

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



TESIS:

**EVALUACIÓN Y REDISEÑO DE LA RED DE AGUA
POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE UNION
DISTRITO DE PERENE, CHANCHAMAYO – JUNIN**

PRESENTADO POR:
BACH. HUACHOS HUATARONGO KEBIN TEODORO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:
NUEVAS TECNOLOGIAS Y PROCESOS

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

HUANCAYO – PERU
2022

ING. CARLOS ALBERTO GONZALES ROJAS
ASESOR

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis seres queridos que, con su apoyo, fueron los artífices de mi formación personal que me llevaron hasta estos momentos.

Bach. Huachos Huatarongo Kebin Teodoro

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Peruana Los Andes y a su excelente plana docente que me inculcaron valores profesionales que servirán en mi vida profesional.

Bach. Huachos Huatarongo Kebin Teodoro

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

**DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE**

**ING. NATALY LUCIA CORDOVA ZORRILLA
JURADO**

**ING. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES
JURADO**

**ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA
JURADO**

**Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DE DOCENTE**

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLA	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I:	15
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	15
1.1. Planteamiento del problema de investigación	15
1.2. Formulación y sistematización del problema	16
1.2.1. Problema general	16
1.2.2. Problemas específicos.....	16
1.3. Delimitación	16
1.3.1. Delimitación espacial.....	16
1.3.2. Delimitación temporal	16
1.3.3. Delimitación económica	17
1.4. Justificación.....	17
1.4.1. Social	17
1.4.2. Científica	17
1.4.3. Metodología.....	18
1.5. Objetivos.....	18
1.5.1. Objetivo general	18
1.5.2. Objetivos específicos.....	18
CAPÍTULO II	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1.1. Antecedentes.....	19
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	19

2.1.3.	Antecedentes nacionales.....	21
2.2.	Marco conceptual.....	23
2.2.1.	Clasificación con respecto a las redes que componen el sistema de distribución de agua potable:	23
2.2.2.	Comportamiento Hidráulico:.....	27
2.2.3.	Parámetros del comportamiento hidráulico:.....	27
2.2.3.1.	Velocidades:	27
2.2.3.2.	Presiones :	29
2.2.3.3.	Estados de carga:	30
2.2.3.4.	Diámetro:	33
2.2.4.	Métodos Computacionales Convencionales:.....	34
2.2.5.	Watercad:.....	35
2.3.	Definición de términos	36
2.4.	Hipótesis	38
2.4.1.	Hipótesis general:	38
2.4.2.	Hipótesis específicas:	38
2.5.	Variables:.....	38
2.5.1.	Definición conceptual de la variable:	38
2.5.2.	Operacionalización de la variable:.....	39
	CAPÍTULO III.....	40
	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
3.1.	Método de investigación.....	40
3.2.	Tipo de investigación.....	40
3.3.	Nivel de investigación	40
3.4.	Diseño de Investigación.....	40
3.5.	Población y muestra.....	41
3.5.1.	Población	41
3.5.2.	Muestra	41
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	41
3.7.	Procesamiento de la información:	42
3.8.	Técnicas y análisis de datos:.....	42

CAPÍTULO IV	43
RESULTADOS	43
4.1. Ubicación e identificación de la zona del proyecto:	43
4.1.1. Condiciones climáticas:	44
4.1.2. Recursos hídricos:	44
4.1.3. Aspectos socio – económicos:	44
4.1.4. Vivienda y servicios públicos:	45
4.1.4.1. Población:	45
4.1.4.2. Viviendas:	45
4.1.4.3. Servicios de Salud:	46
4.1.4.4. Educación:	46
4.2. Evaluación de la red de agua potable:	46
4.2.1. Descripción del sistema existente:	46
4.2.2. Recolecta de datos:	47
4.2.3. Procesamiento de la información:	48
4.2.3.1. Calculo de los caudales unitarios:	48
4.2.3.2. Modelamiento en el software Watergems:	51
4.2.4. Interpretación de resultados:	55
4.2.4.1. Interpretación de las presiones en los nudos:	55
4.2.4.2. Interpretación de las velocidades en las tuberías:	57
4.3. Rediseño de la red de agua potable:	58
4.3.1. Recolecta de datos:	59
4.3.2. Procesamiento de la información:	59
4.3.3. Calculo de los caudales unitarios:	59
4.3.3.1. Modelamiento en el software Watergems:	62
4.3.4. Interpretación de resultados:	67
4.3.4.1. Interpretación de las presiones en los nudos:	67
4.3.4.2. Interpretación de las velocidades en las tuberías:	68
4.3.4.3. Diseño del reservorio proyectado:	70
4.3.4.4. Diseño de las cámaras rompe presión:	72
CAPÍTULO V	74

DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	74
5.1. Evaluación de la red de agua potable:	74
5.1.1. Presiones en los nudos:.....	74
5.1.2. Presiones en los nudos:.....	74
5.2. Rediseño de la red de agua potable:	74
5.2.1. Presiones en los nudos:.....	74
5.2.2. Presiones en los nudos:.....	74
5.2.3. Verificación del reservorio de almacenamiento:	75
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	77
BILIOGRAFIA	78
ANEXOS.....	79
Anexos 1: Matriz de Consistencia	80
Anexos 2: Matriz de operacionalización de variables	82
Anexos 3: Panel Fotográfico	83
Anexos 4: Planos	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Condición de redundancia local”	25
Figura 2 Condición de redundancia en toda la red”	26
Figura 3 Masa de un fluido incomprensible	28
Figura 4 Solicitaciones debidos a la presión.....	29
Figura 5 Ejemplo de distintos estados de carga	32
Figura 6 Diagrama de flujo de operatividad de Watercad	36
Figura 7 Mapa de ubicación del proyecto.....	43
Figura 8 Vista satelital del C.P. Union Perene	43
Figura 9 Red de agua potable del C.P Union de Perene	46
Figura 10 Presiones en los nudos.....	52
Figura 11 Velocidades en las tuberias	54
Figura 12 Presiones en los nudos del diseño nuevo.....	63
Figura 13 Velocidades en las tuberias del diseño nuevo	65
Figura 14 Dimensiones calculadas del reservorio proyectado.....	71
Figura 15 Dimensiones calculadas de las camaras rompersion proyectadas.....	73

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Operacionalización de la variable independiente.	39
Tabla 2 Parámetros para la evaluación	47
Tabla 3 Parámetros para la evaluación	48
Tabla 4 Dotación de agua según opción de saneamiento”	49
Tabla 5 Caudales de diseño por tipo de conexión.....	50
Tabla 6 Caudales unitarios por tipo de conexión.....	51
Tabla 7 Presiones en los nudos	53
Tabla 8 Velocidades en las tuberías.....	54
Tabla 9 Verificación de las presiones con la norma de la evaluación	56
Tabla 10 Verificación de las velocidades con la norma de la evaluación	57
Tabla 11 Parámetros para el diseño	59
Tabla 12 Caudales de diseño por tipo de conexión	60
Tabla 13 Coordenadas del reservorio proyectado.....	62
Tabla 14 Caudales unitarios por tipo de conexión.....	62
Tabla 15 Caudales unitarios por tipo de conexión.....	63
Tabla 16 Presiones en los nudos del diseño nuevo	64
Tabla 17 Velocidades en las tuberías del diseño nuevo.....	65
Tabla 18 Verificación de las presiones con la norma del diseño nuevo	67
Tabla 19 Verificación de las velocidades con la norma del diseño nuevo	68
Tabla 20 Parámetros para el diseño del reservorio	70
Tabla 21 Dimensiones del reservorio proyectado.....	70
Tabla 22 Parámetros de diseño para las cámaras rompe presión proyectadas.....	72

RESUMEN

Esta investigación tuvo como problema general: ¿cómo obtener los parámetros para el diseño de agua potable mediante la normativa vigente del Centro Poblado Unión, distrito de Perene, Chanchamayo – Junín?, de donde se definió el objetivo general: Evaluar la red de agua potable mediante la normativa vigente del Centro Poblado Unión, distrito de Perene, Chanchamayo – Junín, así mismo se planteó la siguiente hipótesis general: Una adecuada evaluación de la red de agua potable mediante la normativa vigente del Centro Poblado Unión, distrito de Perene, Chanchamayo – Junín, contribuye con el desarrollo de la comunidad. Con respecto a la metodología se utilizó el método científico, tipo de investigación aplicada. El nivel de investigación es descriptivo correlacional y su diseño de investigación no experimental, en lo concerniente a la población para esta investigación, se considera de nivel predictivo, por ser de carácter bivariado y de causalidad. La evaluación y rediseño de la red de agua potable, responde a las causas de los acontecimientos físicos o sociales; ya que busca como prevenir el desabastecimiento del centro poblado Unión, distrito de Perene, provincia de Chanchamayo - Junín, buscando una relación significativa entre sus variables e indicadores y para la muestra de esta investigación está representada por el total de tuberías de la red de distribución del centro poblado Unión, todo esto nos llevó a la conclusión general: donde se evaluó la red de agua potable mediante la normativa vigente del Centro Poblado Unión, distrito de Perene, Chanchamayo – Junín, de la cual se concluye que los nudos J-7, J-8, J-18, J-19, J-20, J-24, J-32, J-33, J-34 y J-38 cuentan con presiones mayores a la máxima admisible, lo cuales provocan rupturas de tuberías y daños en sus aparatos sanitarios, por lo tanto, es necesario la incorporación de cámaras rompe presión en lugares estratégicos, de igual manera la mayoría de los tramos cuentan con velocidades inferiores a la mínima admisible, por lo tanto, las viviendas aledañas cuentan con caudales bajos o incluso el desabastecimiento de agua en horas de mayor consumo y es necesario realizar un cambio de tuberías con diferentes diámetros.

palabras clave: Evaluación y rediseño de la red de agua potable

ABSTRACT

This investigation had as a general problem: how to obtain the parameters for the design of drinking water through the current regulations of the Unión Populated Center, Perene district, Chanchamayo - Junín?, from which the general objective was defined: Evaluate the drinking water network through the current regulations of the Unión Populated Center, perene district, Chanchamayo - Junín, likewise the following general hypothesis was proposed: An adequate evaluation of the drinking water network through the current regulations of the Unión Populated Center, perene district, Chanchamayo - Junín, contributes to the development of the community, With respect to the methodology, the scientific method was used, type of applied research, level of research is descriptive correlational and its non-experimental research design, regarding the population for this research, is considered of predictive level, because it is bivariate and causal. The evaluation and redesign of the drinking water network responds to the causes of physical or social events; since it seeks how to prevent the shortage of the Union town center, district of Perene, province of Chanchamayo - Junín, looking for a significant relationship between its variables and indicators and for the sample of this investigation it is represented by the total number of pipes in the distribution network. of the Unión populated center, all this led us to the general conclusion: where the drinking water network was evaluated through the current regulations of the Unión Populated Center, perene district, Chanchamayo - Junín, from which it is concluded that the J-7 nodes , J-8, J-18, J-19, J-20, J-24, J-32, J-33, J-34 and J-38 have pressures greater than the maximum allowable, which cause ruptures of pipes and damage to their sanitary devices, therefore, it is necessary to incorporate pressure-break chambers in strategic places, likewise most of the sections have speeds below the minimum admissible, therefore, the surrounding houses have low flows or inc There is also a lack of water supply during hours of increased consumption and it is necessary to change pipes with different diameters.

keywords: Evaluation and redesign of the drinking water network

INTRODUCCIÓN

El centro poblado Union, ubicado en el distrito de Perene provincia de chanchamayo departamento de Junin, cuenta con una red de distribución de agua potable con una antigüedad mayor a los 20 años, tiempo suficiente para que todos sus componentes ya sea obras civiles, tuberías y accesorios, se vean con algunas deficiencias para un buen funcionamiento. Al realizar una inspección visual de estos componentes y de todo el sistema en general se comprobó que la red cuenta con tuberías de antigüedad variada induciendo de esta manera que a lo largo del tiempo el sistema fue modificado para satisfacer las demandas de la creciente demanda de los usuarios, como una solución instantánea pero que lamentablemente no obedeció a un diseño de ingeniería. Esta investigación diseña un nuevo sistema de agua potable con todos los componentes hidráulicos necesarios que pueda satisfacer el requerimiento de los usuarios durante el tiempo de vida del proyecto. Esta investigación consta de 4 capítulos a seguidamente pasamos a detallar cada uno de ellos y para tener un orden de los procesos que se tiene que realizar se propone dividir en cinco capítulos, los mismos que están desarrollados de la siguiente manera:

- **En el Capítulo I:** Este capítulo enfocado en el planteamiento de los problemas; así como la definición de los objetivos, las justificaciones necesarias que fundamenten esta investigación basándose en una delimitación del alcance de la tesis.
- **En el Capítulo II:** Este capítulo estuvo desarrollado en lo concerniente al aspecto teórico en el que se basa esta investigación y tomarán en cuenta investigaciones nacionales e internacionales, y también la teórica referida a las variables a estudiar así como definiciones puntuales de las mismas que sirven como sustento a lo que se quiere demostrar en la investigación actual, para posteriormente llegar a proponer las correspondientes hipótesis, también se definirán las variables su operacionalización conceptual y teórica.

- **En el Capítulo III:** Este capítulo estuvo comprendido la metodología donde se plantea en base al método de la investigación, tipo, nivel y diseño de la presente investigación, así mismo se definió de la población y muestra así también se utilizaron técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos, durante el desarrollo de la tesis.
- **En el Capítulo IV:** Este capítulo se exponen los resultados de la investigación bajo los parámetros que establece la normativa actual peruana, los mismos que sirven para el desarrollo de la tesis presente.
- **En el Capítulo V:** Este capítulo estuvo basada en la discusión de los resultados que se obtuvieron en el capítulo anterior y poner en duda con los resultados de investigaciones similares que se propusieron en el capítulo 2, para finalmente llegar a las conclusiones y recomendaciones de esta presente tesis.

Bachiller: Huachos Huatarongo Kebin Teodoro

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema de investigación

La crisis del agua es una realidad en nuestro continente y forma parte del conjunto de crisis que enfrentamos en materia medioambiental: cambio climático, pérdida de la biodiversidad, desertización de los suelos, agotamiento y contaminación de los acuíferos; desecación de cuerpos superficiales de agua, entre otros no menos.

El Perú cuenta con tres vertientes en su territorio, con una disponibilidad de casi 2 billones de metros cúbicos de agua cada año, sin embargo, por nuestra geografía, la vertiente del Pacífico donde reside el 66 % de la población- sólo cuenta con una disponibilidad de 2,2 % de acceso al agua.

El centro poblado Unión de Perene enfrenta un crecimiento poblacional muy importante con el pasar del tiempo, ya que es considerada zona de gran aumento poblacional en el valle de Chanchamayo. El tipo de material de las tuberías existentes es otro de los factores importantes para disminuir la vida útil del sistema de abastecimiento de agua potable, ya que de eso dependen las constantes fugas en tuberías y accesorios, cabe recalcar que, para el Club los Chillos, la tubería es de concreto simple.

En la actualidad la Municipalidad distrital de Perene se enfrenta a la necesidad de una evaluación y rediseño hidráulico en sus sistemas de agua potable y alcantarillado, el cuál permita satisfacer una demanda de agua potable de calidad para la población, que, estrictamente cumpla con los parámetros de diseño y los respectivos análisis físico-químico y microbiológico.

Al no realizar una evaluación del sistema de agua potable, provocará a futuro problemas de salud en la población, por el incremento de enfermedades, debido a la escasez de agua potable o el incumplimiento de parámetros físico-químicos y microbiológicos.

Un parámetro importante de análisis es, determinar el porcentaje de Aguas No Contabilizadas en un sistema de agua potable, porque, si el porcentaje es alto, se puede considerar que existen graves problemas de pérdidas en la red de agua potable

ya sea en la distribución o conducción, un valor bajo refleja un sistema de agua potable bueno.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Como obtener los parametros para el diseño de agua potable mediante la normativa vigente del Centro Poblado Unión, distrito de perene, Chanchamayo – Junín?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Como identificar la ubicación de nuevas cámaras rompe presión en la red de agua potable del Centro Poblado Unión, distrito de perene, Chanchamayo – Junín?
- b) ¿Como mejorar la combinación de tuberías con diferentes diámetros en la red de agua potable del Centro Poblado Unión, distrito de perene, Chanchamayo – Junín?
- c) ¿Como identificar la capacidad del reservorio de almacenamiento en la red de agua potable del Centro Poblado Unión, distrito de perene, Chanchamayo – Junín?

1.3. Delimitación

1.3.1. Delimitación espacial

La delimitación espacial del presente trabajo de investigación estuvo comprendida al departamento de Junin, Provincia de Chanchamayo y en el distrito: Perene y en el centro poblado de Union.

1.3.2. Delimitación temporal

La delimitación temporal del presente trabajo de investigación estuvo comprendida entre los meses de noviembre de 2021 y enero de 2022.

1.3.3. Delimitación económica

Todos los gastos de la presente investigación corrieron por cuenta del investigador asendiendo a la suma de s/. 5,500.00 soles.

1.4. Justificación

1.4.1. Social

La ley N° 30588 de la constitución política del Perú establece el derecho a los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de los desechos sólidos y actividades de saneamiento ambiental. Estos derechos deben ser satisfechos por las autoridades locales.

Esta investigación se desarrolla para encontrar una solución factible al desabastecimiento de agua potable debido al crecimiento de infraestructura y población que ocurre en el centro poblado Unión, distrito de Perene, provincia de Chanchamayo – Junín.

1.4.2. Científica

Científicamente se justifica a razón que el saneamiento sostenible es un tema de interés mundial, por esta razón el presente trabajo de investigación se justifica científicamente en el aporte que se espera brindar a través de la identificación de los factores que influyen en la sostenibilidad de los sistemas de agua y saneamiento básico rural. Estos resultados pueden ser considerados en los instrumentos elaborados por las instituciones estatales, como el instrumento denominado “Saneamiento Básico: Guía para la formulación de sistemas de inversión exitosos” desarrollada por el Ministerio de Economía y Finanzas en el año 2017 y que puede considerar como punto importante la gestión de riesgos vinculados a los factores identificados como influyentes en la sostenibilidad de los sistemas de agua y saneamiento y toda la información obtenida, procesada servirá para base teórica para futuras investigaciones similares o de punto de inicio para ampliar el conocimiento científico.

1.4.3. Metodología

La información que se llegó a procesar sirvió para el sustento de esta y posteriores investigaciones similares, ya que ampliarán un marco teórico más preciso para la identificación de conceptos y teoría metodológica sobre los conocimientos que existe sobre el tema en mención,

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluar la red de agua potable mediante la normativa vigente del Centro Poblado Unión, distrito de Perene, Chanchamayo – Junín.

1.5.2. Objetivos específicos

- d) Ubicar la ubicación de nuevas cámaras rompe presión en la red de agua potable del Centro Poblado Unión, distrito de Perene, Chanchamayo – Junín.

- e) Diseñar una combinación de tuberías con diferentes diámetros en la red de agua potable del Centro Poblado Unión, distrito de Perene, Chanchamayo – Junín.

- f) Verificar la capacidad del reservorio de almacenamiento en la red de agua potable del Centro Poblado Unión, distrito de Perene, Chanchamayo – Junín.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.1. Antecedentes

2.1.2. Antecedentes internacionales

- a) **Mora, (2013)** realizo la investigación “diseño de redes de distribución de agua mediante algoritmos evolutivos: análisis de eficiencia” en la universidad politécnica de valencia, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. El objetivo de la investigación es avanzar lo suficiente en el conocimiento de las técnicas heurísticas como para reducir en lo posible el factor aleatorio que inevitablemente acompaña a las mismas cuando se realiza una simulación, aportando la configuración más adecuada para cada metodología, de modo que se maximice la eficacia de este tipo de técnicas de optimización en el diseño de redes de agua . Aplicándose la Metodología de diseño de redes de agua, basadas todas ellas en la aplicación del algoritmo de optimización evolutivos. Se tiene como Resultados Que los algoritmos usados, son válidos para el diseño de redes de distribución. Concluye Los algoritmos evolutivos abarcan distintas técnicas de optimización, cuya característica común es la evolución de una primera solución aleatoria del problema hacia posiciones más ventajosas dentro del espacio de soluciones. La versatilidad de estas técnicas permite su utilización en todo tipo de procesos de optimización relacionados con la ingeniería del agua , pero hasta el momento no existía ningún trabajo que permitiera comparar estas técnicas entre sí, a fin de evaluar cuál es la más adecuada para cada proceso de optimización.

