres	Inicial no Escolarizado	Chunchuca	Chunchuca	Cajamarca / Jaén / Colasay

Fuente: Estadística de la calidad educativa

➤ **Obras de electrificación**

“La ciudad dispone de este servicio en forma permanente, las 24 horas del día. El 90% de la población cuenta con este servicio de electricidad.”

#### 4.4. Levantamiento topográfico

Tabla 5: Levantamiento Topográfico

Descripción	Escala 1:200	Escala 1:500	Escala 1:1000	Escala 1:2000
Puntos por ha (en media) y todos los detalles planimétricos	200	50	36	16
Cuadrículado (o espacio entre secciones)	5 m.	10 m.	20 m.	40 m.
Tolerancia planimétrica	0.1 m.	0.1 m.	0.2 m.	1 m.
Tolerancia altimétrica en puntos cotados	± 2 cm.	± 5 cm.	± 10 cm.	± 20 cm.

➤ **Implantación de hitos**

*Tabla 6: Implantación de hitos*

Descripción	Triangulación- Trilateración				Poligonales
	1er orden	2do orden	3er orden	4to orden	Secundarias
Límite de error azimutal	1" (N) 1/2	5" (N) 1/2	10" (N) 1/2	15" (N) 1/2	30" (N) 1/2
Reiteraciones (métodos de las direcciones)	18	5	5	5	2
largo de los lados min /máx.	4-12 KM.	1-5 KM.	0.5 - 2 KM.	0.1 - 1 KM.	-
Máximo error en la medición de distancia	1:100,00	1:50,000	1:20,000	1:10,000	1:5,000
Cierre después del ajuste azimutal	1:50,000	1:20,000	1:10,000	1:5,000	1:3,000
Criterio de cálculo y compensación	MC	MC	MC	Crandall o	Crandall o

MC = Mínimo Cuadrados

N = Numero de vértices.

➤ **Nivelacion geometrica**

*Tabla 7: Nivelación geométrica*

N = Distancia en km.

• **Poligonal cerrada**

Descripción	Triangulación- Trilateración				Nivelación
	1er orden	2do orden	3er orden	4to orden	corriente
Tolerancia	4 mm.(N) 1/2	6 mm.(N) 1/2	10 mm (N)	15 mm (N) 1/2	30 mm.(N) 1/2
Distancia máx. entre rn. (transporte de cota)	1 km.	1 km.	2 km.	3 km.	-
Max. Diferencia entre nivelación y contra nivelación x 1 km.	4 mm.(n) 1/2	6 mm	10 mm.	-	-
Máxima extensión de visada	50 m.	60 m.	80 m.	-	-
Equipo accesorios utilizado	micrómetro	micrómetro	-	-	-
Apoyo de mira	mira invar hitos	mira invar bases	bases	bases	-
Distancia máx. Entre BM de control en la obra	200 m.	300 m.	-	-	-

“Se realizó el reconocimiento del terreno para ver sus características más resaltantes y la posterior ubicación de los vértices de dicha Poligonal.

Posteriormente se realizó el pintado y fijación de los vértices de la Poligonal; Se realizó la medición de ángulos horizontales, verticales y distancias, siendo tomados como puntos de partida el hito BM de Coordenadas U.T.M. y en el Sistema Elipsoidal WGS-84”.

- **Medición de ángulos**

“Se obtuvo ángulos internos (horizontales) y ángulos directos (verticales) apoyados en la Estación Total marca Topcon con precisión al segundo, mediante observaciones a los prismas ubicados en cada vértice de dicha poligonal”.

- **Medición de distancias**

“Se efectuó la medición de los lados de la Poligonal apoyados en el distanciómetro de la Estación Total cuya precisión es de 0.001 ms”.

“Asimismo, se realizó el respectivo levantamiento taquimétrico para obtener los detalles del terreno en cuestión”.

➤ **Trabajos de gabinete**

Consta de las siguientes etapas:

- Ordenamiento de datos y comprobaciones generales de libretas de campo.
- Cálculo de la poligonal de apoyo: lados y ángulos internos.
- Cálculo de Coordenadas Topográficas.
- Cálculo de cotas de las estacas de la poligonal de apoyo.
- Cálculo de las cotas taquimétricas.
- Dibujo de planos.

“Para el caso de la poligonal de control se realizó con los equipos de Estación Total y un Tribach básicamente para poder obtener valores de posición y niveles de error mínimos”. “Para ello, se tomaron lecturas de distancia repetida y en modo fino del instrumento lo que significa que, en un intervalo de tiempo de 2,5 segundos por visada, utilizando de este tiempo el promedio de lecturas computarizadas, cada una de esas medidas



con rayos infrarrojos de onda corta, viajando a la velocidad de la luz dan una cantidad considerable de precisión al desnivel resultante, el cual se resulta principalmente de los puntos fijos de la posición del Tribach utilizado. Además, se realizaron los ajustes por temperatura y presión en el momento de la colección de datos”.

“Para la compensación del cálculo de coordenadas, se utilizaron fórmulas de cálculo conocidas que ajusta las poligonales por el método de compensaciones lineales, el cual es un método preciso y de cierre lineal y angular, el mismo está señalado en los términos de referencia. La posibilidad de utilizar equipos digitales en topografía evita necesidad de hacer los cálculos manualmente”.

- **Cálculo de la poligonal de apoyo**

“Para el cálculo de la poligonal topográfica de apoyo, se han realizado una serie de pasos analíticos nombrados en los términos de referencia de la entidad reguladora, los cuales están aprobados por las Normas Técnicas Peruanas e Internacionales”.

A continuación, se muestran los cálculos realizados en la Localidad.

- ❖ **Ángulos de la poligonal de apoyo.**

*Tabla 8: Ángulos de la Poligonal de Apoyo-CHUNCHUCA*

VERTICE	LADO	ANG. INTERNO
BM01	BM1-BM02	124°7' 4"
BM02	BM02-BM03	56°31' 32"
BM03	BM03-BM04	158°37' 7"
BM04	BM04-BM05	243° 2' 53"
BM05	BM05-BM06	143°18'2"
BM06	BM06-BM07	250°56'1"
BM07	BM07-BM08	35°12'17"
BM08	BM08-BM01	68°15'3"

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9: Ángulos de la Poligonal de Apoyo-PLATANURCO**

VERTICE	LADO	ANG. INTERNO
BM01	BM01-BM02	3°31'39"
BM02	BM02-BM03	203°5'40"
BM03	BM03-BM04	132°40'42"
BM04	BM04-BM05	189°58'2"
BM05	BM05-BM06	177°42'31"
BM06	BM06-BM07	214°9'15"
BM07	BM07-BM08	192°15'13"
BM08	BM08-BM09	126°46'31"
BM09	BM09-BM10	52°31'1"
BM10	BM10-BM01	147°19'26"

Fuente: Elaboración propia

❖ **Cálculo de compensación de ángulos**

Numero de lados: 4

Sabemos:

I = Suma Real Angular

I' = Suma Angular de Campo

$$I = 180^\circ \times (n - 2)$$

$$I = 180^\circ \times 2$$

$$I = 360^\circ$$

❖ **Compensación de los ángulos internos de la poligonal.**

“Se compensará teniendo en cuenta la suma de distancias dentro del centro del ángulo de rotación hacia los lados de los mismos, siendo el orden de precisión y/o donde se cometerá el mayor error, el que tenga mayor distancia sumada y así consecutivamente; y se compensará de esa forma el valor del error a dicho ángulo que contenga la suma mayor”.