- b) **Vividea (2018)**, Instituto tecnológico de Costa Rica, Propuesta de mejora del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad indígena de Amubri del Cantón de Talamanca- Costa Rica, cuyo objetivo Contribuir al mejoramiento del sistema de captación, conducción, almacenamiento y desinfección, del acueducto de la comunidad indígena de Amubri del distrito Telire en el Cantón de Talamanca. Llegando a concluir: El acueducto no

cuenta con un sistema de potabilización ni de desinfección y es evidenciado en los muestreos y análisis de laboratorio, en el que todas las muestras presentaron coliformes fecales, totales y E. Coli que sobrepasaron el máximo permitido por el reglamento de agua potable, lo que representa que el agua suministrada por el acueducto no es apta para consumo humano. Se obtuvo que el caudal aproximado para la quebrada Kashabri en época seca es de 27,5 L/s, sin embargo, el porcentaje de agua trasegada en tubería llega a ser del 47,47% del total en época crítica, lo que implica la necesidad del mejoramiento de la captación para evitar escases de agua en verano, por deficiencias en la captación. Por ello mediante un mejoramiento en la captación (aprovechamiento hasta un 90% de la fuente contemplando el caudal ecológico) evitaría la búsqueda de nuevas fuentes de agua.

- c) **Cabrera (2015)**, Universidad nacional abierta y a distancia UNAD, Propuesta para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua para los habitantes de la vereda "el tablón" de municipio de Chocontá, cuyo objetivo fue generar una propuesta técnica para 24 solucionar la problemática de falta de abastecimiento y potabilización del acuerdo veredal "El tablón", llegando a concluir que con la elaboración de este proyecto se logró identificar la problemática más importante, que se desarrolla en la vereda "El Tablón", como es la falta de agua potable. Además de diferenciar las causantes de este acontecimiento, se captó el panorama de la gente directamente afectada y lo difícil de su condición. Resaltando la importancia de dar fin a esta situación de forma definitiva con estrategias técnicas. Con la aplicación de este proyecto se logrará potabilizar el agua cruda, con el objetivo de cumplir con los parámetros establecidos en la resolución 2115 de junio de 2007 del ministerio de la protección social para agua potable. Y de esa forma cumplir con lo exigido por entes de control como la secretaria de salud del departamento de Cundinamarca. Y de esta forma la población de la vereda "El Tablón" mejorara su condición de salubridad. Tapia (2014), Universidad central del Ecuador, Propuesta de mejoramiento y regulación de los servicios de agua

potable y alcantarillado para la ciudad de Santo Domingo, cuyo objetivo fue Diseñar un modelo de mejoramiento organizacional basado en indicadores de gestión y proponer la promulgación de una ordenanza para la regulación de los servicios prestados de agua potable y alcantarillado prestados por la EPMAPA-SD, llegando a concluir que los servicios de saneamiento en el Ecuador no cubrirán las necesidades de los habitantes en el pasado y no lo hacen en el presente. Una situación de alto riesgo para uno de los países con más alto índice de crecimiento poblacional de una región que cree a velocidad acelerada. El hecho evidente es que la EPMAPA-SD no cuenta con una prestación de servicios que satisfaga las necesidades de los usuarios, con calidad, cantidad y continuidad, aquí se da la prestación de un servicio de agua cuatro horas cada tres días y la cobertura es demasiado baja. Una contrastación vergonzosa para una ciudad de economía tan pujante. Se nota el descontrol en la administración de la EPMAPA- SD. La ausencia de un ente de control hace que la no preste un servicio eficiente, de calidad y continuidad.

2.1.3. Antecedentes nacionales

- a) **dotero, (2014)** realizo la investigación “diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano los pollitos, en ica, aplicando los softwares watercad conjuntamente con sewerCAD” en la universidad nacional san luis gonzaga, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. La investigación presenta como objetivo general: diseñar el sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y saneamiento, a fin de mejorar los servicios básicos. Aplicándose la metodología basada en técnicas iterativas, tales que permiten un resultado para solución del problema por cada iteración. Obteniendo como resultados que el sistema de redes de alcantarillado cumple con las condiciones dado por la norma. Finalmente se concluye: Que los parámetros obtenidos tanto como presión estática, velocidad, caudal y diámetro son correctos, tomando como referencia la Norma OS.050.

- b) **apaza, (2015)** realizo la investigación “diseño de un sistema sostenible de agua potable y saneamiento básico en la comunidad de miraflores - cabanilla - lampa - puno” en la universidad nacional del altiplano, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. la investigación presenta como objetivo general: obtener el diseño de un sistema sostenible de agua potable, conjuntamente con saneamiento básico en el centro comunitario de Miraflores, en la Provincia de Cabanilla, Distrito de Lampa, departamento de Puno. En la cual la Metodología es el método científico de tipo aplicad; teniendo como Resultados Los diámetros y tipos de tubería que se requieren para la dotación requerida. Finalmente se Concluye: Son 110 las familias beneficiadas con el desarrollo de este proyecto, quienes contarán con agua potable y saneamiento básico, de calidad, unidades básicas de saneamiento las 24 horas del día, evitando todo tipo de enfermedades gastrointestinales, dérmicas y diarreicas.
- c) **miranda, (2013)** realizo la investigación “diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y tratamiento de desagüe para el distrito de characato” en la universidad nacional de san agustín de arequipa, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. la investigación presenta como objetivo general: Reducir los elevados índices de enfermedades gastrointestinales y parasitarias para lo cual se hace el diseño integral del sistema de agua potable, desagüe y el tratamiento de desagüe del distrito de Characato; Aplicándose la Metodología Descriptiva teniendo como Resultados Los diámetros y tipos de tubería que se requieren para la dotación requerida. Finalmente se concluye: Para el modelamiento del sistema de alcantarillado se usó el software Sewercad, que después del procesamiento de datos como las cotas, demanda, coeficiente de rugosidad (Manning), diámetros, longitud de la tubería, se obtiene la verificación de las velocidades obteniendo mayores a 0.3 m/s, el tirante hidráulico de la tubería \leq al 75% del diámetro y la tensión tractiva debe ser mayor a 1 pero por el poco caudal

transcurrido por las tuberías y el diámetro de 8" hace que no supere el valor de 1 por lo cual aseguramos con la velocidad que transcurre es la óptima arrastre de las aguas residuales.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Clasificación con respecto a las redes que componen el sistema de distribución de agua potable:

Según (Rocha Felices, 2007, pág. 54) comenta que es posible realizar distintas clasificaciones de las redes de agua en base al tipo de diseño que se requiera realizar en cada caso. La clasificación más sencilla que se puede realizar en redes de distribución de agua divide a éstas en dos grandes grupos, como son las redes ramificadas y las redes malladas. Sin atender a razones hidráulicas, una red ramificada tiene un aspecto arbóreo, puesto que se ramifica desde la alimentación (depósito, bomba, etc) hasta los puntos de consumo. Por el contrario, las redes malladas tienen un aspecto reticular, con circuitos cerrados de tuberías. Desde un punto de vista hidráulico, las redes ramificadas permiten determinar los caudales que circulan por las tuberías a partir de los consumos de la red. No es necesario en este caso conocer las características de la propia tubería. Por el contrario, en el caso de una red mallada, la distribución de caudales depende de las características hidráulicas de las propias tuberías, por lo que los datos de consumo no proporcionan suficiente información para poder calcular los caudales. Las diferencias conceptuales entre ambos tipos de redes justifican la utilización de un tipo de red u otra según el caso. Así, aplicando cualquier método de optimización considerando tan sólo factores económicos, el resultado es que la implantación de una red ramificada siempre es más económica que una red mallada.

(Batres Mina, Flores Ventura, & Quintanilla Hernandez, 2010) Por el contrario, las redes malladas son mejores desde el punto de vista de la seguridad en el suministro, puesto que la rotura de una conducción en una red mallada no implica que el suministro quede interrumpido. Si el diseño de la red mallada es adecuado, el sistema es redundante, por lo que se puede mantener el servicio al usuario sin interrupciones

por reparación. Evidentemente, esta redundancia provoca que un sistema mallado tenga mayor capacidad de transporte de la que es estrictamente necesaria, lo que provoca una subida en el coste de la red. El diseño de sistemas mallados reviste mayor complejidad que el de sistemas ramificados, puesto que es necesario conocer el caudal que circula por una tubería para determinar su diámetro. Del mismo modo, dicho caudal es función del diámetro de la propia tubería y del resto de diámetros, razón por la que el problema de diseño en redes malladas no es de resolución trivial. La necesidad de redundancia es difícil de cuantificar económicamente, pero parece fácil imaginar que los perjuicios provocados por una falta de suministro son grandes, por lo que resulta necesario introducir en la formulación del problema de diseño algún tipo de restricción que asegure el buen funcionamiento de la configuración mallada, lo que se conoce como condición de redundancia, y consiste en establecer rutas alternativas para la conducción del agua a cualquier nudo de consumo, de modo que ante un escenario de fallo siempre existan alternativas, que garanticen tanto la llegada como la capacidad de transporte para un determinado punto de consumo.

Para cumplir la condición de redundancia es necesario contemplar todos los posibles escenarios de fallo, por lo que en la formulación del problema es necesario incluir todas y cada una de las configuraciones que resulten de posibles roturas de tubería en la red. Cuando el número de tuberías en la red resulta mayor de 10 o 15 esta forma de proceder resulta complicada sin ayuda de software especializado, por lo que varios autores han definido restricciones adicionales en el problema de diseño que representen, de modo indirecto, el mantenimiento de la condición de redundancia sin necesidad de recurrir a la descripción exhaustiva de todos los casos posibles. Algunas posibilidades son:

- ✓ Evitar la eliminación de tuberías en el proceso de dimensionado. Para ello es posible establecer restricciones sobre el valor mínimo de alguna variable hidráulica de la tubería, como pueda ser imponer un diámetro mínimo de tubería, un valores mínimos de caudales circulantes, etc.

- ✓ Establecer que cada nudo de consumo deba estar conectado por medio de al menos dos tuberías (Goulter y Morgan, 1985). Exigir un mayor número de conexiones podría llevar a un mallado excesivos e innecesarios.

Esta última posibilidad se conoce como condición de redundancia local, si bien no asegura la redundancia de toda la red. En la figura 1.1 se observa que una rotura en la tubería 9 dejaría sin servicio a los nudos situados en la subred de la parte derecha, pese a cumplir la condiciones de redundancias locales.

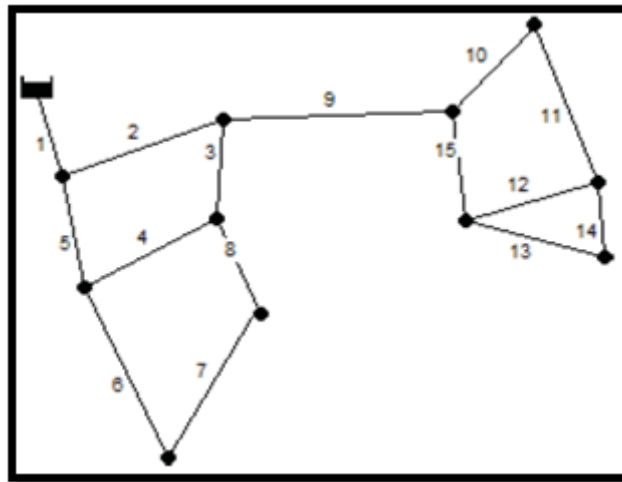


Figura 1 Condición de redundancia local”
Fuente: Elaboración propia.

Otra opción es ampliar el criterio anterior, de modo que se establezca un número mínimo de conexiones por sector. De este modo, cualquier zona de la red está alimentada por un mínimo de dos tuberías, con lo que se asegura la redundancia total. La figura 02 muestra el ejemplo anterior, al que se le ha añadido la tubería 16, con lo que ahora se cumple la condición de redundancia en toda la red.

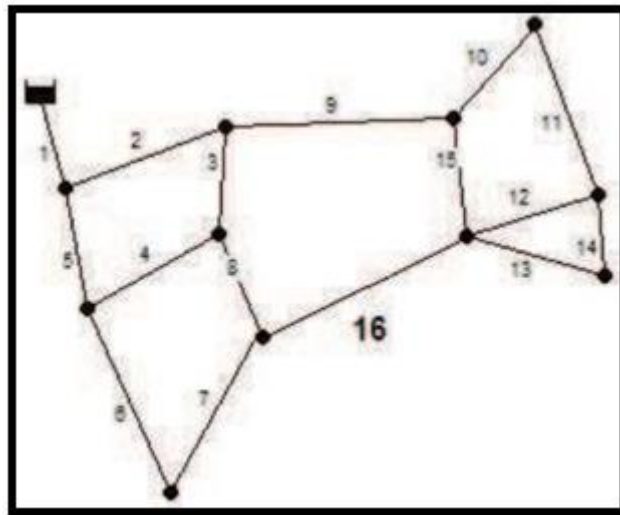


Figura 2 Condiciones de redundancias en todas las redes”
Fuente: Elaboración propia.

Normalmente se utilizan redes ramificadas en casos donde el perjuicio derivado de una interrupción temporal en el servicio no es considerable, como pueden ser las redes de riego o industrial. En el caso del abastecimiento en ciudades la configuración más adecuada es la mallada.

Independientemente de si el caso de estudio es ramificado o mallado, existen otras consideraciones de interés que conviene conocer cuando se pretende abordar el diseño de una red de distribución.

Así, cuando se diseña una red de distribución de agua es posible diferenciar claramente dos etapas. La primera de ellas es la referente al proceso de distribución en planta, cuya optimización está orientada a disminuir los costes de inversión y operación, mientras que la parte del diseño comprende el dimensionamiento de los elementos de la red.

Si la distribución en planta de la red está predeterminada, el problema de diseño se limita, en el caso de las tuberías, a escoger los diámetros más apropiados. El verdadero problema surge cuando dicha distribución en planta no está predeterminada y es necesario combinar ambas etapas. En este caso, el trazado definitivo del sistema, que serviría de base al dimensionamiento del mismo es también una incógnita, con lo que el problema adquiere una complejidad inusitada. Otra posible clasificación para los distintos problemas de diseño diferenciaría entre

redes de nueva implantación y redes de ampliación para una red ya existente. Actualmente, cuando se habla de implantación de una nueva red casi siempre se refiere a redes de riego, nuevas urbanizaciones o redes industriales, puesto que la mayoría de las poblaciones ya cuentan con su propia red de abastecimiento de agua. Por su parte, el diseño de ampliaciones y mejoras de una red existente suele estar asociado a redes de distribución urbanas, ya sea por insuficiencia de la red actual por el crecimiento de la población o por el deterioro de las condiciones de la red producido por el paso del tiempo.

2.2.2. Comportamientos Hidráulicos:

Según (Comisión Nacional del Agua, 2016, pág. 74) El transporte de un fluido de un lugar a otro se permite a través de una tubería. El nodo es el punto o sección transversal de la tubería donde se extrae el fluido o donde este se conecta con otra. En estudios de redes de tubería, se considera que una tubería es un conducto cerrado de determinada longitud. Cada una de las secciones transversales de sus extremos está asociada a un nodo. Para evaluar el comportamiento hidráulico de una red de distribución en la que se conocen los diámetros, longitudes y coeficientes de fricción; se requiere determinar las cargas de presión en los nodos que posee y las velocidades que fluyen en los tubos que la componen.

2.2.3. Parámetros del comportamiento hidráulico:

2.2.3.1. Velocidades:

Según (Biblioteca ATRIUM de Instalaciones de Agua, pág. 10) se considera que las velocidades de circulación del agua dentro de una tubería, se fijan entre valores límites, que deben ser limitados por razones técnicas. La aparición de ruidos, significa una gran erosión interior puede ser generados por los valores muy altos de velocidad; a su vez las velocidades bajas posibilitan, el transporte de gran cantidad de materias, por los procesos de potabilización y depuración, sedimentaciones en los interiores de las tuberías, que conllevarían consecuencias negativas.

Como normas generales se estiman siempre los valores límites que aparecen a continuación especificados para las redes de distribuciones:

✓ Velocidad mínima = 0.6 m/s.

✓ Velocidad máxima = 5.0 m/s.

Para presiones regulares entre 2 y 5 atmósferas, se puede determinar la velocidad por la fórmula de Mougny:

$$x = 1.50 * \sqrt{D} + 0.05 \dots \dots (1)$$

Donde:

D: Es el diámetro.

Ecuación de la continuidad de un líquido, La masa de un fluido incompresible que atraviesa cualquier sección de tubería en una unidad de tiempo constante. (Figura 03).

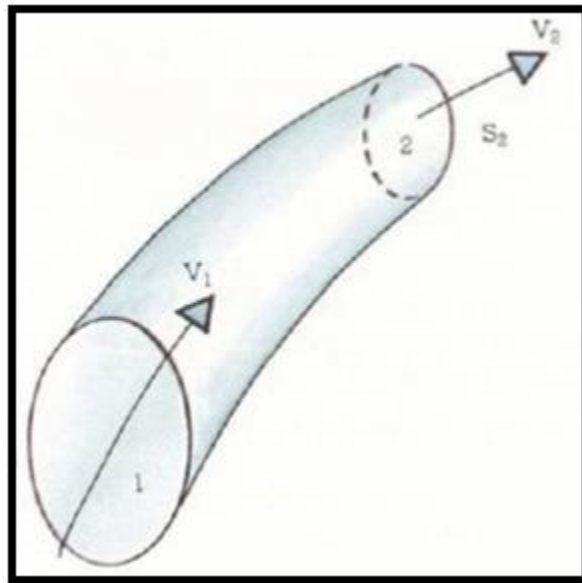


Figura 3 Masa de un fluido incompresible
Fuente: Elaboración propia.

Luego de las ecuaciones de la continuidad será:

$$Q = S * V \dots \dots (2)$$

Donde:

Q: Caudales en litros por segundos.

V: Velocidades (decímetros por segundos).

S: Secciones (decímetros cuadrados).

2.2.3.2. Presiones:

Según (Pérez Farrás & Pérez, 2007, pág. 14) La expresión de Mariotte válida para materiales de las tuberías homogéneos, a causa de la presión interna en una conducción “a presión”, Esta expresión misma relaciona, de manera sencilla, el espesor con la tensión de tracción en las paredes de la tubería, lo que es fácilmente deducible del esquema de la figura 04.

Se aprecia una tubería a presión, seccionada por un plano horizontal que contiene al eje, lo que permite el tratamiento como “cuerpo libre” poniendo en evidencias a las sollicitaciones actuantes.

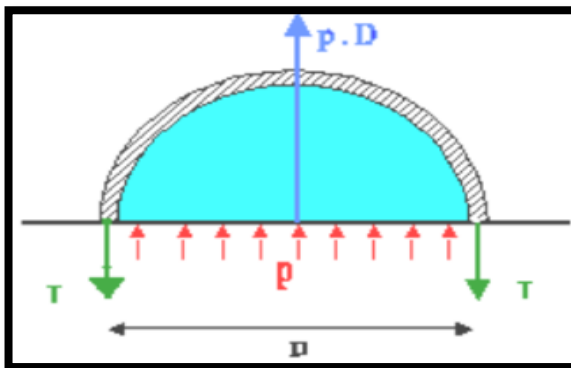


Figura 4 Sollicitaciones debidos a la presión
Fuente: Elaboración propia.