❖ **Medición de distancias electrónicas de la poligonal.**

“Se compensará teniendo en cuenta la fórmula práctica de ángulos internos y un Azimut del lado de partida base, de donde se tiene los datos de coordenadas U.T.M. y altura absoluta, dicha fórmula es la siguiente”:

Azimut de lado (Az.  $K_4/K_2$ ) = Azimut de inicio (Az.  $K_4/K_2$ ) - ángulo Hrz +180°

En caso que la suma pase de 360° se restará esa misma cantidad para obtener el valor en el cuadrante respectivo.

❖ **Medición de distancias de la poligonal**

*Tabla 10: Medición de distancias de la poligonal-Chunchuca*

Vértice	Lado	Ang. Interno	Distancia
BM01	BM1-BM02	124°7' 4"	346.37m
BM02	BM02-BM03	56°31' 32"	717.82m
BM03	BM03-BM04	158°37' 7"	459.97m
BM04	BM04-BM05	243° 2' 53"	331.22m
BM05	BM05-BM06	143°18'2"	280.61m
BM06	BM06-BM07	250°56'1"	490.11m
BM07	BM07-BM08	35°12'17"	924.83m
BM08	BM08-BM01	68°15'3"	1934.61m

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 11: Medición de distancias de la poligonal-PLATANURCO*

Vértice	Lado	Ang. Interno	Distancia
BM01	BM01-BM02	3°31'39"	337.31m
BM02	BM02-BM03	203°5'40"	350.93m
BM03	BM03-BM04	132°40'42"	428.09m
BM04	BM04-BM05	189°58'2"	651.27m
BM05	BM05-BM06	177°42'31"	419.22m
BM06	BM06-BM07	214°9'15"	377.57m
BM07	BM07-BM08	192°15'13"	524.60m
BM08	BM08-BM09	126°46'31"	201.34m
BM09	BM09-BM10	52°31'1"	309.98m
BM10	BM10-BM01	147°19'26"	2817.86m

Fuente: Elaboración propia

❖ **Cálculo de las coordenadas parciales de los vértices de la poligonal y compensación de coordenadas parciales de los vértices.**

“Se calcularán las coordenadas parciales para apreciar el error lineal cometido y realizar la compensación respectiva a las coordenadas absolutas de los vértices de la poligonal teniendo como parámetros algunos datos establecidos por los órganos encargados”.

(Error específicos:  $E_r=2,500$ )

❖ **Fórmulas de cálculo de coordenadas parciales:**

**(Este)  $X = \text{Dist. L (SenZ)}$**

**(Norte)  $Y = \text{Dist. L (CosZ)}$**

Siendo:

La compensación se ve de la fórmula :

$C_x = -(E_x/P) \times l_p$   
 $C_y = (E_y/P) \times l_p$

P= Perimetro  
 Lp= Longitud Parcial

<b>Luego:</b>	<b>Ex=</b>		<b>-0.001739672</b>
	<b>Ey=</b>		<b>0.003855013</b>
Cálculo del Error Total de Cierre			
<b>Et=</b>	$\sqrt{(E_x)^2 + \sqrt{(E_y)^2}}$		

❖ **Puntos topográficos**

“Estos puntos fueron levantados como nudos topográficos orientados a generar las curvas de nivel”. “Se utilizó el equipo de Estación Total para poder ubicarlos en campo”. “Estos puntos fueron apoyados en coordenadas y cotas desde las estaciones de control para los levantamientos ya descritos”.

“La descripción de los puntos tomados en campo se realizó en coordinación con el Técnico de Campo y el Técnico de Gabinete,

quienes acordaron una codificación para cada detalle encontrado en campo, tales como”:

*Tabla 12: Puntos Topográficos*

<b>CODIGO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
BM	BM
TN	Terreno natural
Pista	Pista
Casa	Casa
Local Comunal	Local Comunal
R	Relleno
Baño	Baño
M	Medio o eje
Calicata	Calicata
Estación	Estación
Colegio	Colegio
Iglesia	Iglesia
Puente	Puente

“Luego de los trabajos de campo y gabinete, se obtuvieron los siguientes resultados en las coordenadas de los vértices más importantes; así como los puntos de BMs, dejados en la localidad”:

*Tabla 13: Coordenadas de los BM – CHUNCHUCA*

<b>Puntos de Control</b>	<b>Coordenada utm wgs 84</b>		
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Cota</b>
BM01	722027.9648	9353970.1737	1320.00
BM02	722175.8984	9353656.9821	1305.00
BM03	721465.3999	9353759.2532	1250.20
BM04	721065.3461	9353986.2609	1175.60
BM05	720789.0690	9353803.5654	1135.40
BM06	720508.9050	9353819.3453	1085.20
BM07	720323.0093	9353365.8604	1085.28
BM08	720116.3108	9354267.2933	1030.20

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 14: Coordenadas de los BM – PLATANURCO*

<b>Puntos de Control</b>	<b>Coordenada UTM WGS 84</b>		
	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Cota</b>
BM01	721751.1398	9358940.1582	1520.40

BM02	721421.4253	9358868.9748	1450.60
BM03	721134.9375	9358666.3007	1438.00
BM04	720716.2745	9358755.6303	1397.00
BM05	720065.4297	9358779.2366	1320.00
BM06	719647.4302	9358811.1696	1250.00
BM07	719319.7401	9358623.6091	1180.00
BM08	718930.1279	9358272.3189	1210.20
BM09	718732.6092	9358311.3772	1178.00
BM10	718965.3759	9358516.0940	1160.00