Por las leyes básicas de la físicas se denotan que, las distribuciones de tensiones que sufrirán los espesores de las tuberías, como respuestas a la presiones internas, será uniformes. Este conceptos implicas considerarse “tuberías de pared fina”, o sea una relación mínima del espesor frente al diámetro.

En la figura 5 se aprecia que la resultante de la presión distribuida en el diámetro deberá ser equilibrada por sendos esfuerzos de tracción, distribuidos uniformemente a su vez en el espesor de la tubería y configurando las dos fuerzas equilibrantes “T”. Por lo que, considerando una longitud unitaria de conducción (L=1 m) se tiene que:

$$p * D = 2 * T = 2 * \sigma * e \dots\dots (3)$$

$$\sigma = p * D / 2 * e \dots\dots (4)$$

En donde:

E: es el espesor o grosor de pared de la tubería de material homogéneo.

P: es la presión actuante en el plano horizontal que contiene al eje.

Σ: es la tensiones de trabajos del materiales.

Estas ecuaciones son usadas por la industria de fabricación de tuberías, adoptan “valores de rotura para la presión interna y para la tensión de tracción”, de donde permite determinar el espesor. Como a cada espesor le corresponde una sollicitación admisible, se estandarizada los espesores de tuberías capaces de resistir, en condiciones de régimen permanente, distintas series de presiones fijadas de antemano, éstas presiones son las denominadas Clases de las tuberías .

2.2.3.3. **Estados de carga:**

Cuando se tiene que diseñar el sistema de redes de distribución de agua potable, es requerido tener en cuenta la situación operacional, para la que se está diseñando. Normalmente, en ingeniería hidráulica se diseña para que el sistema sea capaz de funcionar en la situación más desfavorable que se pueda plantear, de modo que si es capaz de funcionar en esas condiciones se puede afirmar de manera implícita que también lo hará en el resto de escenarios posible .

Si consideramos un caso sencillo, como pueda ser el de las tuberías que son sometidas a impulsión, conceptualizadas en diseño para transportar un caudal máximo, el escenario menos conveniente del sistema transporta precisamente ese valor máximo de caudal. Si el sistema es capaz de solventar esa situación más desfavorable, obviamente podrá trasegar también caudales menores .

Considerando la presión de trabajo de la tubería resulta necesario calcular el choque violento provocado por la parada brusca de las bombas impulsoras. Existen dos tipos de situaciones más desfavorables: una estacionaria (máximo caudal) para determinar la capacidad hidráulica y otra transitoria para estimar la resistencia mecánica de la tubería.

Es difícil decidir cuál es la situación más desfavorable en una red de distribución, puesto que son multitud las condiciones operativas en las que trabaja una determinada red. No obstante, se consideran esquemas de funcionamiento que permiten representar adecuadamente el conjunto de situaciones más desfavorables que pueden encontrarse en el buen funcionamiento de la red.

El esquema de funcionamiento refiere a las magnitudes del caudal en los nudos, nodos o conexiones, más los correspondientes datos de la presión. Por lo que a esta data, se le atribuye la denominación de estado de carga del sistema de redes. La formulación del problema de diseño será más precisa y fiable cuantos más estados de carga representativos sean introducidos. Obviamente, esto complica el modelo y su solución.

En ocasiones es posible aglutinar la información de varios estados de carga en uno sólo. La figura 7 muestra un problema de dimensionado donde un depósito abastece dos zonas cuyas demandas en régimen normal son Q_1 y Q_2 . (caso a). Además, el sistema debe poder hacer frente a ciertas demandas de emergencia (caudales de incendio, por ejemplo) Q_{e1} y Q_{e2} , que se suponen no simultáneas (casos b y c). Toda la información de los casos a, b y c queda condensada en la representación d. Si el sistema es diseñado para ésta última representación responderá adecuadamente en los casos a, b y c.

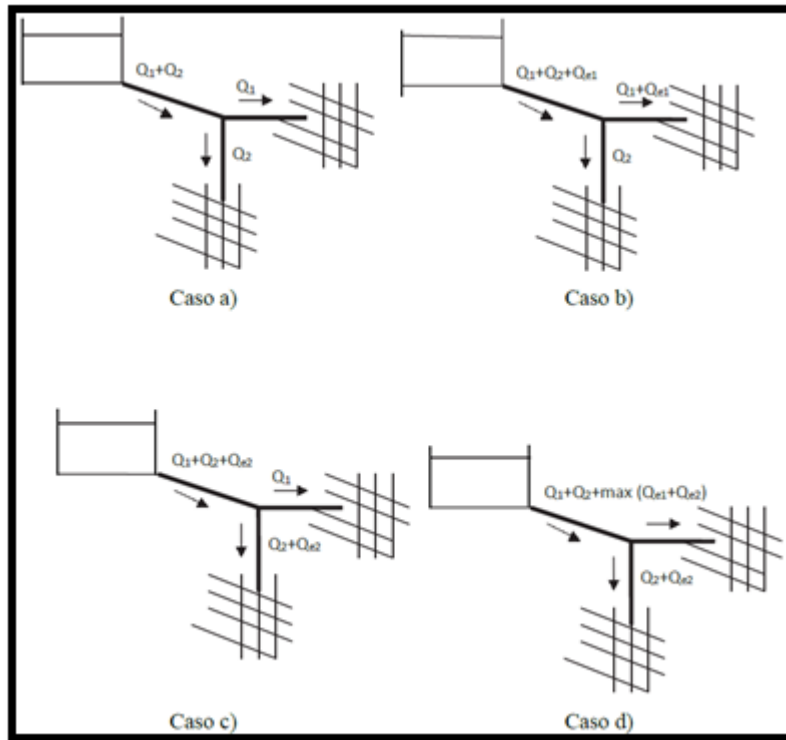


Figura 5 Ejemplo de distintos estados de carga
Fuente: Elaboración propia.

Hay que tener en cuenta que los caudales resultantes en las tuberías A, B y C no discrepan con la muy usada ecuación de continuidad:

$$Q_1 + Q_2 + \max(Q_{e1} + Q_{e2}) = Q_1 + Q_2 + Q_{e1} + Q_{e2}$$

No es éste un hecho relevante para la validez de la representación, puesto que en la etapa de diseño no se busca una situación real, sino una representación operativa adecuada, sin importar que sea ficticia. Esta representación simplemente tiene que agrupar un conjunto de situaciones más desfavorables, a las que el sistema debe poder responder.

La representación mediante criterios probabilísticos de los caudales de diseño o la aplicación de criterios de simultaneidad son ejemplos de agrupar información en un solo patrón. Los siguientes puntos enumeran el

acumulado de data, que son necesarios para acometer el diseño del sistema de tuberías como red de distribución:

- Necesidad de caudal: distribución espacial y temporal.
- Necesidad de presión.
- Trazado de conducción.
- Topografía del terreno.
- Diámetros de las conducciones.
- Material de las conducciones.
- Características y situación real, de los elementos de inyección y almacenamiento.
- Velocidad de circulación permitidas y aconsejables.

Si sea el caso, de que existiese coincidencia entre los múltiples requisitos de diseño en consecuencia existirán múltiples configuraciones posibles que verifiquen estas premisas. Es entonces cuando entra en juego el concepto de solución más económica. Entonces se puede considerar desde un punto de vista económico, que la solución óptima es aquella que representa el menor coste conjunto de explotación e inversión, debiendo cumplir en cualquier caso las restricciones de consumos y presión requerida .

2.2.3.4. **Diámetro:**

Según, (Rocha Felices, 2007, pág. 228) Cuando se tiene que diseñar una línea de conducción por medio de tuberías no hay una única solución. Puede haber muchos diámetros que logren cumplir los requerimientos hidráulicos que requiere el diseño de redes . de todos los posibles diámetros, se tiene que identificar uno que se puede considerar como el diámetro, más conveniente y que en costo resulte el menor posible tanto en ejecución, operación y materiales .

Para obtener el diámetro más económico de un sistema de redes de tuberías, se tiene que tener en cuenta: los diámetros más usados del mercado , Precio de tuberías y accesorios, así como los Coeficientes de rugosidad de los anteriores;

también otros como el precio de transporte, condiciones crediticias y/o tasas bancarias.

2.2.4. **Métodos Computacionales Convencionales:**

(Wikipedia, 2017) El análisis de sistemas de redes de tuberías a nivel hidráulico, es en resumen la aplicación de un método numérico iterativo que permite resolver un sistema de ecuaciones que, tienen como variables la presión y la velocidad. La configuración de sistema como mallas, genera un medio indeterminado de ecuaciones, los cuales poseen como datos conocidos, a los diámetros de las tuberías y las rugosidades de las mismas, que conforman el sistema; los valores estimados o proyectados de caudal requerido por el sistema tiene que cumplir las condiciones de presión. El resultado último del proceso iterativo, es la obtención de los caudales que circulan por las tuberías y las diferentes presiones en las conexiones del sistema.

La base matemática del análisis hidráulico de redes, deben “de satisfacer, las siguientes ecuaciones, al margen de toda configuración y elementos integrados al sistema, los cuales” son:

- Ecuaciones de Conservaciones de masas en conexiones o nudos.
- Ecuaciones de Bernoullih, que es el principio de Conservación de Energía aplicadas a un flujo incompresible.

En la actualidad los análisis hidráulicos, en los sistemas o redes de distribución se realizan a través de softwares, que permita la solución matemática de todas las incógnitas del sistema de ecuaciones. Estos modelos no solamente incluyen el análisis con tuberías, también se consideran los Tanques de Almacenamiento, Reservorios, Válvulas de Regulación, Bombas de impulsión, Medidores, Accesorios, y demás elementos que integran las redes de agua potable.

Las variables de los modelos (algunas conocidas) son entonces:

- Los Caudales internos que circulan por las líneas .
- Los Caudales externos demandados por el uso y aplicado en las conexiones o nodos .

- La altura de presión que soporta el sistema y también se aplica en las conexiones, nodos, nudos o junctions.
- Las pérdidas de carga obtenidas por fricción o pérdidas localizadas.

La base teórica de obtención de las variables anteriormente señaladas, se puede considerar básicos, pero en conjunto tiene que ser satisfechos de manera tal que se logren resolver todo el sistema como un conjunto, la metodología teórica que permite estas aproximaciones, y que son las más usuales en los cálculos hidráulicos serían:

- Metodologías de Equilibrio Simultáneo de las Variables como los Métodos del Nudo y Circuito Simultáneos.
- Métodos numéricos basados en la teoría iterativa de Gauss-Seidel y Jacobi, y el más recurrente es el famoso Método de Cross.

Existen diversos programas o software de cálculo análisis de redes de distribución o conducción, que tienen como base algorítmica los métodos ya descritos.

2.2.5. **Watercad:**

(Bentley Systems, 2017) Bentley WaterCAD es un software de uso público y gratuito, útil para la diseño, gestión, evaluación y optimización de redes de agua potable u otro fluido a presión que se podrían considerar como "líneas de conducción de agua, redes de distribución de agua potables, redes de riego por aspersión y riego por goteo, así como también el transporte de petróleo y transporte de gases. El software W.A.T.E.R.C.A.D. es uno de los más conocidos métodos computacionales, que admite la simulación hidráulica de un modelado, representado por elementos tipo: Líneas (tuberías), Punto (Nudos, Tanques, e Hidrantes) e Híbridos (Bombas, Válvulas de Control, Regulación y demás del mismo tipo). Esta plataforma ha evolucionado considerablemente y destaca de los demás de su género por permitir interrelación con otros sistemas operativos, permite gestión directa de los recursos hidráulicos, ofrece soluciones de múltiple criterio, interpolación y conexión con sistemas de información geográficas.

Usa como método numérico de cálculo el método de elementos finitos y la aplicación de toda la base algorítmica del gradiente hidráulico.

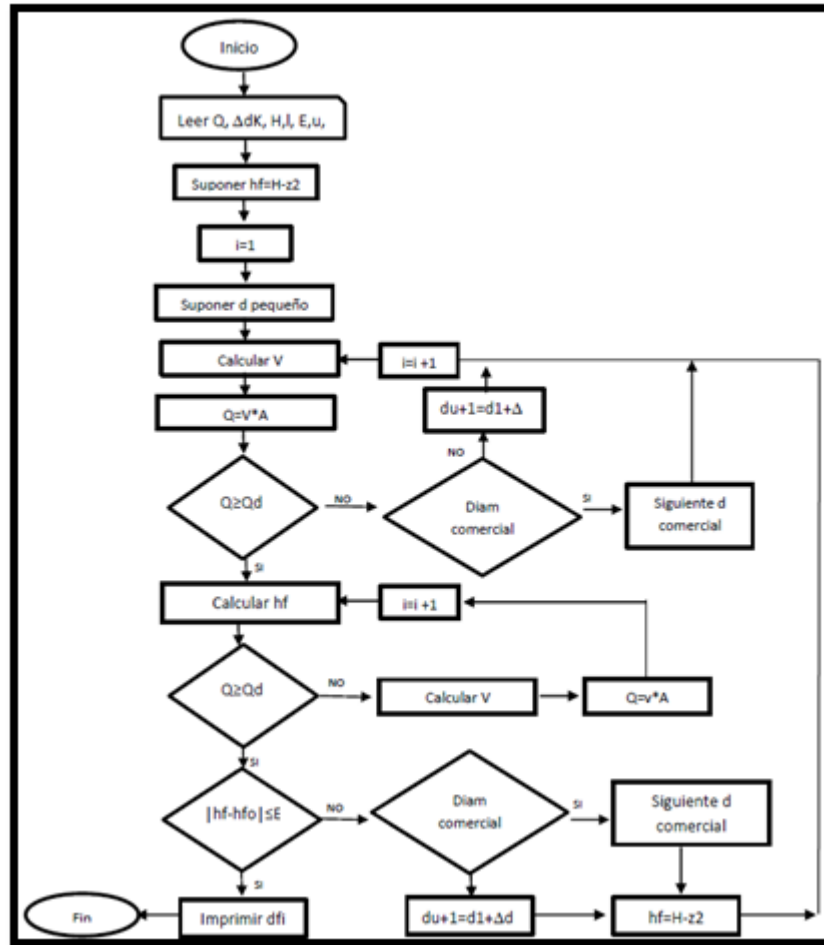


Figura 6 Diagrama de flujo de operatividad de Watercad
Fuente: Elaboración propia.

2.3. Definición de términos

- **Caudal de diseño**, Según, (Reglamento Nacional De Edificaciones, 2016, pág. 36)

Las redes de sistemas de distribución se calculará con la cifra que resulte mayor al comparar el caudal máximo horario, añadido al caudal máximo diario, y al caudal contra incendios, si es que este último se está considerando.

- **Red de distribución de agua,** Según (Sotelo Ávila, 2002), La red de abastecimiento de agua potable es un sistema de conexiones de tuberías enlazadas entre sí, con el fin transportar agua desde un punto de colecta, hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural con población relativamente densa.
- **Presiones,** Según (Saldarriaga, 2007, pág. 373) “La presión estática no debe ser mayor a 50 m.c.a.(metros columna de agua) en cualquier punto de la red”.
- **Válvulas,** Según (Sotelo Ávila, 2002) el sistema de redes de distribución de agua potable, estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes que no deben ser mayor a 500 m de longitud. Se proyectarán válvulas de interrupción en todas las derivaciones para ampliaciones.
- **Análisis hidráulico,** Según (Saldarriaga, 2007, pág. 363) “Las redes de distribución se proyectarán, siempre que sea posible en circuito cerrado formando malla. Las dimensiones estarán en función a los cálculos hidráulicos que garanticen caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red”.
- **Diámetro mínimo,** Según (Dominguez, 1999), El diámetro mínimo de las tuberías principales será de 75 mm para uso de vivienda. En casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tuberías de 50 mm de diámetro.
- **Corte transversal,** (Valderrama Mendoza, 2015, pág. 176) El muestreo no probabilístico afirma que es “es el que deliberadamente obtiene muestras que representan al universo”. El mismo que será empleado en el presente estudio de las características del universo estadístico.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general:

Una adecuada evaluación de la red de agua potable mediante la normativa vigente del Centro Poblado Unión, distrito de Perene, Chanchamayo – Junín, contribuye con el desarrollo de la comunidad.

2.4.2. Hipótesis específicas:

- a) Un adecuado diseño de la ubicación de nuevas cámaras rompe presión en la red de agua potable del Centro Poblado Unión, distrito de Perene, Chanchamayo – Junín, contribuye en una adecuada infraestructura del sistema de agua potable.
- b) Un adecuado diseño de las tuberías con diferentes diámetros en la red de agua potable del Centro Poblado Unión, distrito de Perene, Chanchamayo – Junín, contribuye en una adecuada infraestructura del sistema de agua potable.
- c) Una adecuada verificación del reservorio de almacenamiento en la red de agua potable del Centro Poblado Unión, distrito de Perene, Chanchamayo – Junín, contribuye en una adecuada infraestructura del sistema de agua potable.

2.5. Variables:

2.5.1. Definición conceptual de la variable:

- **Variable independiente (X)**

Rediseño de mejoras sistema de agua potable

Los sistemas de abastecimiento de agua son aquellos que permiten que llegue el agua desde las fuentes naturales, sean subterráneas, superficiales o agua de lluvia, hasta el punto de consumo, con la cantidad y calidad requerida, para un rediseño de los componentes de agua potable, esta sujeto a una evaluación preliminar de los componentes y de esa manera realizar un adecuado rediseño de los mismo o en el caso un sustitución de algunos elementos del sistema para un adecuado funcionamiento.

- **Variable dependiente (Y)**

Evaluación del sistema de agua potable.

Para una evaluación del sistema de agua potable se tiene que tener en consideración el acceso al agua potable se mide por el porcentaje de la población que utiliza fuentes de suministro de agua potable mejoradas, por ejemplo, los parámetros a controlar para el grifo del consumidor son, al menos: olor, sabores, colores, turbidez, conductividad, pH, amonio, bacterias coliformes, E. Coli, cobre, cromo, níquel, hierro, plomo, cloro libre residual y cloro combinado residual.

2.5.2. Operacionalización de la variable:

Tabla 1
Operacionalización de la variable independiente.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICE
V.I. Rediseño de mejoras sistema de agua potable	Propuesta de mejoras a las unidades existentes de agua potable	Mejoras en la captación	%
		Mejora del reservorio de macenamiento	%
		Mejora de las redes de distribución	%
		Instalación de capitación nueva de ampliación y cerco perimétrico en la captación existente.	%
	Propuesta de unidades adicionales al sistema de agua potable	Instalación de cámaras rompe presión en la línea de conducción e instalación de una nueva línea de conducción	Unidad
		Instalación de nuevos tramos en la red de distribución	Unidad
		Instalación de nuevas conexiones domiciliarias y medidores de agua	Unidad
V.D. Evaluación del sistema de agua potable	Reservorio de almacenamiento	Estado	%
		Operación	%
	Redes de distribución	Estado	%
		Operación	%
	Conexiones domiciliarias	Estado	%
		Operación	%

Fuente propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

Esta investigación se basó en el método general del método científico, con un submétodo que se aplicaron fueron el método deductivo porque nos permite llegar a las aplicaciones comprobaciones o consecuencias particulares de un principio, donde se pretende llevar a la aplicación de un caso específico y también como submétodo el descriptivo, en este método se describen todas las actividades y procedimientos secuenciales en el desarrollo del proyecto, especificando cada una de las actividades de los recursos requeridos y avance secuencial de la investigación.

3.2. Tipo de investigación

Para la presente investigación el tipo de investigación que fue utilizada la aplicada, porque busca solucionar problemas a favor del desarrollo de la humanidad y el entorno natural.

3.3. Nivel de investigación

Para esta investigación se utilizó el nivel descriptivo se utiliza para descubrir nuevos hechos y significados de una investigación mientras que en la investigación correlacional se lleva a cabo para medir dos variables este tipo de investigación se utiliza para explorar hasta qué punto se relacionan dos variables en un estudio; ya que busca como prevenir el desabastecimiento del centro poblado Unión, distrito de Perene, provincia de Chanchamayo - Junín, por esta razón definimos que la investigación es descriptiva correlacional.

3.4. Diseño de Investigación

El diseño de la presente investigación fue no experimental, por que no hubo manipulación de las variables, y solo ver la relación que existe una en otra durante la intervención de una sobre la otra.



V1: Rediseño de mejoras sistema de agua potable.

V2: Evaluación del sistema de agua potable.

M: Muestra de investigación (representada por el total de tuberías de la red de distribución del centro poblado Unión).

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Esta investigación, se considera de nivel predictivo, por ser de carácter bivariado y de causalidad. La evaluación y rediseño de la red de agua potable, responde a las causas de los acontecimientos físicos o sociales; ya que busca como prevenir el desabastecimiento del centro poblado Unión, distrito de Perene, provincia de Chanchamayo - Junín, buscando una relación significativa entre sus variables e indicadores.

3.5.2. Muestra

La muestra está representada por el total de tuberías de la red de distribución del centro poblado Unión.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Observación Sistemática Indirecta, mediante esta técnica se podrá analizar y estudiar los diversos documentos que contiene información sobre el tema de investigación.

El formulario y ficha de observación, utilizados en este estudio, contribuyeron en la recopilación de la información requerida para la evaluación y rediseño de la red de agua potable. Los resultados obtenidos se utilizaron para definir las proporciones de

daños de las tuberías de agua potable, y se compararon con los resultados de otros métodos para comprender la utilidad relativa, el costo y la precisión de los datos recopilados.

3.7. Procesamiento de la información:

Se utilizará técnica estadística mediante la metodología propuesta por la Organización Panamericana de la Salud en su publicaciones “Mitigación de desastres naturales en sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario – Guías para el análisis de vulnerabilidad” ((OPS), 1998), para lo cual se utilizará programas de cálculo como Excel, para luego mostrar la información, mediante tablas, registros, figuras, y otros. El procesamiento de la información se realizó desde un enfoque del tipo cuantitativo, por lo que para la organización de los datos recolectados se utilizaron matrices de tabulación, junto a esquemas gráficos que facilitaron la interpretación de datos.

3.8. Técnicas y análisis de datos:

El análisis de datos se realizará en el software Microsoft Excel en el cual se realizaremos cuadros comparativos del análisis sísmico considerando y sin considerar la interacción suelo – estructura en la vivienda multifamiliar de la familia Suarez Quispe con la finalidad de determinar cual es el que mejores beneficios brinda a la estructura.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1. Ubicación e identificación de la zona del proyecto:

El centro poblado Unión de Perene se localiza en el distrito de Perené, perteneciente a la Provincia del Chanchamayo del departamento de Junín. Se encuentra ubicado a 50 km del centro de la ciudad capital.



Figura 7 Mapa de ubicación del proyecto
Fuente: Elaboración propia.



Figura 8 Vista satelital del C.P. Union Perene
Fuente: Elaboración propia.

4.1.1. **Condiciones climáticas:**

El “distrito de Perené, muestra condiciones típicas de ceja de selva y de montaña, con temperatura máximas entre los 28°C a 32°C y temperaturas mínimas desde 18.5°C hasta 20.2°C distribuidos estacionalmente durante el año. Con estos valores y otras variables obtenida de la misma zona”, se clasifica según Koppen, con un clima de sabana tropical periódicamente húmeda (escasas lluvias o seca en la estación de invierno).

Según la O.N.E.R.N. (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales), en las zonas selváticas o región yunga el clima es templado – cálido y altamente húmedo con abundantes precipitaciones pluviales que están generalmente por encima de los 1000 a 3000mm³/año pudiendo superar fácilmente los 6000 mm³/año. Cabe señalar que las fuentes de lluvia juegan un rol principal en la ecología de la selva, coadyuvados con la topografía (pendiente del terreno), tipo de material (roca y/o suelo), deforestación excesiva (tala, rozo y quema de los bosques) y otros factores, originan fenómenos de deslizamiento, desplome, inundaciones, etc. Que afectan la seguridad y economía de sus habitantes .

4.1.2. **Recursos hídricos:**

El Distrito de Perene está constituida por redes, pequeñas quebradas, riachuelos y ríos caudalosos. Estos ríos se caracterizan por ser torrentosos, con abundantes rápidos y fondo de cauce rocoso - pedregoso; recorren la zona andina formando valles estrechos. La fuente de recurso hídrico que abastece al centro poblado Unión Perene son los ríos Uyariki y San Cristóbal que se encuentran ubicados a 4.00km del lugar y 1.00km de la planta de tratamiento de agua potable.

4.1.3. **Aspectos socio – económicos:**

De acuerdo a las dinámicas de uso y ocupación del territorio, en el trabajo de campo, se pudo constatar que las familias habitan en viviendas domésticas, que se encuentran concentradas (en su mayoría), el área habitada tiene una densidad poblacional de 4.50 habitantes por vivienda según datos estadísticos de la INEI (realizado en el Centro Poblado de Unión Perene). Al ser una zona rural, la principal actividad económica de

las familias es el comercio y agricultura, está se desarrolla con fines comerciales en su mayoría y de autoconsumo; la principal desventaja que enfrenta el agricultor son los fenómenos climatológicos adversos en las diferentes etapas del proceso productivo, sistema de tratamiento deficiente, insuficiente o inadecuada infraestructura agrícola, empleo de tecnología “rudimentaria, falta de asistencia técnica, crediticia y canales de comercialización poco apropiados.

Es importante mencionar que la mayor área del recurso agrícola corresponde a la siembra de café y en menor porcentaje al sembrío de yuca, plátano. Asimismo, las tierras aptas para cultivos en limpio tienen limitaciones de suelo relacionadas con la fertilidad.

Entre los principales cultivos tenemos el café, plátano, piña, yuca y cacao. El destino de la producción es el mercado local para el comercio de subsistencia y el autoconsumo. La fuerza básica que se utiliza es de la familia (esposo, esposa e hijos) y si no es suficiente, cuentan con la ayuda de familiares y amigos. Los varones tienen asignados actividades de mayor esfuerzo físico, mientras que las mujeres se ocupan de actividades de menor esfuerzo físico.

4.1.4. Vivienda y servicios públicos:

4.1.4.1. Población:

El centro poblado Unión Perene, el presente año ha tomado como referencia la tasa de crecimiento porcentual de 2.80%, se compone por un total de 684 habitantes.

4.1.4.2. Viviendas:

Los materiales que emplean en la construcción de sus viviendas son materiales rústicos y de material noble, las paredes son de ladrillo en su mayoría. Los techos de calamina y losa. Los pisos de las viviendas son de tierra.

4.1.4.3. **Servicios de Salud:**

El centro poblado de Unión Perene cuenta con un Centro de Salud donde se brinda servicios básicos sin embargo estas infraestructuras faltan mantenimiento.

4.1.4.4. **Educación:**

Uno de los componentes claves de la calidad de vida de las personas y el desarrollo económico y social de todo distrito es el nivel educativo de su población, en la cual se ofrece a las personas diversos instrumentos para incrementar su bienestar tanto desde el punto de vista económico como social. El centro poblado unión perene cuenta con niveles educativos de inicial, primaria y secundaria.

4.2. Evaluación de la red de agua potable:

4.2.1. **Descripción del sistema existente:**

El centro poblado Unión de Perene cuenta con una red de agua potable total de 3127.65m la cual está compuesta por una combinación de tuberías de concreto y PVC de 1.50Pulg de diámetro, también cuenta con 3 cámara rompe presión tipo 7, un reservorio de 20m³ de capacidad, 16 válvulas de purga y 152 conexiones domiciliarias.

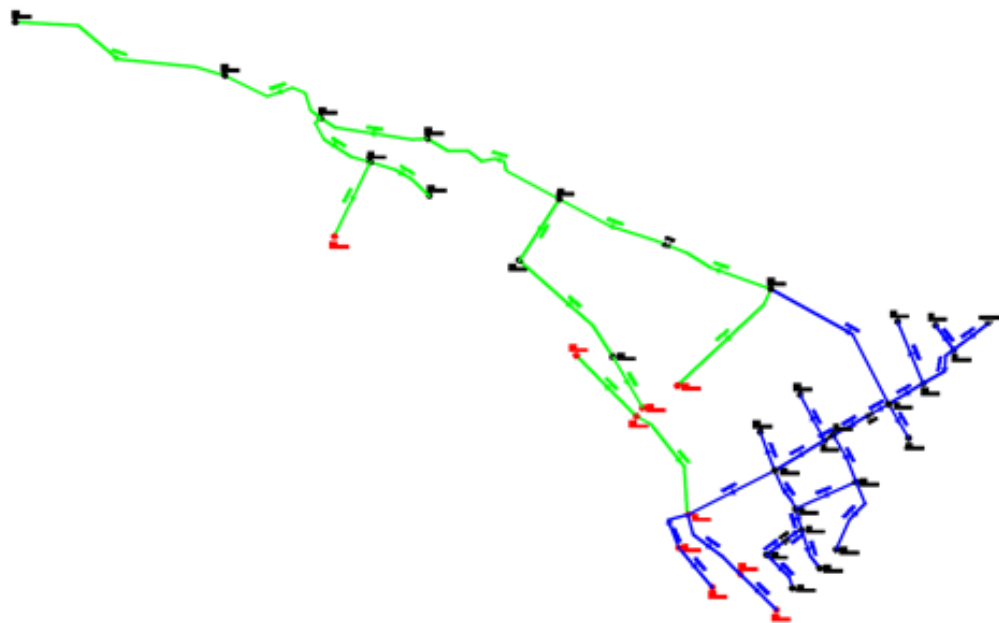


Figura 9 Red de agua potable del C.P Union de Perene
Fuente: Elaboracion propia (ver anexos de planos)

En la figura anterior podemos observar que la red de agua potable del centro poblado Unión de Perene consta de un sector constituido por tuberías de concreto (color azul) y un sector constituido por tuberías de PVC (color verde).

En el sector 1 constituido por tuberías de concreto se han reportado fallas como rupturas que en su mayoría de veces fueron reparadas por los mismos pobladores, colapso de aparatos sanitarios debido a las altas presiones, caudales bajos en horarios de mayor consumo, etc.

El sector 2 constituido por tuberías de PVC fue ejecutado en el año 2012 con la finalidad de abastecer de agua potable a las viviendas que se expandían en aquellos años, pero también se reporta fallas como caudales bajos, desabastecimiento de agua en las zonas mas alejadas, colapso de aparatos sanitarios y rajaduras en las tuberías.

4.2.2. **Recolecta de datos:**

Teniendo en consideración las fallas descritas anteriormente, se evaluará la red de agua potable del centro poblado Unión de Perene con la finalidad de determinar las presiones y velocidades de los nudos y tuberías respectivamente, para lo cual se realizó un levantamiento topográfico de la zona y se elaboraron los planos respectivos los cuales vienen adjuntos en los anexos de esta investigación.

En la recolecta de datos se determino que el centro poblado Unión de Perene cuenta con 147 viviendas, 3 centros educativos (inicial, primaria y secundaria) y un local comunal, según datos estadísticos del INEI se obtuvo una densidad poblacional de 4.50Hab/vivienda y una tasa de crecimiento de 2.80%.

En las instituciones educativas se determino que cuentan con los siguientes alumnados:

Tabla 2
Parámetros para la evaluación

DESCRIPCIÓN	N° DE ALUMNOS
Nivel Inicial	25
Nivel Primaria	40
Nivel Secundaria	75

Fuente: Censo poblacional INEI 2017.

4.2.3. Procesamiento de la información:

La información obtenida en la recolecta de datos será procesada con la finalidad de obtener las presiones de los nudos y las velocidades de las tuberías, para lo cual se aplicará el método de las conexiones y el software Watergems. Los resultados obtenidos serán comparados con las máximas y mínimas admisibles especificadas en las normas peruanas vigentes, de esta manera podremos determinar el motivo de las fallas en la red de agua potable del centro poblado Unión de Perene.

4.2.3.1. Cálculo de los caudales unitarios:

Los caudales unitarios serán determinados mediante el método de las conexiones, para la cual se cuenta con los siguientes datos:

Tabla 3
Parámetros para la evaluación

DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
Densidad poblacional	4.50	Hab/Vivienda
Número de familias	147.00	Viviendas
Centro de salud	1.00	Posta medica
Centro educativos	3.00	Inicial, primaria y secundaria
Otras instituciones	1.00	Local comunal
Número de conexiones	152.00	Conexiones

Fuente: Elaboración propia.

a. Cálculo de la población de diseño:

La evaluación de la red de agua potable del centro poblado Unión de Perene no contará con un periodo de diseño, por lo tanto, la población de diseño será igual a la población la cual se determina con la siguiente ecuación:

$$Pa = Dp * conexiones..... (1)$$

Donde:

Pa: Población actual (Habitantes)

Dp: Densidad poblacional (Hab/vivienda).

Reemplazando datos en la ecuación n° 01 obtenemos una población actual igual a 684Hab.

b. Cálculo del caudal máximo horario:

El Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento recomienda las siguientes dotaciones para poblaciones rurales:

Tabla 4
Dotación de agua según opción de saneamiento”

REGIÓN	SIN ARRASTRE HIDRÁULICO	CON ARRASTRE HIDRÁULICO
Costa	60Lt/hab/día	90Lt/hab/día
Sierra	50Lt/hab/día	80Lt/hab/día
Selva	70Lt/hab/día	100Lt/hab/día

Fuente: Guía de agua y saneamiento (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento)

El centro poblado Unión de Perene se encuentra en una zona denominada selva central y cuenta con arrastre hidráulico, por lo tanto, la dotación para las viviendas será igual a 100Lt/hab/día.

El Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento recomienda que en instituciones educativas para el nivel primaria y secundaria se empleara una dotación de 20Lt/hab/día y 25Lt/hab/día respectivamente.

El caudal de diseño se determina aplicando la siguiente ecuación:

$$Qd = \frac{Do * Pd}{86400} \dots (2)$$

Donde:

Qd: Caudal de diseño (Lt/s).

Pd: Población de diseño (Hab).

Do: Dotación (Lt/Hab/día).

El cálculo del caudal de diseño para cada tipo de conexión se muestra de forma resumida en la siguiente tabla:

Tabla 5
Caudales de diseño por tipo de conexión

DESCRIPCION	DOTACION (Lt/s)	POBLACION DE DISEÑO	CAUDAL DE DISEÑO (Lt/s)
Caudal de las viviendas	100	684	0.792
Caudal (inicial y primaria)	20	65	0.015
Caudal (secundaria)	25	75	0.022
Caudal de centro de salud	100	1	0.001
Caudal (local comunal)	100	1	0.001

Fuente: Elaboración propia.

El caudal promedio Q_p es la suma de los caudales de diseño la cual es igual a 0.83Lt/s.

El caudal máximo horario se determina aplicando la siguiente ecuación:

$$Q_{mh} = Q_p * k_2 \dots (3)$$

Donde:

Q_{mh} : Caudal máximo horario (Lt/s).

Q_p : Caudal promedio (Lt/s).

K_2 : Factor para caudal máximo horario.

El ministerio de vivienda, construcción y saneamiento recomienda aplica un K_2 igual a 2.00 para poblaciones rurales. Reemplazando datos en la ecuación n° 03 obtenemos un caudal máximo horario igual a 1.66Lt/s.

Los caudales unitarios se determinan para cada tipo de conexión los cuales serán importados al software Watergems, para lo cual se aplica la siguiente ecuación:

$$Qu = \frac{Qmh}{Nc} \dots (4)$$

Donde:

Qu: Caudal unitario (Lt*conexiones/s).

Qmh: Caudal máximo horario (Lt/s).

Nc: Número de conexiones.

En la siguiente tabla se muestra los caudales unitarios determinados para cada tipo de conexión:

Tabla 6
Caudales unitarios por tipo de conexión

DESCRIPCION	CAUDAL DE DISEÑO (Lt/s)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (Lt/s)	CAUDAL UNITARIO (Lt/s)
Caudal de las viviendas	0.792	1.5833	0.0104
Caudal (inicial y primaria)	0.015	0.0301	0.0150
Caudal (secundaria)	0.022	0.0434	0.0434
Caudal de centro de salud	0.001	0.0023	0.0023
Caudal (local comunal)	0.001	0.0023	0.0023

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3.2. Modelamiento en el software Watergems:

La red de agua potable del centro poblado Unión de Perene fue modelada en el software Watergems, de igual manera se importó los datos determinados anteriormente para obtener los resultados que nos ayudaran a determinar el motivo de sus fallas.

a. Presiones en los nudos:

En la siguiente figura podemos observar la red de distribución del centro poblado Unión de Perene modelada en el software Watergems, en el cual los puntos de color rojo y color negro representan las presiones que se encuentran fuera y dentro del rango máximo permisible respectivamente especificado en la guía de agua potable y saneamiento del ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.