Fuente: Elaboración propia

### Vértices de la poligonal

Tabla 15: *Vértices de la poligonal –CHUNCHUCA*

Vértice	Lado	Ang. Interno	Este (x)	Norte (y)	Distancia
BM01	BM1-BM02	124°7' 4"	722027.964 8	9353970.173 7	346.37m
BM02	BM02- BM03	56°31' 32"	722175.898 4	9353656.982 1	717.82m
BM03	BM03- BM04	158°37' 7"	721465.399 9	9353759.253 2	459.97m
BM04	BM04- BM05	243° 2' 53"	721065.346 1	9353986.260 9	331.22m
BM05	BM05- BM06	143°18'2 "	720789.069 0	9353803.565 4	280.61m
BM06	BM06- BM07	250°56'1 "	720508.905 0	9353819.345 3	490.11m
BM07	BM07- BM08	35°12'17 "	720323.009 3	9353365.860 4	924.83m
BM08	BM08- BM01	68°15'3"	720116.310 8	9354267.293 3	1934.61m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Vértices de la poligonal – PLATANURCO

Vértice	Lado	Ang. Interno	Este (x)	Norte (y)	Distancia
BM01	721751.1398	3°31'39"	721751.1398	9358940.1582	1520.40
BM02	721421.4253	203°5'40"	721421.4253	9358868.9748	1450.60
BM03	721134.9375	132°40'42"	721134.9375	9358666.3007	1438.00
BM04	720716.2745	189°58'2"	720716.2745	9358755.6303	1397.00
BM05	720065.4297	177°42'31"	720065.4297	9358779.2366	1320.00
BM06	719647.4302	214°9'15"	719647.4302	9358811.1696	1250.00
BM07	719319.7401	192°15'13"	719319.7401	9358623.6091	1180.00
BM08	718930.1279	126°46'31"	718930.1279	9358272.3189	1210.20
BM09	718732.6092	52°31'1"	718732.6092	9358311.3772	1178.00
BM10	718965.3759	147°19'26"	718965.3759	9358516.0940	1160.00

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5. Cálculo de la demanda de agua de Chunchuca

Para el cálculo de la demanda de agua se requiere analizar

cuatro variables, que son:

- Periodo de diseño
- Población futura
- Dotación de agua
- Cálculo de caudales de diseño

##### ➤ Determinación del periodo de diseño

Según DIGESA, el periodo de diseño que debe considerarse de acuerdo al tipo de sistema a implementar

Sistema	Periodo (años)
Gravedad	20
Bombeo	10
Tratamiento	10

**Nota:** La red de tuberías debe diseñarse para 20 años en todos los casos.

*Por lo tanto, consideraremos un periodo de diseño de 20 años.*

➤ **Cálculo de la población futura**

• **Población actual**

“La población actual se obtendrá de la información de las autoridades locales, relacionándolo con el conteo de viviendas y el número de habitantes por familia”.

Sector	N° Familias	N° Hab/Fam	N° Habit.
CHUNCHUC A	81	2.99	242.19
<b>Total</b>	<b>81</b>		<b>242</b>

• **Tasa de crecimiento**

“Se calculará teniendo en cuenta los censos realizados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) para la población rural del **Distrito de Colasay** correspondiente a los censos”

Censo	Poblac. (Hab.)
1993	12486
2007	9793

○ **Método del Interés Compuesto**

$$P_f = P_i \left( 1 + \frac{K_c}{100} \right)^n$$

$$K_c = \left( \frac{P_f}{P_i} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Según SNIP Donde:

Pf = Población final Pi =

Población inicial

Ks = Tasa de crecimiento anual

$\Delta t = t_f - t_i = N^\circ$  de años para los cuales se calcula la poblac

Año	Poblac. (hab)	$\Delta t$	Ks	$\Delta t * Ks$
1993	12486	***	***	***
2007	9793	14	-0.0172	-0.241
<b>TOTAL</b>		14		-0.241



Luego:

$$K_s = \frac{\sum \Delta t * K_s}{\sum \Delta t} = -0.0172 = -1.72\%$$

- Proyección de la población domestica

“La población futura se determinará a partir de la fórmula del interés simple para cada uno de los caseríos que conforman el proyecto”.

Donde:

$$P_f = P_i \times [1 + K_s (t_f - t_i)]$$

Pf = ? Población final (año 2036)  
 Pi = 242 Población inicial (año 2016)  
 Ks = -0.0172 Tasa de crecimiento  
 tf = 2036 Año final (2036)  
 ti = 2016 Año inicial (2016)

Sectores	Pob. Actual (Pi)	Tasa crecimiento	Periodo de diseño (tf-ti)	Pob. Final (Pf)
CHUNCHUC A	242	-1.72%	20	242
<b>TOTAL</b>				<b>242</b>

**Debido a que la tasa de crecimiento es negativa, la población de diseño se considerara la misma que la población actual**

- Proyección de la población estudiantil

La población futura se determinará a partir de la fórmula del interés simple para cada una

$$P_f = P_i \times [1 + K_s (t_f - t_i)]$$

de las Donde:

Pf = ? Población final (año 2036)  
 Pi = N° alumnos Población inicial (año 2016)  
 Ks = 0.0000 Tasa crecimiento  
 tf = 2036 Año final (2036)  
 ti = 2016 Año inicial (2016)

○ **I.E. Secundaria N° 1866 CHUNCHUCA**

“Según información de la oficina de Estadística de la Calidad Educativa (ESCALE) se tiene la siguiente tabla con la cantidad total de alumnos matriculados de 1° a 6° grado para el”

Año	N° Alumnos
2009	72
2010	80
2014	73
2015	55
2016	58
<b>Promedio</b>	<b>80</b>

**Nota:** estudiantil aumenta ligeramente en cada año se tomará el mayor valor como población estudiantil actual.

I.E.	Pob. Actual (Pi)	Tasa crecimiento	Periodo de diseño (tf-ti)	Pob. Final (Pf)
Primaria	80	0.00%	20	80
<b>TOTAL</b>				<b>80</b>

○ **I.E. Primaria N° Chunchuca**

“Según información de la oficina de Estadística de la Calidad Educativa (ESCALE) se tiene la siguiente tabla con la cantidad total de alumnos matriculados de 1° a 6° grado para el”

Año	N° Alumnos
2010	58
2013	44
2014	47
2015	57
2016	60
<b>Promedio</b>	<b>60</b>

**Nota:** estudiantil aumenta ligeramente en cada año se tomará el mayor valor como población estudiantil actual.

I.E.	Pob. Actual (Pi)	Tasa crecimiento	Periodo de diseño (tf-ti)	Pob. Final (Pf)
Primaria	60	0.00%	20	60
<b>TOTAL</b>				<b>60</b>

○ **I.E. inicial N° 059 Chunchuca**

“Según información de la oficina de estadística de la calidad educativa (ESCALE) se tiene la siguiente tabla con la cantidad total de alumnos matriculados para el periodo 2012 – 2016”.