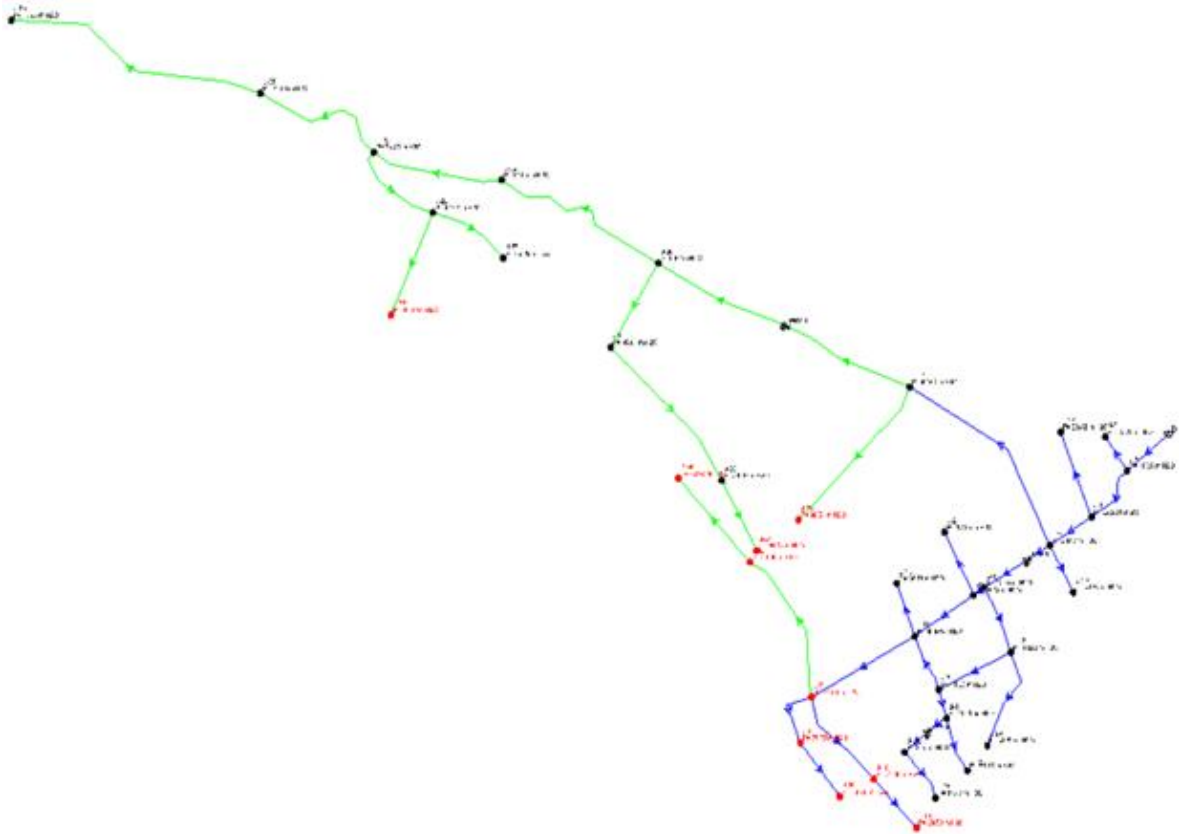


Figura 10 Presiones en los nudos
Fuente: Elaboracion propia (ver anexos de planos)

Tabla 7
Presiones en los nudos

NUDO	COTA INICIAL	CAUDAL (Lt/s)	COTA PIEZOMETRI.	PRESION (mca)
J-1	2,518.48	0.1266	2,531.24	12.73
J-2	2,514.12	0.0312	2,531.09	16.93
J-3	2,488.71	0.0520	2,530.48	41.68
J-4	2,484.68	0.0312	2,530.47	45.7
J-5	2,576.69	0.0416	2,587.70	10.99
J-6	2,576.95	0.0104	2,587.70	10.72
J-7	2,457.88	0.1872	2,529.27	71.24
J-8	2,453.74	0.0959	2,529.24	75.35
J-9	2,540.91	0.0104	2,579.65	38.67
J-10	2,538.00	0.0104	2,579.65	41.57
J-11	2,560.14	0.0416	2,583.10	22.92
J-12	2,491.45	0.1352	2,530.41	38.89
J-13	2,494.13	0.0300	2,530.41	36.21
J-14	2,469.38	0.0335	2,478.15	8.75
J-15	2,463.65	0.0104	2,478.15	14.47
J-16	2,475.17	0.0104	2,530.47	55.19
J-18	2,457.09	0.1040	2,529.20	71.96
J-19	2,459.53	0.0208	2,529.20	69.53
J-20	2,445.30	0.0104	2,529.24	83.76
J-21	2,513.20	0.0208	2,531.09	17.85
J-22	2,512.53	0.0936	2,530.78	18.22
J-23	2,466.11	0.0624	2,526.20	59.97
J-24	2,462.00	0.0312	2,526.20	64.07
J-25	2,491.59	0.0104	2,526.15	34.49
J-26	2,483.36	0.0416	2,526.13	42.68
J-27	2,481.01	0.0312	2,526.13	45.02
J-28	2,562.64	0.0208	2,583.10	20.42
J-29	2,486.80	0.0312	2,530.77	43.89
J-30	2,516.75	0.0104	2,526.29	9.52
J-31	2,477.14	0.0520	2,526.24	49.01
J-32	2,435.52	0.0208	2,526.13	90.43
J-33	2,460.01	0.0312	2,529.24	69.09
J-34	2,456.14	0.0624	2,529.22	72.93
J-35	2,496.76	0.0104	2,526.15	29.33
J-36	2,502.11	0.0104	2,526.20	24.05
J-37	2,536.00	0.0312	2,578.62	42.53
J-38	2,479.88	0.0312	2,578.62	98.54
J-39	2,512.17	0.0104	2,526.15	13.95

Fuente: Elaboración propia.

b. Velocidades en las tuberías:

En la siguiente figura se puede observar las velocidades de las tuberías de concreto y PVC del centro poblado Unión de Perene.

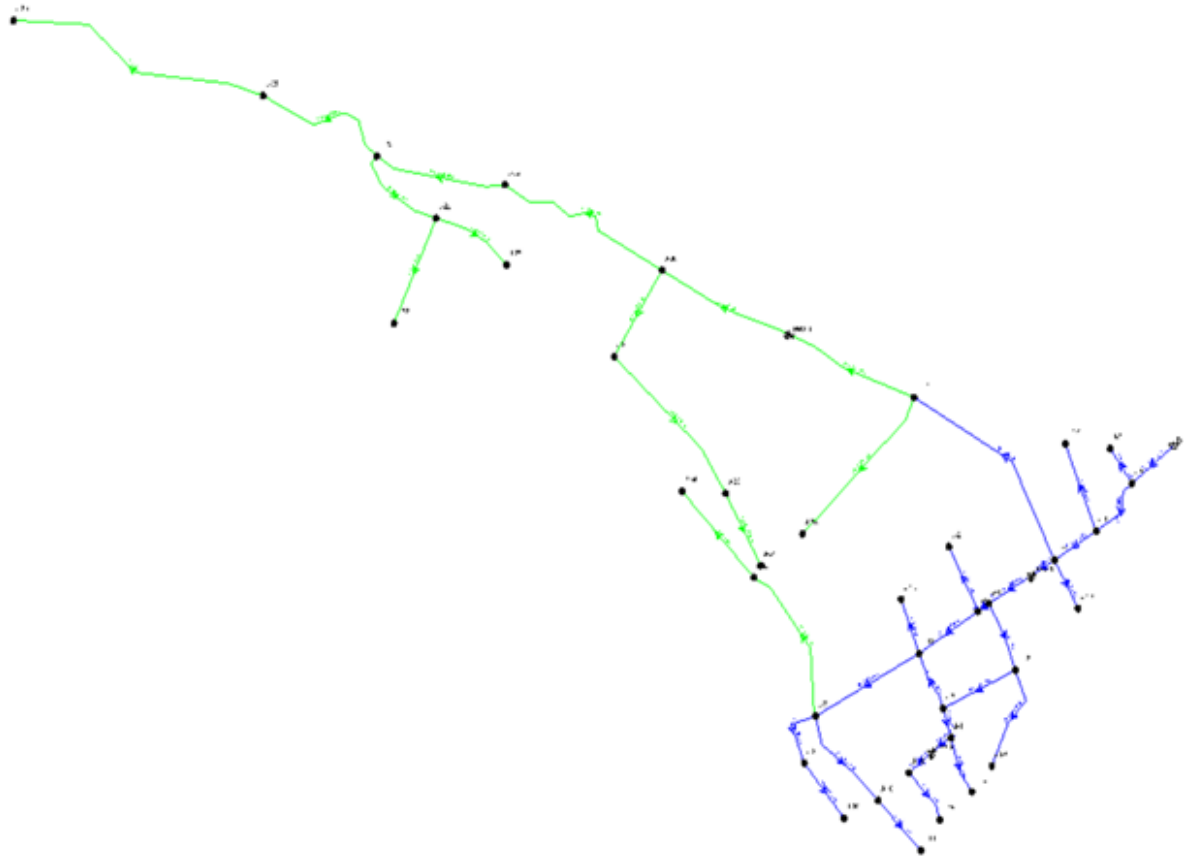


Figura 11 Velocidades en las tuberías
Fuente: Elaboración propia (ver anexos de planos)

Tabla 8
Velocidades en las tuberías

TRAMO		LONGITUD (m)	TIPO DE MATERIAL	VELOCIDAD (m/s)
INICIAL	FINAL			
J-1	J-2	10.77	Concrete	0.49
J-3	J-4	22.88	Concrete	0.07
J-5	J-6	31.60	Concrete	0.01
J-7	J-8	51.98	Concrete	0.09
J-9	J-10	40.75	Concrete	0.01
J-11	J-9	40.96	Concrete	1.31
J-12	J-13	42.74	Concrete	0.03

J-14	J-15	44.35	Concrete	0.01
J-4	J-16	44.18	Concrete	0.01
R-1	J-5	44.49	Concrete	1.41
J-12	J-3	45.70	Concrete	0.15
J-5	J-11	50.56	Concrete	1.36
J-18	J-19	51.38	Concrete	0.02
J-8	J-20	52.93	Concrete	0.01
J-2	J-21	53.60	Concrete	0.02
J-1	J-22	54.17	Concrete	0.38
J-2	J-12	58.63	Concrete	0.45
J-23	J-24	61.01	PVC	0.03
J-22	J-3	66.63	Concrete	0.27
J-25	J-26	78.39	PVC	0.08
J-26	J-27	69.99	PVC	0.03
J-11	J-28	69.75	Concrete	0.02
J-22	J-29	81.02	Concrete	0.03
J-30	J-31	75.51	PVC	0.13
J-7	J-18	84.34	Concrete	0.11
J-26	J-32	85.45	PVC	0.02
J-33	J-34	87.73	PVC	0.05
J-12	J-7	98.42	Concrete	0.45
J-25	J-35	119.94	PVC	0.02
J-36	J-25	111.33	PVC	0.11
J-7	J-33	122.49	PVC	0.08
J-37	J-38	138.73	PVC	0.03
J-31	J-23	138.70	PVC	0.08
J-30	J-36	155.61	PVC	0.12
J-9	J-37	176.15	Concrete	0.31
J-35	J-39	224.92	PVC	0.01
J-9	PRV-1	21.51	Concrete	0.98
PRV-1	J-1	41.99	Concrete	0.98
J-4	PRV-2	18.87	Concrete	0.04
PRV-2	J-14	25.38	Concrete	0.04
J-37	PRV-3	113.85	PVC	0.26
PRV-3	J-30	118.29	PVC	0.26

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4. Interpretación de resultados:

4.2.4.1. Interpretación de las presiones en los nudos:

La guía de agua potable y saneamiento del ministerio de vivienda, construcción y saneamiento especifica que la presión no debe ser menor a 5.00mca para que el

agua puede abastecer a las viviendas más alejadas y menor a 60.00mca para que no cause daños en los aparatos sanitarios como caños, inodoros y duchas.

En la siguiente tabla se puede observar que los nudos J-7, J-8, J-18, J-19, J-20, J-24, J-32, J-33, J-34 y J-38 cuentan con presiones mayores a la máxima admisible, por lo tanto, las tuberías sufren rupturas o colapso y las viviendas aledañas sufren daños en sus aparatos sanitarios y es necesario la incorporación de cámaras rompe presión en lugares estratégicos.

Tabla 9

Verificación de las presiones con la norma de la evaluación

NUDO	PRESION (mca)	PRESION MIN. (mca)	PRESION MAX. (mca)	VERIFICACION CON LA NORMA
J-1	12.73	5.00	60.00	CUMPLE
J-2	16.93	5.00	60.00	CUMPLE
J-3	41.68	5.00	60.00	CUMPLE
J-4	45.7	5.00	60.00	CUMPLE
J-5	10.99	5.00	60.00	CUMPLE
J-6	10.72	5.00	60.00	CUMPLE
J-7	71.24	5.00	60.00	NO CUMPLE
J-8	75.35	5.00	60.00	NO CUMPLE
J-9	38.67	5.00	60.00	CUMPLE
J-10	41.57	5.00	60.00	CUMPLE
J-11	22.92	5.00	60.00	CUMPLE
J-12	38.89	5.00	60.00	CUMPLE
J-13	36.21	5.00	60.00	CUMPLE
J-14	8.75	5.00	60.00	CUMPLE
J-15	14.47	5.00	60.00	CUMPLE
J-16	55.19	5.00	60.00	CUMPLE
J-18	71.96	5.00	60.00	NO CUMPLE
J-19	69.53	5.00	60.00	NO CUMPLE
J-20	83.76	5.00	60.00	NO CUMPLE
J-21	17.85	5.00	60.00	CUMPLE
J-22	18.22	5.00	60.00	CUMPLE
J-23	59.97	5.00	60.00	CUMPLE
J-24	64.07	5.00	60.00	NO CUMPLE
J-25	34.49	5.00	60.00	CUMPLE
J-26	42.68	5.00	60.00	CUMPLE
J-27	45.02	5.00	60.00	CUMPLE
J-28	20.42	5.00	60.00	CUMPLE

J-29	43.89	5.00	60.00	CUMPLE
J-30	9.52	5.00	60.00	CUMPLE
J-31	49.01	5.00	60.00	CUMPLE
J-32	90.43	5.00	60.00	NO CUMPLE
J-33	69.09	5.00	60.00	NO CUMPLE
J-34	72.93	5.00	60.00	NO CUMPLE
J-35	29.33	5.00	60.00	CUMPLE
J-36	24.05	5.00	60.00	CUMPLE
J-37	42.53	5.00	60.00	CUMPLE
J-38	98.54	5.00	60.00	NO CUMPLE
J-39	13.95	5.00	60.00	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4.2. Interpretación de las velocidades en las tuberías:

La guía de agua potable y saneamiento del ministerio de vivienda, construcción y saneamiento especifica que en zonas rurales se puede considerar una velocidad mínima de 0.30m/s para evitar caudales bajos o desabastecimiento de agua en las zonas más alejadas.

En la siguiente tabla se puede observar que la mayoría de los tramos cuentan con velocidades inferiores a la mínima admisible, por lo tanto, las viviendas aledañas cuentan con caudales bajos o incluso el desabastecimiento de agua en horas de mayor consumo y es necesario realizar un cambio de tuberías con diferentes diámetros para poder contrarrestar esta falla.

Tabla 10
Verificación de las velocidades con la norma de la evaluación

TRAMO		VELOCIDAD (m/s)	VELOCIDAD MINIMA (m/s)	VERIFICACION CON LA NORMA
INICIO	FINAL			
J-1	J-2	0.49	0.30	CUMPLE
J-3	J-4	0.07	0.30	NO CUMPLE
J-5	J-6	0.01	0.30	NO CUMPLE
J-7	J-8	0.09	0.30	NO CUMPLE
J-9	J-10	0.01	0.30	NO CUMPLE
J-11	J-9	1.31	0.30	CUMPLE
J-12	J-13	0.03	0.30	NO CUMPLE
J-14	J-15	0.01	0.30	NO CUMPLE
J-4	J-16	0.01	0.30	NO CUMPLE

R-1	J-5	1.41	0.30	CUMPLE
J-12	J-3	0.15	0.30	NO CUMPLE
J-5	J-11	1.36	0.30	CUMPLE
J-18	J-19	0.02	0.30	NO CUMPLE
J-8	J-20	0.01	0.30	NO CUMPLE
J-2	J-21	0.02	0.30	NO CUMPLE
J-1	J-22	0.38	0.30	CUMPLE
J-2	J-12	0.45	0.30	CUMPLE
J-23	J-24	0.03	0.30	NO CUMPLE
J-22	J-3	0.27	0.30	NO CUMPLE
J-25	J-26	0.08	0.30	NO CUMPLE
J-26	J-27	0.03	0.30	NO CUMPLE
J-11	J-28	0.02	0.30	NO CUMPLE
J-22	J-29	0.03	0.30	NO CUMPLE
J-30	J-31	0.13	0.30	NO CUMPLE
J-7	J-18	0.11	0.30	NO CUMPLE
J-26	J-32	0.02	0.30	NO CUMPLE
J-33	J-34	0.05	0.30	NO CUMPLE
J-12	J-7	0.45	0.30	CUMPLE
J-25	J-35	0.02	0.30	NO CUMPLE
J-36	J-25	0.11	0.30	NO CUMPLE
J-7	J-33	0.08	0.30	NO CUMPLE
J-37	J-38	0.03	0.30	NO CUMPLE
J-31	J-23	0.08	0.30	NO CUMPLE
J-30	J-36	0.12	0.30	NO CUMPLE
J-9	J-37	0.31	0.30	CUMPLE
J-35	J-39	0.01	0.30	NO CUMPLE
J-9	PRV-1	0.98	0.30	CUMPLE
PRV-1	J-1	0.98	0.30	CUMPLE
J-4	PRV-2	0.04	0.30	NO CUMPLE
PRV-2	J-14	0.04	0.30	NO CUMPLE
J-37	PRV-3	0.26	0.30	NO CUMPLE
PRV-3	J-30	0.26	0.30	NO CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Rediseño de la red de agua potable:

En la evaluación de la red de agua potable del centro poblado Unión de Perene se determinó que las fallas que presentan actualmente son producto de las grandes presiones que, en algunos nudos y las bajas velocidades de los ramales, por este motivo, se planteara un nuevo diseño en el cual se implementara cámaras rompe presión tipo 7 en

lugares estratégicos y la combinación de diámetros de tuberías para poder solucionar estos problemas.

4.3.1. **Recolecta de datos:**

Para el diseño de la nueva red de agua potable del centro poblado Unión de Perene se utilizará los datos recolectados para la evaluación.

4.3.2. **Procesamiento de la información:**

Para el diseño de la nueva red de agua potable del centro poblado Unión de Perene se deberá cambiar las tuberías de concreto debido a que ya cumplieron su periodo de diseño y en la actualidad se encuentran en condiciones inadecuadas, las nuevas tuberías serán de PVC de diámetros iguales a 0.75pulg, 1.00pulg y 1.50pulg, también se implementará cámaras rompe presión tipo 7.

4.3.3. **Calculo de los caudales unitarios:**

Para determinar los caudales unitarios para el diseño de la nueva red de agua potable del centro poblado Unión de Perene se tendrá en cuenta los siguientes parámetros:

Tabla 11
Parámetros para el diseño

DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
Densidad poblacional	4.50	Hab/Vivienda
Número de familias	147.00	Viviendas
Centro de salud	1.00	Posta medica
Centro educativos	3.00	Unidades
Otras instituciones	1.00	Local comunal
Número de conexiones	152.00	Conexiones
Población actual	684.00	Habitantes
Tasa de crecimiento	2.80	%
Periodo de diseño	20.00	Años

Fuente: Elaboración propia.

a. Cálculo de la población futura:

La población futura se determinará aplicando la siguiente ecuación:

$$Pf = Pa * (1 + \frac{r*t}{100}) \dots (5)$$

Donde:

Pf: Población futura (Hab).

Pa: Población actual (Hab).

r: Tasa de crecimiento (%).

t: Periodo de diseño (años).

Reemplazando datos en la ecuación n° 05 obtenemos una población futura para el año 2042 igual a 1067habitante.

b. Cálculo del caudal máximo horario:

Las dotaciones para el diseño de la nueva red de agua potable del centro poblado Unión de Perene serán iguales los utilizados para la evaluación y los caudales de diseño se determinan aplicando la ecuación n° 02, en la siguiente tabla se puede observar los cálculos de forma resumida:

Tabla 12
Caudales de diseño por tipo de conexión

DESCRIPCION	DOTACION (Lt/s)	POBLACION DE DISEÑO	CAUDAL DE DISEÑO (Lt/s)
Caudal de las viviendas	100	1067	1.235
Caudal (inicial y primaria)	20	65	0.015
Caudal (secundaria)	25	75	0.022
Caudal de centro de salud	100	1	0.001
Caudal (local comunal)	100	1	0.001

Fuente: Elaboración propia.

El caudal promedio Qp es la suma de los caudales de diseño el cual es igual a 1.27Lt/s.

Reemplazando datos en la ecuación n° 03 obtenemos un caudal máximo horario igual a 2.55Lt/s.

c. Cálculo del volumen del reservorio:

Para calcular el volumen del reservorio, antes debemos determinar el consumo promedio anual (Qm) aplicando la siguiente ecuación:

$$Qm = \sum Pd * Do \dots (6)$$

Donde:

Qm: Consumo promedio anual (Lt/día).

Pd: Población de diseño (Habitantes).

Do: Dotación (Lt/hab/día).

Reemplazando datos en la ecuación n° 06 obtenemos un consumo promedio anual igual a 110075Lt/día.

Finalmente, el volumen del reservorio requerido se determina aplicando la siguiente ecuación:

$$Vr = \frac{0.25 * Qm}{1000} \dots (7)$$

Donde:

Vr: Volumen del reservorio (m3).

Qm: Consumo promedio anual (Lt/día).

Reemplazando datos en la ecuación n° 07 obtenemos un volumen de reservorio de a 27.52m3 que redondeando sería igual a 30.00m3.

El centro poblado Unión de Perene cuenta en la actualidad con un reservorio de 20m³, por lo tanto, se ampliará un reservorio de 10m³ el cual será ubicado en las siguientes coordenadas:

Tabla 13
Coordenadas del reservorio proyectado

DESCRIPCIÓN	VALOR
Este	545661.90
Norte	8634097.45
Cota	2538.65

Fuente: Elaboración propia.