Año	N° Alumnos
2012	20
2013	20
2014	19
2015	18
2016	20
<b>Promedio</b>	<b>20</b>

**Nota:** estudiantil aumenta ligeramente en cada año se tomará el mayor valor como población estudiantil actual.

Luego:

I.E.	Pob. Actual (Pi)	Tasa crecimiento	Periodo de diseño (tf-ti)	Pob. Final (Pf)
INICIAL	20	0.00%	20	20
			<b>TOTAL</b>	<b>20</b>

➤ **Dotación de agua**

- Uso doméstico

“La población beneficiada se ubica en una zona rural, por lo que se tendrá que utilizar Unidades Básicas de Saneamiento (UBS) del tipo arrastre hidráulico. La dotación para cuando se usa este tipo”

Dotaciones para zonas rurales	
Región geográfica	Letrinas con arrastre hidráulico (Según SNIP)
Costa	90 lt/hab/día
Sierra	80 lt/hab/día
Selva	100 lt/hab/día

**Nota:** Para el presente proyecto se utilizará la dotación de **80 l/hab/d**, teniendo en cuenta que el proyecto se ubica en una región tipo sierra (clima frío).

Descripción	Dotación (l/p/d)	N° Personas	Demanda Diaria (l/p)
Viviendas	80	242	19360
<b>TOTAL</b>			<b>19360</b>

- **Uso estatal**

Descripción	Dotación (l/p/d)	N° Personas	Demanda Diaria (l/p)
I.E. Secundaria	20	80	1600
I.E. Primaria	20	60	1200
INICIAL	20	20	400
<b>TOTAL</b>			<b>1600</b>

D

- **Uso social**

Descripción	Dotación (l/p/d)	N° Personas	Demanda Diaria (l/p)
casa comuna	80	2.99	239.2
iglesia	80	2.99	239.2
-	80	2.99	239.2
<b>TOTAL</b>			<b>478.4</b>

- **Resumen dotación de agua**

Descripción	Dotación (l/d)
Uso doméstico	19360
Uso estatal	1600
uso social	478.4
Pileta	2344.1
<b>TOTAL</b>	<b>23782.5</b>

➤ Cálculo de caudales de diseño

- **Caudal promedio (Qm)**

$$Q_p [l/s] = \frac{\text{Dotación} \left[ \frac{l}{\text{hab día}} \right] \times \text{Población diseño} [\text{hab}]}{86400}$$

$$Q_{md} [l/s] = 1,3 \times Q_p [l/s]$$

$$Q_{mh} [l/s] = 2,0 \times Q_p [l/s]$$

Sectores	Dotación (lt/hab/día)	Caudal promedio (lt/seg)
Chunchuca	23782.5	0.28

o **Caudal máximo diario (Qmd)**

$$Q_{md} = Q_m * K_1$$

Donde:

$$K_1 = 1.3$$

RNE

Según

Sectores	Caudal promedio (l/s)	Factor K1 = 1.3	Caudal máximo diario (lt/seg)
Chunchuca	0.28	1.3	0.36

o **Caudal máximo horario (Qmh)**

$$Q_{mh} = Q_m * K_2$$

Donde:

$$K_2 = 2$$

entre 1.5 y 2.5

Varía

Sectores	Caudal promedio (l/s)	Factor K2 = 2	Caudal máximo horario (lt/seg)
Chunchuca	0.28	2	0.55

Predimensionamiento de reservorio 1

➤ “Capacidad del reservorio

Para regular el caudal en las horas de máxima demanda se requiere la construcción de un reservorio apoyado. La capacidad del reservorio será igual al volumen que resulte de las siguientes”

- ✓ Volumen de equilibrio o regulación (Ve)
- ✓ Volumen contra incendio (Vci)
- ✓ Volumen de reserva (Vr)

Luego:

$$V_{\text{reservorio}} = V_e + V_{ci} + V_r$$

➤ **Volumen de equilibrio (Ve)**

“Cuando no se dispone de datos el RNC recomienda adoptar e”l

20% del caudal promedio, es decir:  $V_e = 0.20 \cdot Q_m$

Sector	Caudal promedio (l/s)	Factor	Vol. Equilib. (m3)
Chunchuca	0.28	0.20	4.76

➤ **Volumen contra incendio (Vci)**

$V_{ci} = 0.00 \text{ m}^3$  No se justifica para poblaciones menores a 10000 hab. (Seg

➤ **Volumen de reserva (Vr)**

$V_r = (5\% - 10\%) \cdot V_e$  Tomamos un valor de 10% como aceptable para el proyecto.

Sector	Vol. Equilibrio (m3)	Factor	Vol. Reserva
Chunchuca	4.76	0.10	0.48

➤ **Volumen total de reservorio (Vt)**

Sector	Vol. Equilibrio (m3)	Vol. Contra incendio (m3)	Vol. Reserva	Vol. total (m3)	Consideramos
Chunchuca	4.76	0.00	0.48	5.23	10

Cálculo de las dimensiones del reservorio (circular)

➤ **Cálculo del diámetro (D) y la altura (H) del reservorio**

Para el redimensionamiento se debe tener en

cuenta la siguiente relación:

$h/D = 0.50 - 2.00$  D = diámetro interno

h = altura de agua

Tomamos la relación:

$$h = 0.5 \cdot D$$

Luego:

$$V = 3.1416 \cdot D^2 / 4 \cdot h$$

$$V = 3.1416 \cdot D^2 / 4 \cdot (0.5 \cdot D)$$

$$V = 0.3927 D^3$$

Sector	Vol. total (m3)	Diámetro $(V/0.3927)^{1/3}$	Altura $h=0.5 \cdot D$	Consideramos	
				Diámetro	Altura
Colapon	10.00	2.94	1.47	3.00	1.50

Por lo tanto, la altura de las paredes será:

$$H = ha + BI$$

$$BI = 0.30 \text{ m}$$

Borde libre

Sector	Altura del agua (ha)	Borde libre (BI)	Altura total
Colapon	1.50	0.30	1.80

➤ **Cálculo del espesor de las paredes (e), losa de fondo (e') y losa de techo**

(t)

- **Espesor de las paredes**

Se recomienda:

$$e = 0.05 \cdot ha + 0.01 \cdot r$$

Altura agua (ha)	Radio (r)	Espesor de pared (e)	Tomamos
1.50	1.50	0.09	0.15 m

- **Espesor de losa de fondo**

$$e' = 0.10 \cdot ha \quad \geq 0.20$$

Altura agua (ha)	Espesor losa de fondo (e')	Consideramos
1.50	0.15	0.15

**- Espesor de losa de techo**

$$t = L/30$$

$$L = D$$

<b>Diámetro (m)</b>	<b>Espesor losa de techo ( t )</b>	<b>Consideramos</b>
3.00	0.10	0.10

❖ **Diseño de la tubería de limpieza y rebose**

• **Datos**

De acuerdo a las líneas de entrada y de salida, tenemos:

- Diámetro de tub. de entrada (conducción) =2"
- Diámetro de tub. de salida =2"
- Volumen del reservorio (m<sup>3</sup>) =5m<sup>3</sup>
- Caudal máximo horario =0.55lt/seg

▪ **Dimensionamiento de la canastilla**

De acuerdo a las líneas de entrada y de salida, tenemos:

<b>Ø Tubería</b>	<b>Ø Canastilla</b>	<b>3xD</b>	<b>6xD</b>	<b>L. Canastilla</b>
2.0"	4"	15.24 cm	60.96 cm	

▪ **Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpieza**

“Este diámetro deberá tener una capacidad mayor al del caudal máximo horario total que ingresa al reservorio. Para que esto se cumpla, dimensionaremos la tubería con una capacidad cercana a su límite máximo”

Q = Qmaxh:	0.56 l/s =	0.000560 m <sup>3</sup> /s
Vmáx :	5.00 m/s	
Vmín :	0.60 m/s	

Luego:



$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

Dmáx :	1.36 Pulg.
Dmín :	0.47 Pulg.

Por lo tanto, consideramos diámetro de: 3.00 Pulg

Ø tub. rebose =	3.00 Pulg.
Ø cono rebose =	6.00 Pulg.

Nº	Volumen (Lts)	Tiempo (seg)	Caudal (l/seg)
1	4	4.10	0.98
2	4	4.05	0.99
3	4	3.95	1.01
4	4	3.99	1.00
5	4	4.08	0.98
<b>Promedio</b>			<b>0.99</b>

#### ❖ Cálculo de la demanda de agua

Para el cálculo de la demanda de agua se requiere

analizar cuatro variables, que son:

- 1.- Periodo de diseño
- 2.- Población futura
- 3.- Dotación de agua
- 4.- Cálculo de caudales de diseño

- Determinación del periodo de diseño

Según DIGESA, el periodo de diseño que debe considerarse de acuerdo al tipo de sistema a implementar

Sistema	Periodo (años)
Gravedad	20
Bombeo	10
Tratamiento	10

**Nota:** La red de tuberías debe diseñarse para 20 años en todos los casos.

**Por lo tanto, consideraremos un periodo de diseño de 20 años.**

- **Cálculo de la población futura**

- Población actual

La población actual se obtendrá de la información de las autoridades locales, relacionándolo con el conteo de viviendas y el número de habitantes por familia.

Sector	N° Familias	N° Hab/Fam	N° Habit.
PLATANURC O	45	2.97	133.65
<b>Total</b>	<b>45</b>		<b>134</b>

- Tasa de crecimiento

Se calculará teniendo en cuenta los censos realizados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) para la población rural del **Distrito de Colasay** correspondiente a los censos

Censo	Poblac. (Hab.)
1993	12486
2007	9793

- **Método del Interés Compuesto**

$$P_f = P_i \times [1 + K_C]^n$$

$$K_C = \left( \frac{P_f}{P_i} \right)^{\frac{1}{\Delta t}} - 1$$

Según SNIP Donde:

Pf = Población final Pi =

Población inicial

Ks = Tasa de crecimiento anual

$\Delta t = t_f - t_i =$  N° de años para los cuales se calcula la población

Año	Poblac. (hab)	$\Delta t$	Ks	$\Delta t * Ks$
1993	12486	***	***	***
2007	9793	14	-0.0172	-0.241
<b>TOTAL</b>		14		-0.241

Luego:

$$K_s = \frac{\sum \Delta t * K_s}{\sum \Delta t} =$$

$$-0.0172 = -1.72\%$$

- **Proyección de la población domestica**

“La población futura se determinará a partir de la fórmula del interés simple para cada uno de loscaseríos que conforman el proyecto”.

Donde:

$$P_f = P_i \times [1 + K_s (t_f - t_i)]$$

Pf =? Población final (año 2036)

Pi =134 Población inicial (año 2016)

Ks =-0.0172Tasa crecimiento

tf =2036 Año final (2036)

ti =2016 Año inicial (2016)

Sectores	Pob. Actual (Pi)	Tasa crecimiento	Periodo de diseño (tf-ti)	Pob. Final (Pf)
PLATANURCO	134	-1.72%	20	134
			<b>TOTAL</b>	<b>134</b>

Debido a que la tasa de crecimiento es negativa, la población de diseño se considerara la misma que la población actual

- **Proyección de la población estudiantil**

La población futura se determinará a partir de la fórmula del interés simple

$$P_f = P_i \times [1 + K_s (t_f - t_i)]$$

para cada una de

Pf = ?

Pi = N° alumnos

Ks = 0.0000

tf = 2036

ti = 2016

Donde:

Población final (año 2036)

Población inicial (año 2016)

Tasa crecimiento

Año final (2036)

Año inicial (2016)

- **I.E. Primaria N° 16846 Platanurco**

Según información de la oficina de Estadística de la Calidad

Educativa (ESCALE) se tiene lasiguiente tabla con la cantidad total

de alumnos matriculados de 1° a 6° grado para el

Año	N° Alumnos
2012	16
2013	18
2014	23
2015	23
2016	26
<b>Promedio</b>	<b>26</b>

**Nota:** estudiantil aumenta ligeramente en cada año se tomará el mayor valor como población estudiantil actual.

I.E.	Pob. Actual (Pi)	Tasa crecimiento	Periodo de diseño (tf-ti)	Pob. Final (Pf)
Primaria	26	0.00%	20	26
<b>TOTAL</b>				<b>26</b>

#### b) I.E. Inicial N° 16846 Platanurco

Según información de la oficina de Estadística de la Calidad Educativa (ESCALE) se tiene la siguiente tabla con la cantidad total de alumnos matriculados para el periodo 2012 - 2016.

Año	N° Alumnos
2012	0
2013	0
2014	0
2015	10
2016	8
<b>Promedio</b>	<b>10</b>

**Nota:** estudiantil aumenta ligeramente en cada año se tomará el mayor valor como población estudiantil actual.

Luego:

I.E.	Pob. Actual (Pi)	Tasa crecimiento	Periodo de diseño (tf-ti)	Pob. Final (Pf)
INICIAL	10	0.00%	20	10
<b>TOTAL</b>				<b>10</b>

- **Dotación de agua**

- **Uso doméstico**

“La población beneficiada se ubica en una zona rural, por lo que se tendrá que utilizar Unidades Básicas de Saneamiento (UBS) del tipo arrastre hidráulico. La dotación para cuando se usa este tipo”

Dotaciones para zonas rurales	
Región Geográfica	Letrinas con arrastre hidráulico (Según SNIP)
Costa	90 lt/hab/día
Sierra	80 lt/hab/día
Selva	100 lt/hab/día

**Nota:** Para el presente proyecto se utilizará la dotación de **80 l/hab/d**, teniendo en cuenta que el proyecto se ubica en una región tipo sierra (clima frío).