Los caudales unitarios para cada tipo de conexión se determinan aplicando la ecuación n° 04, el resumen de los resultados se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 14
Caudales unitarios por tipo de conexión

DESCRIPCION	CAUDAL DE DISEÑO (Lt/s)	CAUDAL MAXIMO HORARIO (Lt/s)	CAUDAL UNITARIO (Lt/s)
Caudal de las viviendas	1.235	2.4699	0.0162
Caudal (inicial y primaria)	0.015	0.0301	0.0150
Caudal (secundaria)	0.022	0.0434	0.0434
Caudal de centro de salud	0.001	0.0023	0.0023
Caudal (local comunal)	0.001	0.0023	0.0023

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3.1. Modelamiento en el software Watergems:

El nuevo diseño de la red de agua potable del centro poblado Unión de Perene fue modelada en el software Watergems teniendo en consideración los calculos determinados anteriormente y 4 nuevas cámaras rompe presión ubicadas en las siguientes coordenadas:

Tabla 15
Caudales unitarios por tipo de conexión

DESCRIPCIÓN	NORTE	ESTE	COTA
CRP 04	8634944.10	545562.15	2482.85
CRP 05	8634101.60	545544.65	2512.70
CRP 06	8634210.80	545350.40	2498.65
CRP 07	8634243.65	545163.45	2461.85

Fuente: Elaboración propia.

a. Presiones en los nudos:

En la siguiente figura podemos observar que las cámaras rompen presión proyectadas brindaron resultados aceptables en la red de agua potable del centro poblado Unión de Perene debido a que las presiones en los nudos son mayores a 5.00mca y menores a 60.00mca.

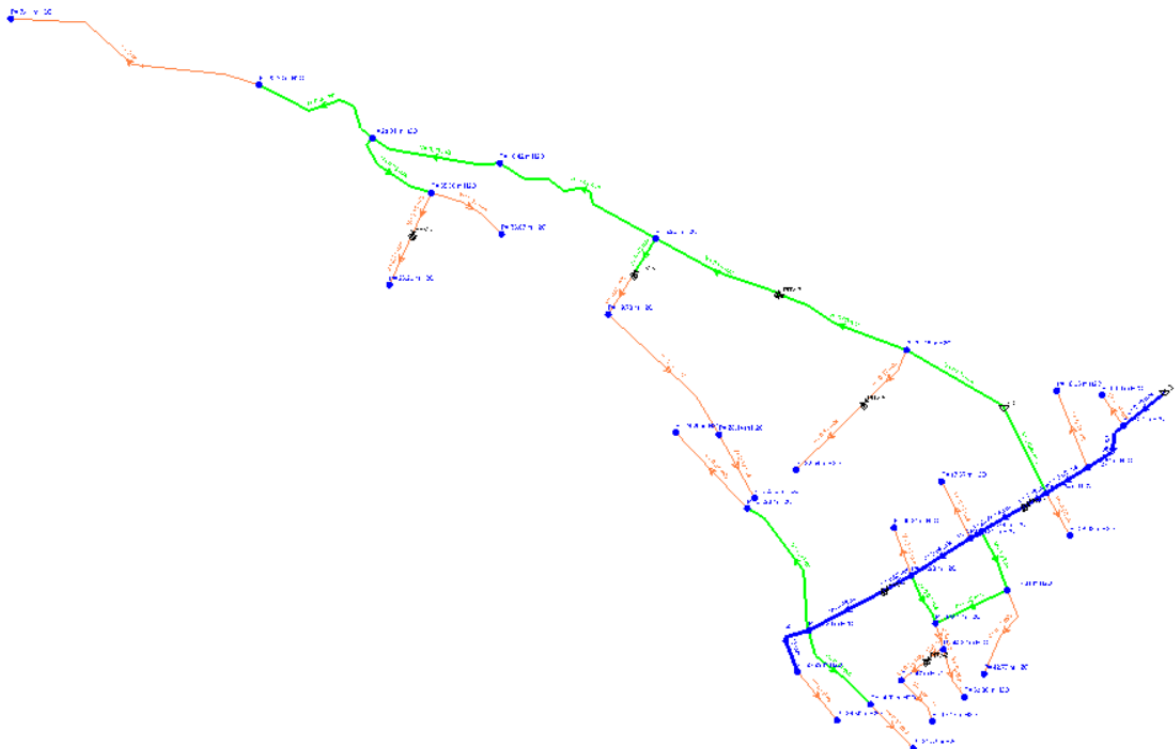


Figura 12 Presiones en los nudos del diseño nuevo
Fuente: Elaboración propia (ver anexos de planos)

Tabla 16
Presiones en los nudos del diseño nuevo

NUDO	COTA INICIAL	CAUDAL (Lt/s)	COTA PIEZOMETRI.	PRESION (mca)
J-1	2,518.48	0.1568	2,531.28	12.78
J-2	2,514.12	0.0486	2,530.97	16.81
J-3	2,488.71	0.0810	2,529.44	40.64
J-4	2,484.68	0.0486	2,529.08	44.32
J-5	2,576.69	0.0648	2,586.68	9.97
J-6	2,576.95	0.0162	2,586.67	9.69
J-7	2,457.88	0.2916	2,481.82	23.89
J-8	2,453.74	0.1319	2,481.78	27.99
J-9	2,540.91	0.0324	2,576.72	35.74
J-10	2,538.00	0.0162	2,576.71	38.63
J-11	2,560.14	0.0648	2,580.99	20.81
J-12	2,491.45	0.2268	2,529.45	37.93
J-13	2,494.13	0.0300	2,529.41	35.21
J-14	2,469.38	0.0509	2,478.87	9.47
J-15	2,463.65	0.0162	2,478.85	15.17
J-16	2,475.17	0.0162	2,529.07	53.80
J-18	2,457.09	0.1620	2,481.16	24.02
J-19	2,459.53	0.0324	2,481.10	21.53
J-20	2,445.30	0.0162	2,481.77	36.39
J-21	2,513.20	0.0324	2,530.90	17.67
J-22	2,512.53	0.1458	2,529.88	17.31
J-23	2,466.11	0.0972	2,494.31	28.14
J-24	2,462.00	0.0486	2,494.16	32.10
J-25	2,491.59	0.0162	2,519.69	28.04
J-26	2,483.36	0.0648	2,519.33	35.90
J-27	2,481.01	0.0486	2,519.16	38.07
J-28	2,562.64	0.0324	2,580.91	18.23
J-29	2,486.80	0.0486	2,529.68	42.79
J-30	2,516.75	0.0162	2,521.98	5.22
J-31	2,477.14	0.0810	2,496.91	19.73
J-32	2,435.52	0.0324	2,461.77	26.20
J-33	2,460.01	0.0486	2,481.26	21.20
J-34	2,456.14	0.0972	2,480.48	24.29
J-35	2,496.76	0.0162	2,519.66	22.86
J-36	2,502.11	0.0162	2,520.57	18.42
J-37	2,536.00	0.0486	2,567.21	31.15
J-38	2,479.88	0.0486	2,512.49	32.54
J-39	2,512.17	0.0162	2,519.59	7.41

Fuente: Elaboración propia.

b. Velocidades en las tuberías:

En la siguiente figura se puede observar que las tuberías fueron modeladas en material de PVC y diámetros de 0.75pulg (color anaranjado), 1.00pulg (color verde) y 1.50pulg (color azul), los cuales brindaron resultados aceptables debido a que las velocidades se encuentran dentro del rango especificado en la guía de agua potable y saneamiento del ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.

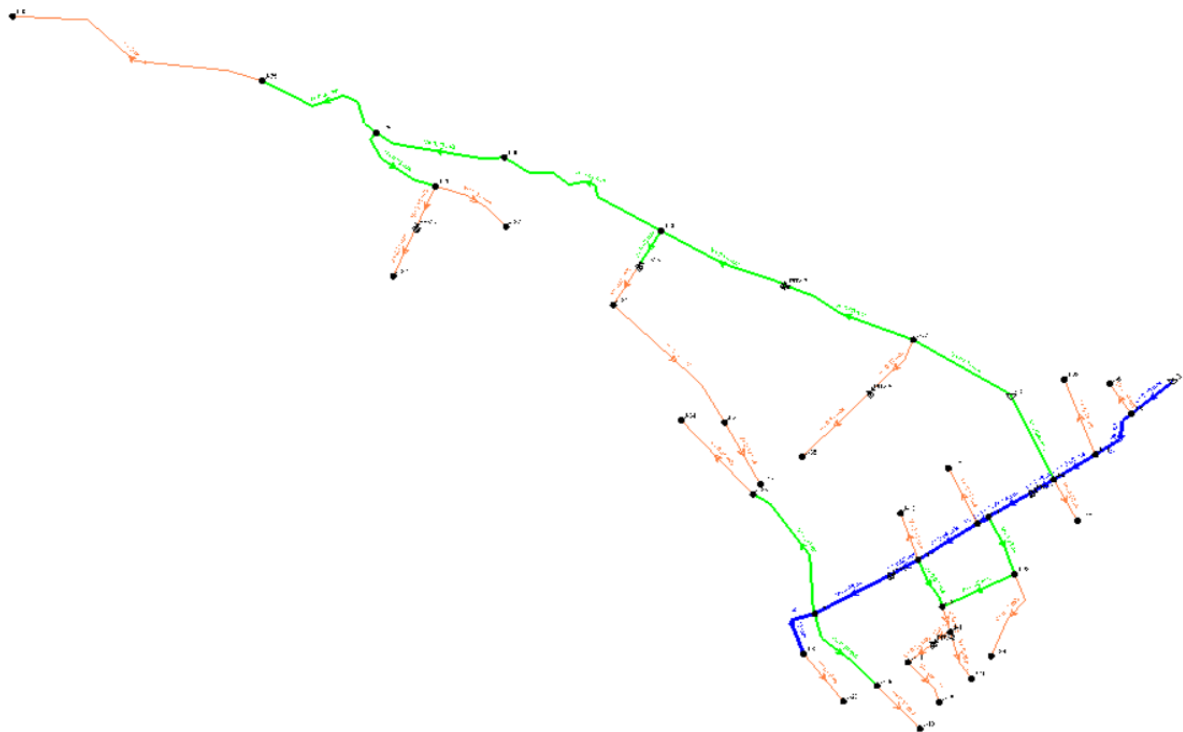


Figura 13 Velocidades en las tuberías del diseño nuevo
Fuente: Elaboracion propia.

Tabla 17
Velocidades en las tuberías del diseño nuevo

TRAMO		LONGITUD (m)	TIPO DE MATERIAL	VELOCIDAD (m/s)
INICIAL	FINAL			
J-1	J-2	10.77	PVC	1.01
J-3	J-4	22.88	PVC	0.46
J-5	J-6	31.60	PVC	0.31
J-7	J-8	51.98	PVC	0.30

J-9	J-10	40.75	PVC	0.31
J-11	J-9	40.96	PVC	2.00
J-12	J-13	42.74	PVC	0.41
J-14	J-15	44.35	PVC	0.37
J-4	J-16	44.18	PVC	0.32
R-1	J-5	44.49	PVC	2.16
J-12	J-3	45.70	PVC	0.41
J-5	J-11	50.56	PVC	2.09
J-18	J-19	51.38	PVC	0.40
J-8	J-20	52.93	PVC	0.37
J-2	J-21	53.60	PVC	0.35
J-1	J-22	54.17	PVC	0.73
J-2	J-12	58.63	PVC	0.94
J-23	J-24	61.01	PVC	0.31
J-22	J-3	66.63	PVC	0.35
J-25	J-26	78.39	PVC	0.30
J-26	J-27	69.99	PVC	0.34
J-11	J-28	69.75	PVC	0.31
J-22	J-29	81.02	PVC	0.31
J-7	J-18	84.34	PVC	0.38
J-33	J-34	87.73	PVC	0.34
J-25	J-35	119.94	PVC	0.37
J-36	J-25	111.33	PVC	0.38
J-7	J-33	122.49	PVC	0.30
J-31	J-23	138.70	PVC	0.51
J-30	J-36	155.61	PVC	0.42
J-9	J-37	176.15	PVC	1.09
J-35	J-39	224.92	PVC	0.35
J-9	PRV-1	19.95	PVC	1.48
PRV-1	J-1	43.55	PVC	1.48
J-4	PRV-2	16.45	PVC	0.30
PRV-2	J-14	27.81	PVC	0.30
J-37	PRV-3	116.53	PVC	0.90
PRV-3	J-30	115.63	PVC	0.90
J-12	PRV-4	25.17	PVC	0.68
PRV-4	J-7	73.26	PVC	0.68
J-37	PRV-5	57.64	PVC	0.41
PRV-5	J-38	81.09	PVC	0.45
J-30	PRV-6	34.51	PVC	0.45
PRV-6	J-31	41.00	PVC	0.80
J-26	PRV-7	38.46	PVC	0.45
PRV-7	J-32	46.99	PVC	0.38

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4. Interpretación de resultados:

4.3.4.1. Interpretación de las presiones en los nudos:

La guía de agua potable y saneamiento del ministerio de vivienda, construcción y saneamiento especifica que la presión no debe ser menor a 5.00mca para que el agua puede abastecer a las viviendas más alejadas y menor a 60.00mca para que no cause daños en los aparatos sanitarios como caños, inodoros y duchas.

En la siguiente tabla se puede observar que las presiones de los 39 nudos son mayores a 5.00mca y menores a 60.00mca, por lo tanto, las cámaras rompen presiones proyectadas brindaron resultados aceptables y no se producirán daños en los aparatos sanitarios ni rupturas en las tuberías.

Tabla 18

Verificación de las presiones con la norma del diseño nuevo

NUDO	PRESION (mca)	PRESION MIN. (mca)	PRESION MAX. (mca)	VERIFICACION CON LA NORMA
J-1	12.78	5.00	60.00	CUMPLE
J-2	16.81	5.00	60.00	CUMPLE
J-3	40.64	5.00	60.00	CUMPLE
J-4	44.32	5.00	60.00	CUMPLE
J-5	9.97	5.00	60.00	CUMPLE
J-6	9.69	5.00	60.00	CUMPLE
J-7	23.89	5.00	60.00	CUMPLE
J-8	27.99	5.00	60.00	CUMPLE
J-9	35.74	5.00	60.00	CUMPLE
J-10	38.63	5.00	60.00	CUMPLE
J-11	20.81	5.00	60.00	CUMPLE
J-12	37.93	5.00	60.00	CUMPLE
J-13	35.21	5.00	60.00	CUMPLE
J-14	9.47	5.00	60.00	CUMPLE
J-15	15.17	5.00	60.00	CUMPLE
J-16	53.80	5.00	60.00	CUMPLE
J-18	24.02	5.00	60.00	CUMPLE
J-19	21.53	5.00	60.00	CUMPLE
J-20	36.39	5.00	60.00	CUMPLE
J-21	17.67	5.00	60.00	CUMPLE
J-22	17.31	5.00	60.00	CUMPLE
J-23	28.14	5.00	60.00	CUMPLE
J-24	32.10	5.00	60.00	CUMPLE

J-25	28.04	5.00	60.00	CUMPLE
J-26	35.90	5.00	60.00	CUMPLE
J-27	38.07	5.00	60.00	CUMPLE
J-28	18.23	5.00	60.00	CUMPLE
J-29	42.79	5.00	60.00	CUMPLE
J-30	5.22	5.00	60.00	CUMPLE
J-31	19.73	5.00	60.00	CUMPLE
J-32	26.20	5.00	60.00	CUMPLE
J-33	21.20	5.00	60.00	CUMPLE
J-34	24.29	5.00	60.00	CUMPLE
J-35	22.86	5.00	60.00	CUMPLE
J-36	18.42	5.00	60.00	CUMPLE
J-37	31.15	5.00	60.00	CUMPLE
J-38	32.54	5.00	60.00	CUMPLE
J-39	7.41	5.00	60.00	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4.2. Interpretación de las velocidades en las tuberías:

La guía de agua potable y saneamiento del ministerio de vivienda, construcción y saneamiento especifica que en zonas rurales se puede considerar una velocidad mínima de 0.30m/s para evitar caudales bajos o desabastecimiento de agua en las zonas más alejadas.

En la siguiente tabla podemos observar que la combinación de tuberías con diferentes diámetros brindó resultados aceptables debido a que las velocidades de todos los tramos son mayores a 0.30m/s, por lo tanto, las viviendas contarán con buenos caudales y un buen abastecimiento de agua potable en los días de mayor consumo.

Tabla 19
Verificación de las velocidades con la norma del diseño nuevo

TRAMO		VELOCIDAD (m/s)	VELOCIDAD MINIMA (m/s)	VERIFICACION CON LA NORMA
INICIO	FINAL			
J-1	J-2	1.01	0.30	CUMPLE
J-3	J-4	0.46	0.30	CUMPLE
J-5	J-6	0.31	0.30	CUMPLE
J-7	J-8	0.30	0.30	CUMPLE
J-9	J-10	0.31	0.30	CUMPLE

J-11	J-9	2.00	0.30	CUMPLE
J-12	J-13	0.41	0.30	CUMPLE
J-14	J-15	0.37	0.30	CUMPLE
J-4	J-16	0.32	0.30	CUMPLE
R-1	J-5	2.16	0.30	CUMPLE
J-12	J-3	0.41	0.30	CUMPLE
J-5	J-11	2.09	0.30	CUMPLE
J-18	J-19	0.40	0.30	CUMPLE
J-8	J-20	0.37	0.30	CUMPLE
J-2	J-21	0.35	0.30	CUMPLE
J-1	J-22	0.73	0.30	CUMPLE
J-2	J-12	0.94	0.30	CUMPLE
J-23	J-24	0.31	0.30	CUMPLE
J-22	J-3	0.35	0.30	CUMPLE
J-25	J-26	0.30	0.30	CUMPLE
J-26	J-27	0.34	0.30	CUMPLE
J-11	J-28	0.31	0.30	CUMPLE
J-22	J-29	0.31	0.30	CUMPLE
J-7	J-18	0.38	0.30	CUMPLE
J-33	J-34	0.34	0.30	CUMPLE
J-25	J-35	0.37	0.30	CUMPLE
J-36	J-25	0.38	0.30	CUMPLE
J-7	J-33	0.30	0.30	CUMPLE
J-31	J-23	0.51	0.30	CUMPLE
J-30	J-36	0.42	0.30	CUMPLE
J-9	J-37	1.09	0.30	CUMPLE
J-35	J-39	0.35	0.30	CUMPLE
J-9	PRV-1	1.48	0.30	CUMPLE
PRV-1	J-1	1.48	0.30	CUMPLE
J-4	PRV-2	0.30	0.30	CUMPLE
PRV-2	J-14	0.30	0.30	CUMPLE
J-37	PRV-3	0.90	0.30	CUMPLE
PRV-3	J-30	0.90	0.30	CUMPLE
J-12	PRV-4	0.68	0.30	CUMPLE
PRV-4	J-7	0.68	0.30	CUMPLE
J-37	PRV-5	0.41	0.30	CUMPLE
PRV-5	J-38	0.45	0.30	CUMPLE
J-30	PRV-6	0.45	0.30	CUMPLE
PRV-6	J-31	0.80	0.30	CUMPLE
J-26	PRV-7	0.45	0.30	CUMPLE
PRV-7	J-32	0.38	0.30	CUMPLE

Fuente: Elaboracion propia.

4.3.4.3. **Diseño del reservorio proyectado:**

El reservorio proyectado para el centro poblado Unión de Perene es de 10m³, para su diseño se cuenta con los siguientes parámetros:

Tabla 20
Parámetros para el diseño del reservorio

DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
Concreto F'c	210.00	Kg/cm ²
Acero F'y	4200.00	Kg/cm ²
Sobrecarga en losa	170.00	Kg/m ²
Resistencia del suelo	1.23	Kg/cm ²
Coficiente sísmico	0.12	
Recubrimiento "r"	2.50	cm
fs	2100.00	Kg/cm ²
fc	94.50	Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Las dimensiones asumidas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 21
Dimensiones del reservorio proyectado

DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
Volumen de reser.	10.00	m ³
Altura de agua	1.35	m
Longitud	2.75	m
Altura libre	0.30	m

Fuente: Elaboración propia.