Descripción	Dotación (l/p/d)	N° Personas	Demanda Diaria (l/p)
Viviendas	80	134	10720

<b>TOTAL</b>	<b>10720</b>
--------------	--------------

- **3.1. Uso estatal**

No se cuenta con ninguna institución educativa en el sector.

Descripción	Dotación (l/p/d)	N° Personas	Demanda Diaria (l/p)
I.E. Primaria	20	26	520
INICIAL	20	10	200
<b>TOTAL</b>			<b>720</b>

- **Resumen dotación de agua**

Descripción	Dotación (l/d)
Uso doméstico	10720
Uso estatal	720
<b>TOTAL</b>	<b>11440</b>

- Cálculo de caudales de diseño

- **Caudal promedio (Qm)**

$$Q_p [l/s] = \frac{\text{Dotación} \left[ \frac{l}{\text{hab día}} \right] \times \text{Población diseño} [\text{hab}]}{86400}$$

$$Q_{md} [l/s] = 1,3 \times Q_p [l/s]$$

$$Q_{mh} [l/s] = 2,0 \times Q_p [l/s]$$

Sectores	Dotación (lt/hab/día)	Caudal promedio (lt/seg)
PLATANURCO	11440	0.13

- **Caudal máximo diario (Qmd)**

$$Q_{md} = Q_m \cdot K_1$$

Donde:

$$K_1 = 1.3$$

Según

RNE

Sectores	Caudal promedio (l/s)	Factor K1 = 1.3	Caudal máximo diario (lt/seg)
PLATANURCO	0.13	1.3	0.17

- **Caudal máximo horario (Qmh)**

$$Q_{mh} = Q_m \cdot K_2$$

Donde:

$$K_2 = 2$$

Varía

entre 1.5 y 2.5

Sectores	Caudal promedio (l/s)	Factor K2 = 2	Caudal máximo horario (lt/seg)
PLATANURCO	0.13	2	0.26

Predimensionamiento de reservorio 1

(Sector platanurco)

- Capacidad del reservorio

Para regular el caudal en las horas de máxima demanda se requiere la construcción de un reservorio apoyado. La capacidad del reservorio será igual al volumen que resulte de las siguientes

- Volumen de equilibrio o regulación (Ve)
- Volumen contra incendio (Vci)
- Volumen de reserva (Vr)

Luego:

$$V_{\text{reservorio}} = V_e + V_{ci} + V_r$$

▪ **Volumen de equilibrio (Ve)**

Cuando no se dispone de datos el RNC recomienda adoptar el 20%

del caudal promedio, es decir:  $V_e = 0.20 \cdot Q_m$

Sector	Caudal promedio (l/s)	Factor	Vol. Equilib. (m3)
PLATANURCO	0.13	0.20	2.29

▪ **Volumen contra incendio (Vci)**

$V_{ci} = 0.00 \text{ m}^3$  No se justifica para poblaciones menores a 10000 hab. (Seg

▪ **Volumen de reserva (Vr)**

$V_r = (5\% - 10\%) \cdot V_e$  Tomamos un valor de 10% como aceptable para el proyecto.

Sector	Vol. Equilibrio (m3)	Factor	Vol. Reserva
PLATANURCO	2.29	0.10	0.23

• **Volumen total de reservorio (Vt)**

Sector	Vol. Equilibrio (m3)	Vol. Contra incendio (m3)	Vol. Reserva	Vol. total (m3)	Consideramos
PLATANURCO	2.29	0.00	0.23	2.52	5

- CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DEL RESERVORIO (CIRCULAR)
- **Cálculo del diámetro (D) y la altura (H) del reservorio**

Para el predimensionamiento se debe tener en

cuenta la siguiente relación:  $h/D = 0.50 - 2.00$

D = diámetro interno

h = altura de agua

Tomamos la relación:

$$h = 0.5 * D$$

Luego:

$$V = 3.1416 * D^2 / 4 * h$$

$$V = 3.1416 * D^2 / 4 * (0.5 * D)$$

$$V = 0.3927 D^3$$

Sector	Vol. total (m3)	Diámetro $(V/0.3927)^{1/3}$	Altura $h=0.5 * D$	Consideramos	
				Diámetro	Altura
Colapon	5.00	2.34	1.17	3.00	1.50

Por lo tanto, la altura de las paredes será:

$$H = h_a + BI$$

$$BI = 0.30 \text{ m} \quad \text{Borde libre}$$

Sector	Altura del agua (ha)	Borde libre (BI)	Altura total
Colapon	1.50	0.30	1.80

- **Cálculo del espesor de las paredes (e), losa de fondo (e') y losa de techo (t)**

- **Espesor de las paredes**

Se recomienda:

$$e = 0.05 * h_a + 0.01 * r$$

Altura agua (ha)	Radio (r)	Espesor de pared (e)	Tomamos
1.50	1.50	0.09	0.15 m

- **Espesor de losa de fondo**

$$e' = 0.10 * h_a \quad \geq 0.20$$

Altura agua	Espesor losa	Consideramos



(ha)	de fondo ( e' )	
1.50	0.15	0.15

**- Espesor de losa de techo**

$$t = L/30$$

$$L = D$$

Diámetro (m)	Espesor losa de techo ( t )	Consideramos
3.00	0.10	0.10

**Diseño de la tubería de limpieza y rebose**

• **Datos**

De acuerdo a las líneas de entrada y de salida, tenemos:

- Diámetro de tub. de entrada (conducción) =2"
- Diámetro de tub. de salida =2"
- Volumen del reservorio (m<sup>3</sup>) =5m<sup>3</sup>
- Caudal máximo horario =0.26/seg

• **Dimensionamiento de la canastilla**

De acuerdo a las líneas de entrada y de salida, tenemos:

∅ Tubería	∅ Canastilla	3xD	6xD	L. Canastilla
2.0"	4"	15.24 cm	60.96 cm	

• **Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpieza**

Este diámetro deberá tener una capacidad mayor al del caudal máximo horario total que ingresa al reservorio. Para que esto se cumpla, dimensionaremos la tubería con una capacidad cercana a su límite máximo

Q = Qmaxh:	0.56 l/s =	0.000560 m <sup>3</sup> /s
Vmáx :	5.00 m/s	
Vmín :	0.60 m/s	

Luego:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

Dmáx :	1.36 Pulg.
Dmín :	0.47 Pulg.