El diseño del reservorio proyectado se realizó en una hoja de cálculo en el software Microsoft Excel el cual viene adjunto en los anexos de esta investigación, en la siguiente imagen se muestra las dimensiones obtenidas:

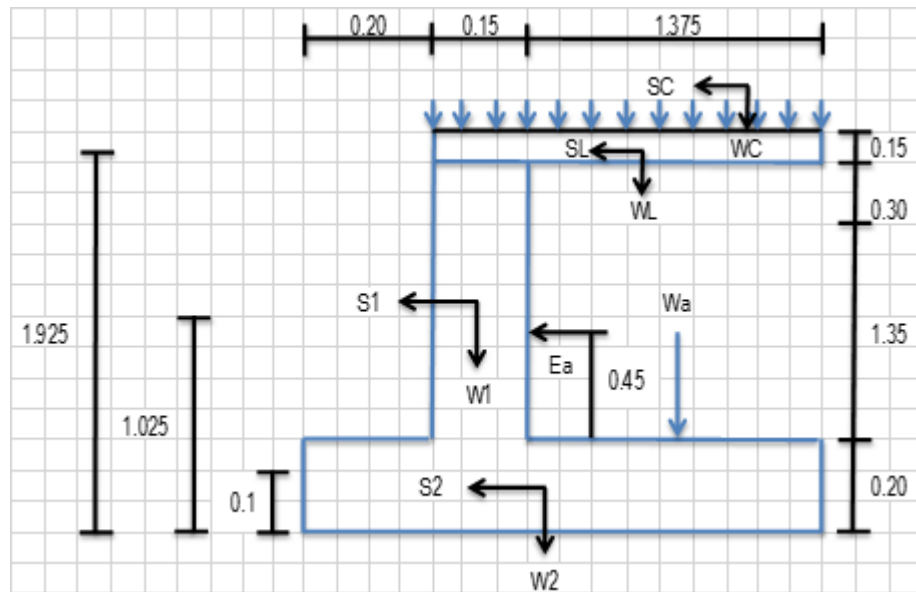


Figura 14 Dimensiones calculadas del reservorio proyectado
Fuente: Elaboracion propia.

El acero vertical será de la siguiente proporción:

Usar: 1 Ø 3/8" @ 0.20m

El acero horizontal será de la siguiente proporción:

Usar: 1 Ø 3/8" @ 0.20m

El acero en la zapata será de la siguiente proporción:

Usar: 1 Ø 3/8" @ 0.20m

El acero en la losa de fondo será de la siguiente proporción:

Usar: 1 Ø 3/8" @ 0.25m

El acero en la losa de techo será de la siguiente proporción:

Usar: 1 Ø 3/8" @ 0.25m

El plano del reservorio proyectado viene adjunto en los anexos de esta investigación.

4.3.4.4. **Diseño de las cámaras rompe presión:**

El diseño de las cámaras rompe presión proyectados en la red de agua potable del centro poblado Unión de Perene se realizó en una hoja de cálculo en el software Microsoft Excel el cual viene adjunto en los anexos de esta investigación.

Tabla 22

Parámetros de diseño para las cámaras rompe presión proyectadas

DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
Caudal de diseño (Qmh)	2.55	Lt/s
Diámetro de tubería (d)	1.50	Pulg.
Aceleración gravedad (g)	9.81	m/s ²

Fuente: Elaboración propia.

La velocidad de flujo se determinar aplicando la siguiente ecuación:

$$V = \frac{1.9735 * Qmh}{D^2} \dots (8)$$

Donde:

V: Velocidad de flujo (m/s).

Qmh: Caudal máximo horario (Lt/s).

D: Diámetro (Pulg).

Reemplazando datos en la ecuación n° 08 obtenemos una velocidad de flujo igual a 2.24m/s.

La altura de carga se determina aplicando la siguiente ecuación:

$$H = \frac{1.56 * V^2}{2 * g} \dots (9)$$

Donde:

H: Altura de carga (m).

V: Velocidad de flujo (m/s).

g: Aceleración de la gravedad (m/s²).

Reemplazando datos en la ecuación n° 09 obtenemos una altura de carga igual a 0.40m La altura total se determina aplicando la siguiente ecuación:

$$H_t = A * BL * H \dots (10)$$

Donde:

Ht: Altura total (m).

H: Altura de carga (m).

A: Altura mínima (0.10m)

BL: Borde libre (0.40m).

Reemplazando datos en la ecuación n° 10 obtenemos una altura total igual a 0.90m.

Para facilitar la construcción e instalación de los accesorios en la cámara rompe presión, se empleará una sección interna de 0.60 x 0.60m.

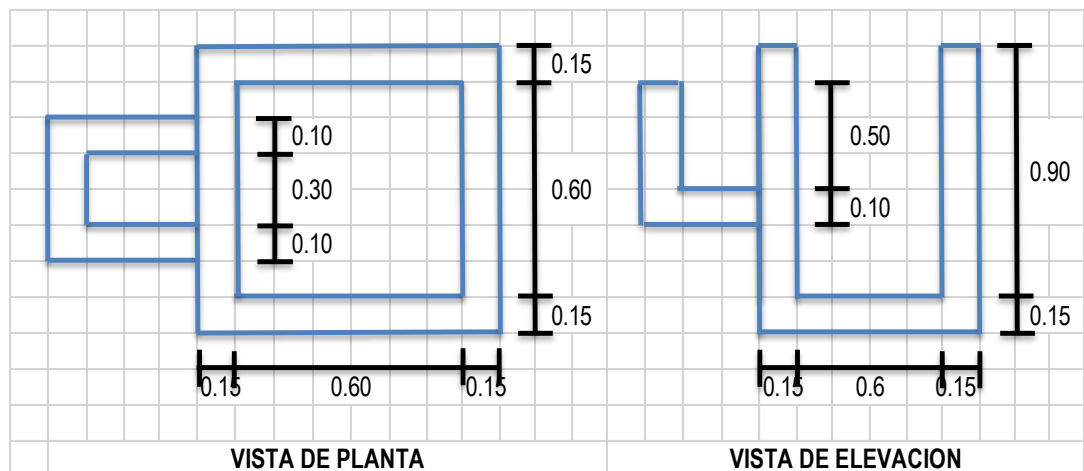


Figura 15 Dimensiones calculadas de las camaras rompersion proyectadas
Fuente: Elaboracion propia.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Evaluación de la red de agua potable:

5.1.1. Presiones en los nudos:

Los nudos J-7, J-8, J-18, J-19, J-20, J-24, J-32, J-33, J-34 y J-38 cuentan con presiones mayores a la máxima admisible de 60m.c.a, por lo tanto, las tuberías sufren rupturas o colapso y las viviendas aledañas sufren daños en sus aparatos sanitarios y es necesario la incorporación de cámaras rompe presión en lugares estratégicos.

5.1.2. Presiones en los nudos:

La mayoría de los tramos cuentan con velocidades inferiores a la mínima admisible de 0.30m/s, por lo tanto, las viviendas aledañas cuentan con caudales bajos o incluso el desabastecimiento de agua en horas de mayor consumo y es necesario realizar un cambio de tuberías con diferentes diámetros para poder contrarrestar esta falla.

5.2. Rediseño de la red de agua potable:

5.2.1. Presiones en los nudos:

Las presiones de los 39 nudos son mayores a 5.00mca y menores a 60.00mca, por lo tanto, las cámaras rompen presiones proyectadas brindaron resultados aceptables y no se producirán daños en los aparatos sanitarios ni rupturas en las tuberías.

5.2.2. Presiones en los nudos:

La combinación de tuberías con diferentes diámetros brindó resultados aceptables debido a que las velocidades de todos los tramos son mayores a 0.30m/s, por lo tanto, las viviendas contarán con buenos caudales y un buen abastecimiento de agua potable en los días de mayor consumo.

5.2.3. Verificación del reservorio de almacenamiento:

Se requiere un reservorio de 30m³ para un periodo de diseño de 20 años, por lo tanto, Zse planteó un reservorio de 10m³ en las coordenadas de 545661.90 este, 8634097.45 norte y 2538.65 altura, con la finalidad de que el abastecimiento del sector 2 no sufra ningún tipo de percance.

CONCLUSIONES

1. Se evaluó la red de agua potable mediante la normativa vigente del Centro Poblado Unión, distrito de perene, Chanchamayo – Junín, de la cual se concluye que los nudos J-7, J-8, J-18, J-19, J-20, J-24, J-32, J-33, J-34 y J-38 cuentan con presiones mayores a la máxima admisible, lo cuales provocan rupturas de tuberías y daños en sus aparatos sanitarios, por lo tanto, es necesario la incorporación de cámaras rompe presión en lugares estratégicos, de igual manera la mayoría de los tramos cuentan con velocidades inferiores a la mínima admisible, por lo tanto, las viviendas aledañas cuentan con caudales bajos o incluso el desabastecimiento de agua en horas de mayor consumo y es necesario realizar un cambio de tuberías con diferentes diámetros.
2. Se diseño la ubicación de nuevas cámaras rompe presión en la red de agua potable del Centro Poblado Unión, distrito de perene, Chanchamayo – Junín, de la cual se concluye que brindaron resultados aceptables debido a que las presiones en los nudos son mayores a 5.00mca y menores a 60.00mca evitando las rupturas de tuberías y daños en los aparatos sanitarios.
3. Se diseño una combinación de tuberías con diámetros de 0.75pulg, 1.00pulg y 1.50pulg en la red de agua potable del Centro Poblado Unión, distrito de perene, Chanchamayo – Junín de la cual se concluye que brindaron resultados aceptables debido a que las velocidades se encuentran dentro del rango especificado en la guía de agua potable y saneamiento del ministerio de vivienda, construcción y saneamiento evitando caudales bajos y desabastecimiento de agua en horas de mayor consumo.
4. Se verifico la capacidad del reservorio de almacenamiento en la red de agua potable del Centro Poblado Unión, distrito de perene, Chanchamayo – Junín, de la cual se concluye que se requiere un reservorio de 30m³ para un periodo de diseño de 20 años, por lo tanto, se planteo un reservorio de 10m³ en las coordenadas de 545661.90 este, 8634097.45 norte y 2538.65 altura, con la finalidad de que el abastecimiento del sector 2 no sufra ningún tipo de percance.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda ejecutar el rediseño de la red de agua potable mencionado en esta investigación con la finalidad de solucionar las fallas que en la actualidad viene padeciendo y de esta manera contribuir a la mejora de la calidad de vida de los habitantes del centro poblado Unión de Perene.
2. Se recomienda tener una alta precisión en el procesamiento de datos del levantamiento topográfico debido a que los nudos tienen como unidad de medida los metros de columna de agua (m.c.a) y cualquier tipo de falla puede llevar a la obtención de resultados erróneos o imprecisos en el cálculo de las presiones.
3. Se recomienda que antes de utilizar el software Watergems, tener muy presente la base teórica con referencia al cálculo de diseño de redes de agua potable, los cuales son las ecuaciones de conservación de energía y masa, los métodos numéricos iterativos, que permiten la resolución de estos sistemas, debido a que, al obtener resultados erróneos en los softwares, permiten la interpretación y corrección en el modelado.
4. Implementar campañas de concientización en el ahorro de agua potable, desde el consumo directo de la población, hasta la adquisición de aparatos hidrosanitarios de ahorro, como inodoros de 16Lt a inodoros de 5Lt, lavaderos, lavatorios, duchas, etc. Esto ayudara a disminuir el porcentaje de agua desperdiciada por usuarios.

BILIOGRAFIA

Agüero, P (1997), Agua potable para poblaciones rurales, Lima.

Vierendel (2009), Abastecimiento de agua y alcantarillado, Lima.

Rodríguez, R. (2001), Abastecimiento de agua, México.

Nogales, S. y Quispe, A. (2009), Diseño y métodos constructivos de sistemas de alcantarillado y evaluación de aguas residuales, Bolivia.

Norma Técnica de Edificación OS.070, Redes de Agua Residuales – NORMA VIGENTE.

Norma Técnica de Edificación OS.010, Captación y conducción de agua para el consumo humano – NORMA VIGENTE.

Norma Boliviana 688, Diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial – NORMA VIGENTE.

Organización Panamericana de la Salud (2005), Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado.

Carrasco (2005), metodología de la investigación, lima, editorial San Marcos.

Sampieri H., Fernández C. y Baptista L, (2010), Metodología de la Investigación, Editorial McGRAW-HILL/Interamericana Editores S.A. de C.V., México D.F.

ANEXOS

Anexos 1: Matriz de Consistencia

TÍTULO: “EVALUACIÓN Y REDISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE UNION DISTRITO DE PERENE, CHANCHAMAYO – JUNIN”

BACHILLER EN INGENIERIA CIVIL: HUACHOS HUATARONGO KEBIN TEODORO

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	FORMULACIÓN OBJETIVOS	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿como obtener los parametros para el diseño de agua potable mediante la normativa vigente del Centro Poblado Unión, distrito de perene, Chanchamayo – Junín?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Evaluar la red de agua potable mediante la normativa vigente del Centro Poblado Unión, distrito de perene, Chanchamayo – Junín.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Una adecuada evaluacion la red de agua potable mediante la normativa vigente del Centro Poblado Unión, distrito de perene, Chanchamayo – Junín, contribuye con el desarrollo de la comunidad.</p>	<p>V.I.</p> <p>Rediseño de mejoras sistema de agua potable</p>	<p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Método Científico</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿Como determinar la ubicación de nuevas cámaras rompe presión en la red de agua potable</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Diseñar la ubicación de nuevas cámaras rompe presión en la red de agua potable del</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <p>a) Un adecuado diseño de la ubicación de nuevas cámaras rompe presión en la red de agua potable del Centro Poblado Unión, distrito de perene, Chanchamayo – Junín, contribuye en una</p>	<p>DIMENSIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Propuesta de mejoras a las unidades existentes de agua potable -Propuesta de unidades adicionales al sistema de agua potable <p>INDICADORES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Mejoras en la captación -Mejora del reservorio de macenamamiento -Mejora de las redes de distribución -Instalación de capitación nueva de ampliación y cerco perimétrico en la captación existente. 	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Descriptivo - correlacional</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: No Experimental</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA: POBLACIÓN: Esta investigación, se considera de nivel</p>

<p>del Centro Poblado Unión, distrito de perene, Chanchamayo – Junín?</p> <p>b) ¿Como mejorar la combinación de tuberías con diferentes diámetros en la red de agua potable del Centro Poblado Unión, distrito de perene, Chanchamayo – Junín?</p> <p>c) ¿Como determinar la capacidad del reservorio de almacenamiento en la red de agua potable del Centro Poblado Unión, distrito de perene, Chanchamayo – Junín?</p>	<p>Centro Poblado Unión, distrito de perene, Chanchamayo – Junín.</p> <p>b) Diseñar una combinación de tuberías con diferentes diámetros en la red de agua potable del Centro Poblado Unión, distrito de perene, Chanchamayo – Junín.</p> <p>c) Verificar la capacidad del reservorio de almacenamiento en la red de agua potable del Centro Poblado Unión, distrito de perene, Chanchamayo – Junín.</p>	<p>adecuada infraestructura del sistema de agua potable.</p> <p>b) Un adecuado diseño de las tuberías con diferentes diámetros en la red de agua potable del Centro Poblado Unión, distrito de perene, Chanchamayo – Junín, contribuye en una adecuada infraestructura del sistema de agua potable.</p> <p>c) Una adecuada verificación del reservorio de almacenamiento en la red de agua potable del Centro Poblado Unión, distrito de perene, Chanchamayo – Junín, contribuye en una adecuada infraestructura del sistema de agua potable.</p>	<p>-Instalación de cajas de rompe presión en la línea de conducción e instalación de una nueva línea de conducción</p> <p>-Instalación de nuevos tramos en la red de distribución</p> <p>-Instalación de nuevas conexiones domiciliarias y medidores de agua</p> <p>V.D. Evaluación del sistema de agua potable</p> <p>DIMENSIONES</p> <p>-Reservorio de almacenamiento</p> <p>-Redes de distribución</p> <p>-Conexiones domiciliarias</p> <p>INDICADORES</p> <p>-Estado</p> <p>-Operación</p> <p>-Estado</p> <p>-Operación</p> <p>-Estado</p> <p>-Operación</p>	<p>predictivo, por ser de carácter bivariado y de causalidad. La evaluación y rediseño de la red de agua potable, responde a las causas de los acontecimientos físicos o sociales; ya que busca como prevenir el desabastecimiento del centro poblado Unión, distrito de Perene, provincia de Chanchamayo - Junín, buscando una relación significativa entre sus variables e indicadores.</p> <p>La muestra está representada por el total de tuberías de la red de distribución del centro poblado Unión.</p>
--	--	---	--	--

Anexos 2: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICE
V.I. Rediseño de mejoras sistema de agua potable	Propuesta de mejoras a las unidades existentes de agua potable	Mejoras en la captación	%
		Mejora del reservorio de macenamiento	%
		Mejora de las redes de distribución	%
		Instalación de capitación nueva de ampliación y cerco perimétrico en la captación existente.	%
	Propuesta de unidades adicionales al sistema de agua potable	Instalación de cajas de rompe presión en la línea de conducción e instalación de una nueva línea de conducción	Unidad
		Instalación de nuevos tramos en la red de distribución	Unidad
		Instalación de nuevas conexiones domiciliarias y medidores de agua	Unidad
V.D. Evaluación del sistema de agua potable	Reservorio de almacenamiento	Estado	%
		Operación	%
	Redes de distribución	Estado	%
		Operación	%
	Conexiones domiciliarias	Estado	%
		Operación	

Anexos 3: Panel Fotográfico



Fotografia Nro.1 Revision de la capatacion



Fotografia Nro.2 Revision del desarenador.