Por lo tanto, consideramos diámetro de: 3.00 Pulg

N°	Volumen (Lts)	Tiempo (seg)	Caudal (l/seg)
1	4	4.10	0.98
2	4	4.05	0.99
3	4	3.95	1.01
4	4	3.99	1.00
5	4	4.08	0.98
		<b>Promedio</b>	<b>0.99</b>

## **CAPITULO V**

### **DISCUSION DE RESULTADOS**

#### **5.1. Diseño del sistema de agua para agua potable:**

“La conclusión de esta investigación fue: El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, garantiza la dotación de agua a la población de Colasay. Cumpliendo las normativas según su tipo de diseño y un reservorio en cunchuca de  $5.23\text{m}^3$  de capacidad de almacenaje del agua y consideramos a  $10\text{m}^3$  de capacidad, y en otro reservorio que será puesto en Platanurco que es más pequeño tiene la capacidad de almacenaje=  $2.52\text{m}^3$  en el cual consideraremos  $5\text{m}^3$  de acuerdo a norma en los dos casos”.

“El ingeniero (Calero Casimiro, 2019) en su tesis titulada: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE ALTO YANAJANCA, PROVINCIA DE MARAÑÓN, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO – PERÚ, 2019”; en su conclusión “El diseño de las estructuras de la captación de manantial y el reservorio tipo apoyado circular de  $70\text{m}^3$ . Está concebido para soportar cargas de agua de  $1000\text{Kg}/\text{m}^3$  y presión del suelo de  $2.47\text{ton}/\text{m}^3$ , para una fluencia de acero de  $f'y=4200\text{kg}/\text{cm}^2$ . y  $f'c=280\text{kg}/\text{cm}^2$ ”.

“Ambos investigadores coincidimos que un diseño para agua potable debe de tener mínimo un reservorio dependiendo al caudal y presión del agua ya que eso nos ayudara a dimensionar nuestra capacidad de reservorio”.

## **H.E. 2 Influencia de la topografía**

“La conclusión de esta investigación fue: 2. La topografía influyo mucho en el diseño de tuberías ya que es el primer paso que se tiene que llevar a cabo para saber las pendientes máximas, la línea por donde se propondrá el diseño de tuberías, datos principales para poder calcular el caudal, estadísticamente para verificar el porcentaje de viviendas en dicha locación; entonces de acuerdo a esto podemos concluir que la topografía es muy fundamental para un proyecto de diseño de agua potable”.

“El ingeniero (ALONSO, 2020) en su tesis titulada: APLICACIÓN DE LA TOPOGRAFIA EN EL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS DE ALCANTARILLADOS RURALES”; en su conclusión establece que, “desde las perspectivas del profesional del área de topografía es importante entender su participación en cada parte del proceso, no necesariamente describiendo su ejercicio, pero si entendiendo que en la actualidad cada disciplina que intervenga en actividades de obras civiles, debe sujetarse a la interacción con las tecnologías de georreferenciación, geoposicionamiento, la información que se produzca desde cualquier área debe ser cartografiada y visible en una base de datos referida a un sistema geográfico y es ahí donde la disciplina de la topografía presta su apoyo para el entendimiento e interrelación de las partes involucradas”.

“Coincidimos en que la topografía en la actualidad es el primer campo a ejecutar en cualquier obra civil para que dicha disciplina de la topografía pueda brindar su apoyo ya sea en la interrelación y entendimiento de dicha obra civil”.

## **H.E. 3 calculo hidráulico para el diseño de tuberías de agua potable**

De la conclusión respecto a la hipótesis 3: “El caudal de la fuente de Chunchuca uno de los que nos brindara el agua es equivalente a 0.28 lit./seg. satisface la demanda poblacional proyectada a 20 años, requeridas para un Caudal máximo horario (Qmh) de 0.55 lit/seg. y un caudal máximo diario (Qmd) de 0.36 lit/seg y el caudal de la fuente de platanurco otro que nos brindara el agua es equivalente a 0.13 lit./seg. satisface la demanda poblacional proyectada a 20 años, requeridas para un Caudal máximo

horario (Qmh) de 0.26 lit/seg. y un caudal máximo diario (Qmd) de 0.17 lit/seg”.

“En ingeniero (Calero Casimiro, 2019) sustentó su Tesis: " DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE ALTO YANAJANCA, PROVINCIA DE MARAÑÓN, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO – PERÚ, 2019”; estableció en una de sus conclusiones que: “El caudal de la fuente es equivalente a 5.84 lit./seg. satisface la demanda poblacional proyectada a 20 años, requeridas para un Caudal máximo horario (Qmh) de 5.35 lit/seg. y un caudal máximo diario (Qmd) de 3.24 lit/seg”.

“Concordamos que el caudal es muy importante para verificar si nuestro diseño de tuberías de agua potable propuesto es el correcto a la población proyectada de 20 años”.

## CONCLUSIONES

1. El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, garantiza la dotación de agua a la población de Colasay. Cumpliendo las normativas según su tipo de diseño y un reservorio en Chunchuca de  $5.23\text{m}^3$  de capacidad de almacenaje del agua y consideramos a  $10\text{m}^3$  de capacidad, y en otro reservorio que será puesto en Platanurco que es más pequeño tiene la capacidad de almacenaje=  $2.52\text{m}^3$  en el cual consideraremos  $5\text{m}^3$  de acuerdo a norma en los dos casos.
2. La topografía influyo mucho en el diseño de tuberías ya que es el primer paso que se tiene que llevar a cabo para saber las pendientes máximas, la línea por donde se propondrá el diseño de tuberías, datos principales para poder calcular el caudal, estadísticamente para verificar el porcentaje de viviendas en dicha locación; entonces de acuerdo a esto podemos concluir que la topografía es muy fundamental para un proyecto de diseño de agua potable.
3. El caudal de la fuente de Chunchuca uno de los que nos brindará el agua es equivalente a  $0.28$  lit./seg. satisface la demanda poblacional proyectada a 20 años, requeridas para un Caudal máximo horario (Qmh) de  $0.55$  lit/seg. y un caudal máximo diario (Qmd) de  $0.36$  lit/seg y el caudal de la fuente de platanurco otro que nos brindara el agua es equivalente a  $0.13$  lit./seg. satisface la demanda poblacional proyectada a 20 años, requeridas para un Caudal máximo horario (Qmh) de  $0.26$  lit/seg. y un caudal máximo diario (Qmd) de  $0.17$  lit/seg.

## RECOMENDACIONES

1. Para proponer el nuevo diseño de tuberías de agua potable se deberá respetar los resultados de la evaluación de acuerdo a su topografía, estudio hidráulico y presupuesto en general.
2. Se recomienda de acuerdo al cálculo del reservorio proponer un mantenimiento periódico para la calidad del agua potable.
3. Respecto a la evaluación topografía pudimos observar que hay otros puntos donde se pueden poner futuros reservorios.
4. El cálculo hidráulico se podrá realizar en forma matemática aplicando las fórmulas para cada factor y también se puede realizar con nuevos softwares que ya se encuentran en el mercado profesional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALONSO, J. S. (2020). *APLICACIÓN DE LA TOPOGRAFIA EN EL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS DE ALCANTARILLADOS RURALES*. BOGOTA: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS.
2. Ampié Urbina, D. J., & Masis Lorente, A. A. (2017). *Propuesta de diseño hidráulico a nivel de pre factibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico de la comunidad Pasó real, municipio de Jinotepe, departamento de Carazo*. MANAGUA: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA.
3. Calero Casimiro, C. M. (2019). *“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE ALTO YANAJANCA, PROVINCIA DE MARAÑÓN, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO – PERÚ, 2019*. PIURA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA.
4. DELGADO CHÁVARRI , C., & FALCÓN BARBOZA, J. (2019). *EVALUACIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GESTIONAR ADECUADAMENTE LA DEMANDA POBLACIONAL UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SIRAS 2010 EN LA CIUDAD DE CHONGOYAPE, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, PERÚ*. LIMA: UNIVERSIDAD DE SAN MARTIN DE PORRES.
5. JIMENEZ TERAN, J. M. (2015). *MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO*. VERACRUZ: UNIVERSIDAD DE VERACRUZ.



6. Mena Céspedes, M. J. (2016). *“DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA EL ROSARIO DEL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA. AMBATO: UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO.*
7. Moot Roberth, L. (. (s.f.). *Mecánica de Fluidos. MEXICO.*
8. PITTMAN, R. A. (1997). *AGUA POTABLE PARA POBLACIONES RURALES. LIMA: AsociaciOn Servicios EducativosRurales.*
9. TRISOLINI, E. G. (2009). *Manual de agua potable en poblaciones rurales. LIMA: FONDO PERU-ALEMANIA.*
10. VIERENDEL. (2009). *Abastecimiento de Agua y Alcantarillado – Vierendel, 4ta Edición. LIMA.*

## ANEXOS

### ANEXO N° 01 Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p style="text-align: center;"><b>Problema general</b></p> <p>¿Cuál es el diseño del sistema de tuberías para el transporte de agua potable del distrito de Colasay – Jaén – Cajamarca-2021?</p> <p style="text-align: center;"><b>Problemas específicos</b></p> <p>a) ¿Cuáles son las características del relieve topográfico para el diseño del sistema de tuberías para el transporte de agua potable distrito de Colasay?</p> <p>b) ¿Cuál es el resultado del cálculo hidráulico del diseño del sistema de tuberías para el transporte de agua potable distrito de Colasay?</p>	<p style="text-align: center;"><b>Objetivo general</b></p> <p>Establecer el diseño del sistema de tuberías para el transporte de agua potable del distrito de Colasay – Jaén – Cajamarca-2021.</p> <p style="text-align: center;"><b>Objetivos específicos</b></p> <p>a) Determinar las características del relieve topográfico para el diseño del sistema de tuberías para el transporte de agua potable distrito de Colasay</p> <p>b) Efectuar el cálculo hidráulico del diseño del sistema de tuberías para el transporte de agua potable distrito de Colasay</p>	<p style="text-align: center;"><b>Hipótesis general</b></p> <p>El diseño del sistema de tuberías para el transporte de agua potable del distrito de Colasay – Jaén – Cajamarca-2021, permitirá proponer una adecuada gestión para satisfacer a la población el agua potable en cantidad y calidad.</p> <p style="text-align: center;"><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>a) Las características del relieve topográfico para el diseño del sistema de tuberías mediante determinación de las pendientes máximas y mínimas que permite establecer el recorrido para el transporte de agua potable distrito de Colasay</p> <p>b) El cálculo hidráulico del diseño de tuberías, bombas y válvulas y el cálculo de los caudales de acuerdo a sus presiones para el transporte del agua potable.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE (x):</b> Sistema de tuberías</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diámetros</li> <li>▪ caudal</li> <li>▪ Presión</li> <li>▪ Medidor de flujo</li> </ul> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE (y):</b> Agua potable</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• soluble</li> <li>• TDS</li> <li>• Cintas reactivas</li> <li>• Instrumentos portátiles</li> </ul> <p style="text-align: right;">digitales</p>	<p><b>Método de investigación</b> Científico</p> <p><b>Tipo de investigación</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel de investigación</b> Descriptivo - correlacional</p> <p><b>Diseño de investigación</b> No experimental</p> <p><b>Población:</b> Está conformada por red de agua potable para el distrito de Colasay</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra no probabilística por lo tanto no aleatoria, está conformada Está conformada por red de agua potable para el distrito de Colasay</p>

CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2007

PRESENTACIÓN

FRECUENCIA

- PREGUNTAS DE VIVIENDA
- PREGUNTAS DE HOGAR
- PREGUNTAS DE POBLACIÓN
- **PROMEDIOS**
- MEDIANAS

CRUCE DE PREGUNTAS

LISTA DE PREGUNTAS

ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN

ADULTO MAYOR

FECUNDIDAD MUJER DE 12 A 49 AÑOS - MORTALIDAD INFANTIL

### Promedios

P: Edad en años X P: Tipo de área

Urbano	1,401	27.11	13.85	13.85
Rural	8,717	24.78	86.15	100.00
<b>Total y Promedio</b>	<b>10,118</b>	<b>25.10</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>AREA # 060804 Dpto. Cajamarca Prov. Jaen Dist. Colasay</b>				
<b>Categorías</b>	<b>Casos</b>	<b>Promedio</b>	<b>%</b>	<b>Acumulado %</b>
Urbano	1,639	28.27	14.34	14.34
Rural	9,793	25.57	85.66	100.00
<b>Total y Promedio</b>	<b>11,432</b>	<b>25.95</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

CENSO DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 1993

PRESENTACIÓN

FRECUENCIA

- VARIABLES DE VIVIENDA
- VARIABLES DE HOGAR
- **VARIABLES DE POBLACIÓN**

CRUCE DE VARIABLES

LISTA DE AREAS

- VARIABLES DE VIVIENDA
- VARIABLES DE HOGAR
- VARIABLES DE POBLACIÓN

ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN

- DISTRIBUCIÓN POR SEXO Y EDAD

OTROS

- CONTEO DE ELEMENTOS
- PROCESAR PROGRAMA R-SP

### CHUNCHUCA

Sexo

MUJERES	6,667	46.60	100.00
<b>Total</b>	<b>10,496</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>AREA # 060804 COLASAY</b>			
<b>Categorías</b>	<b>Casos</b>	<b>%</b>	<b>Acumulado %</b>
HOMBRES	5,819	53.40	53.40
MUJERES	6,667	46.60	100.00
<b>Total</b>	<b>12,486</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>AREA # 060805 HUABAL</b>			
<b>Categorías</b>	<b>Casos</b>	<b>%</b>	<b>Acumulado %</b>
HOMBRES	5,027	51.88	51.88
MUJERES	4,663	48.12	100.00
<b>Total</b>	<b>9,690</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>