Fotografia Nro.3 Revision de tuberias en la linea de conduccion



Fotografia Nro.4 Revision de accesorios en la linea de conduccion



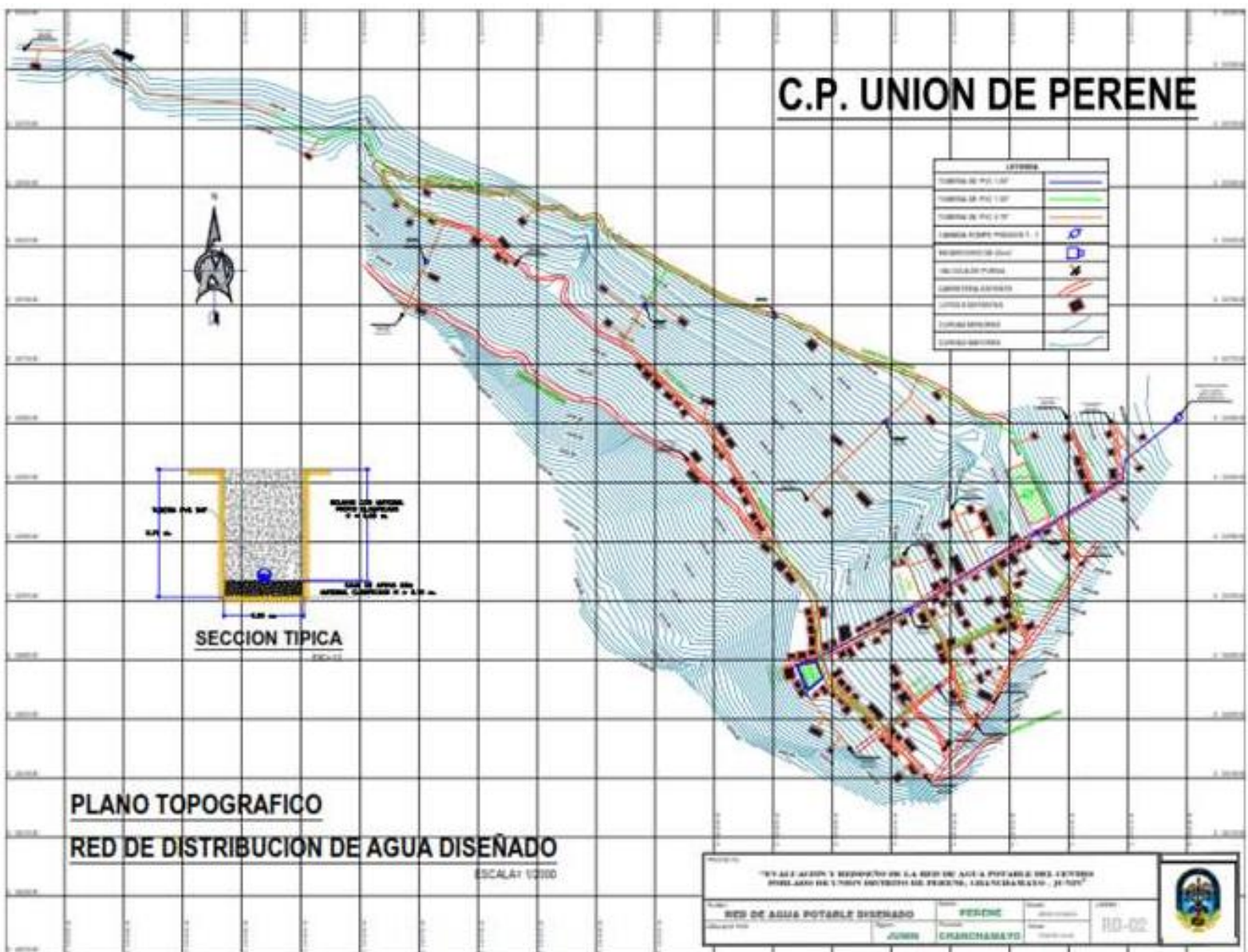
Fotografia Nro.5 Revision del reservorio.



Fotografia Nro.6 revicion de la camara de valvulas en el reservorio.

Anexos 4: Planos

C.P. UNION DE PERENE



LEYENDA	
TUBERIA DE PVC 1.50"	
TUBERIA DE PVC 1.00"	
TUBERIA DE PVC 0.75"	
CAJONCILLO ALUMINADO 1.50"	
REPARTIDOR DE 1.50"	
VALVULA DE TUBERIA	
CAJONCILLO ALUMINADO	
CAJONCILLO ALUMINADO	
CAJONCILLO ALUMINADO	
CAJONCILLO ALUMINADO	



PLANO TOPOGRAFICO
RED DE DISTRIBUCION DE AGUA DISEÑADO
ESCALA 1:1000

"INVESTIGACION Y DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL CENTRO PUEBLANO DE UNION DE PERENE, CANTONAL PERENE - JI 2017"			
RED DE AGUA POTABLE DISEÑADO		PERENE	110-02
JUNIO		CRONOMETRO	

C.P. UNION DE PERENE


LEYENDA	
Topografía (contorno de 10')	
Tubería de PVC 12"	
Cableado (cable telefónico)	
Reducción de flujo	
Valvula de cierre	
Campana de inspección	
Lotus existentes	
Carretera existente	
Carretera proyectada	



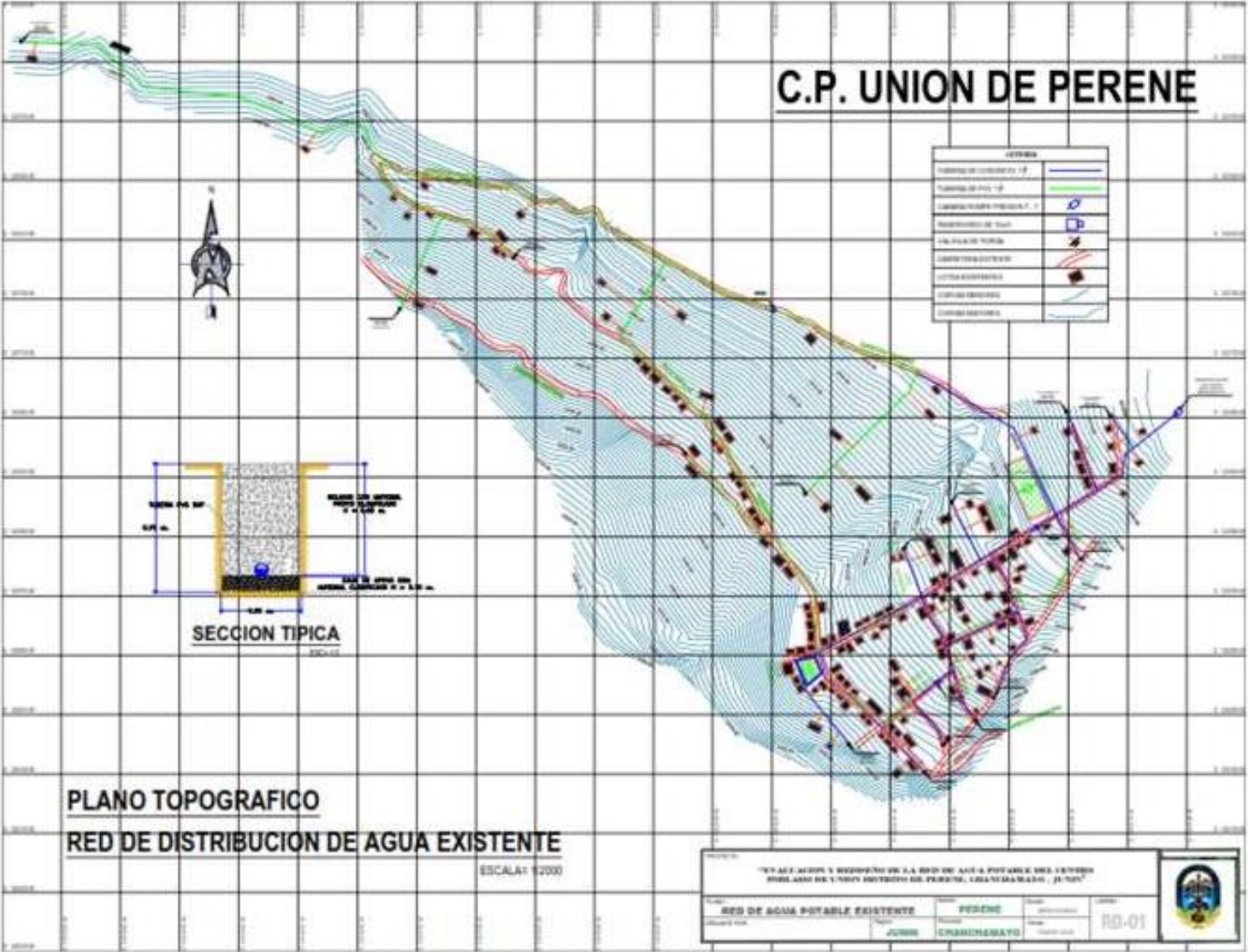
PLANO TOPOGRAFICO
RED DE DISTRIBUCION DE AGUA EXISTENTE
ESCALA: 1:2000

PROYECTO: "REVISIÓN Y DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL TANTO DEL MUNICIPIO DE PERENE, DEPARTAMENTO DE JUNO"

PROYECTO:	RED DE AGUA POTABLE EXISTENTE	PERENE	ESCALA:	1:2000	FECHA:	RD-01
PROYECTADO POR:	JUNO	CONSEJO DE AGUAS				



C.P. UNION DE PERENE



LEYENDA	
Tuberia de concreto 12"	
Tuberia de PVC 12"	
Cableado para fibra óptica 12"	
Reservorio de 50m ³	
Calcular de 100m ³	
Cableado existente	
Edificio existente	
Carretera existente	
Contorno	



PLANO TOPOGRAFICO
RED DE DISTRIBUCION DE AGUA EXISTENTE

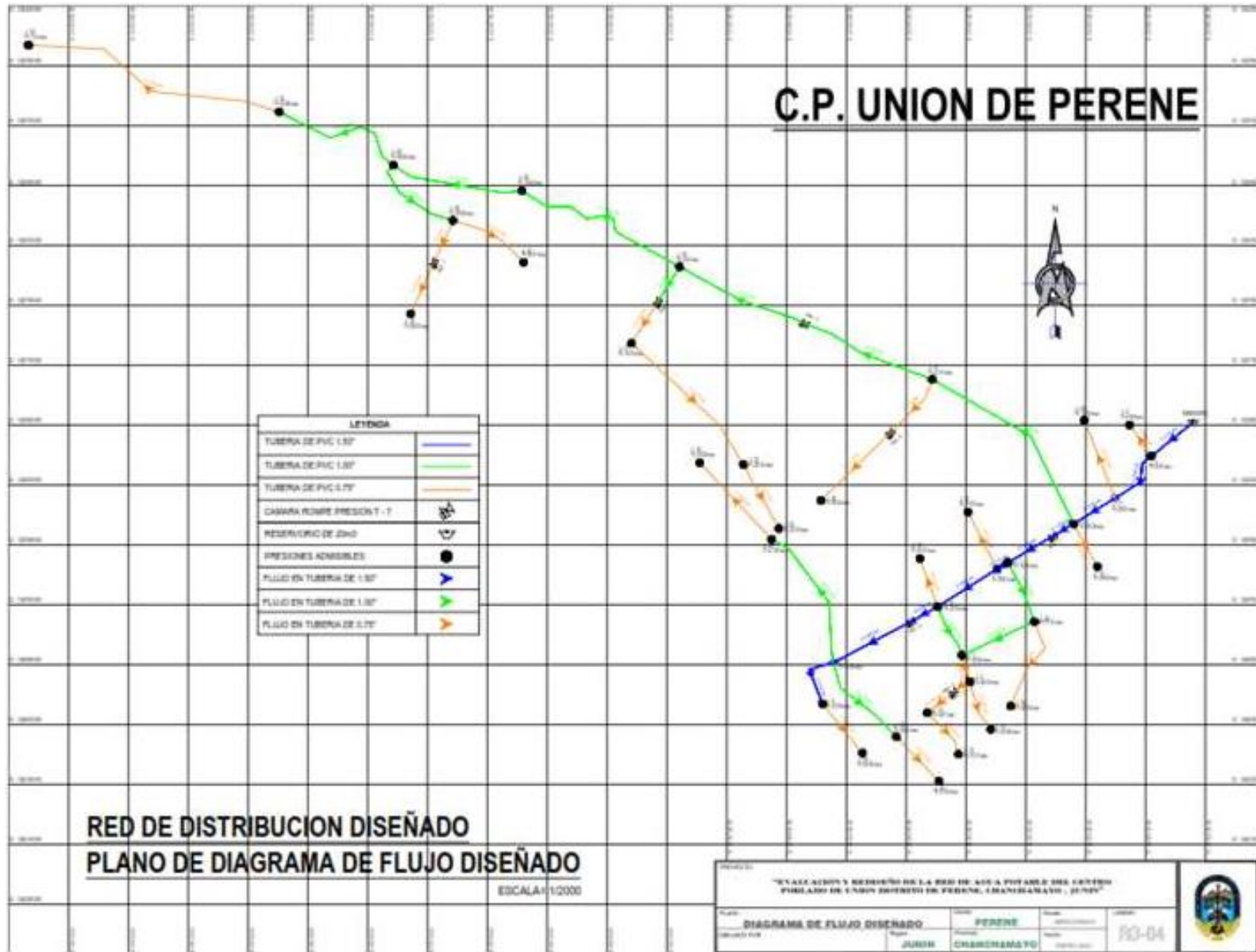
ESCALA: 1:2000

“EL AGUA LIMPIA Y SUABIVIA EN LA RED DE AGUA POTABLE DEL CENTRO MUNICIPAL DE UNION DE PERENE DEL DISTRITO DE PERENE, DEPARTAMENTO DE JUNIN”

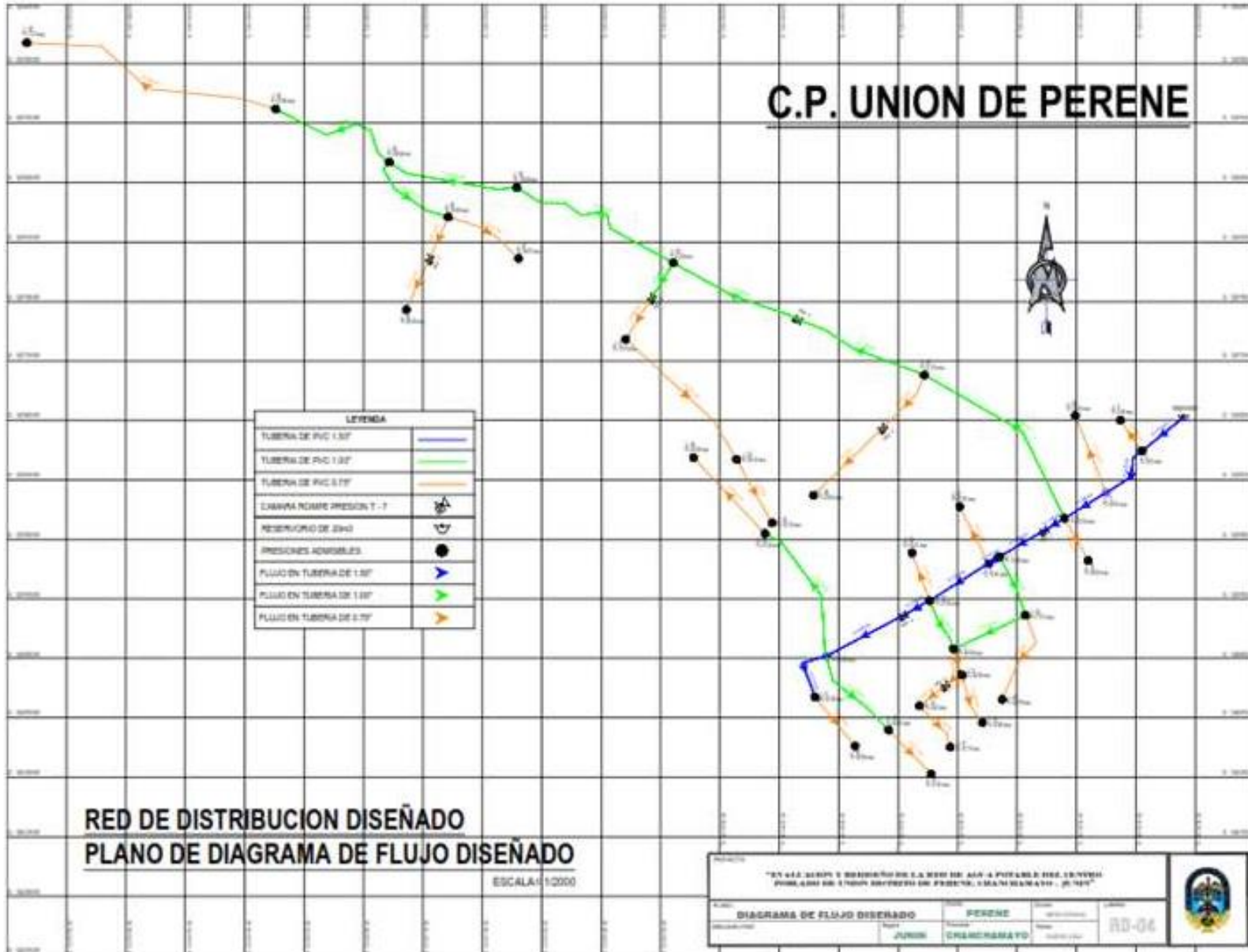
PROYECTO:	RED DE AGUA POTABLE EXISTENTE	UBICACION:	PERENE	FECHA:	2023
ELABORADO POR:	JOSUE	REVISADO POR:	CRISTOBAL RAYO	PROYECTO:	RD-01



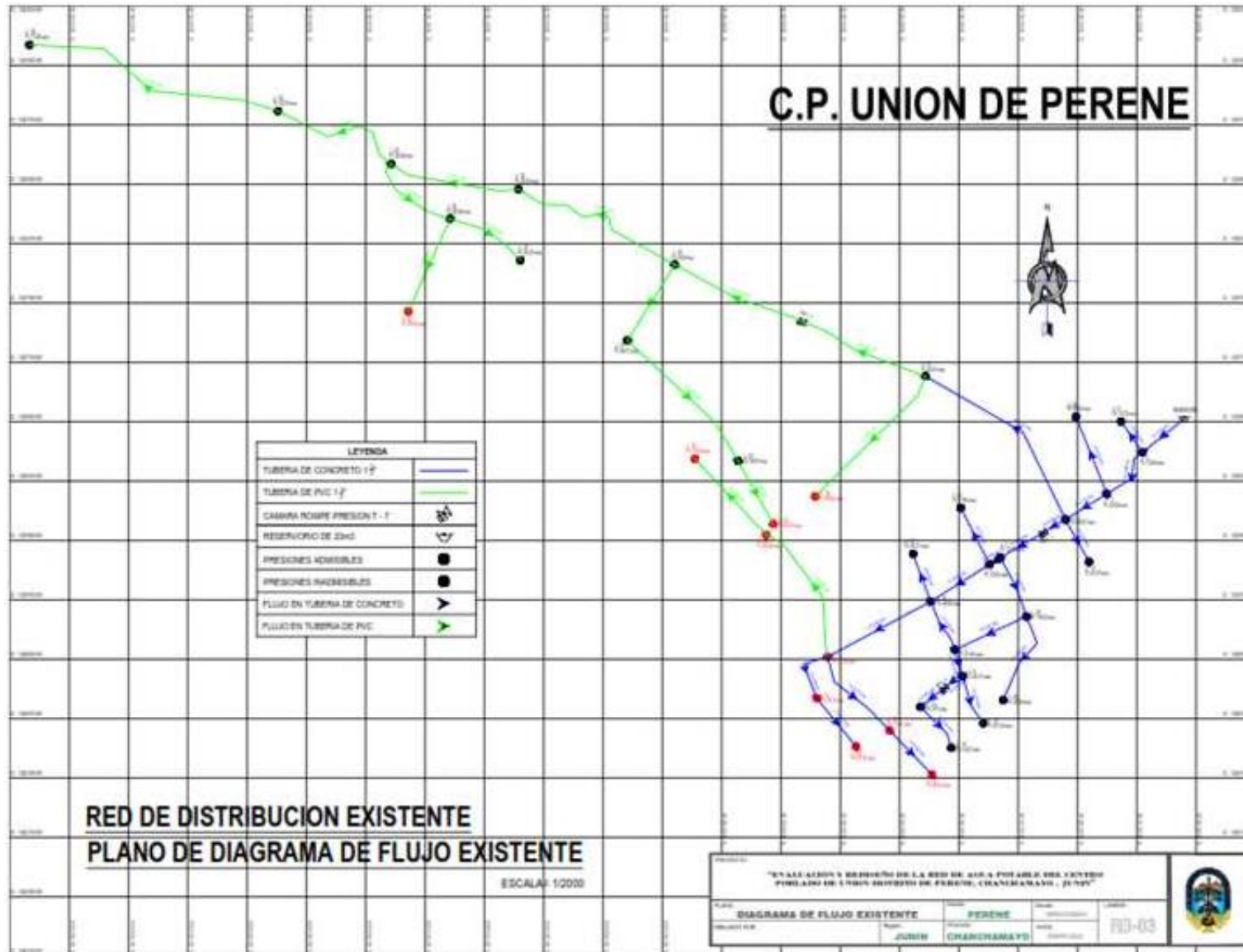
C.P. UNION DE PERENE



C.P. UNION DE PERENE



C.P. UNION DE PERENE



LEYENDA	
TUBERIA DE CONCRETO 12"	
TUBERIA DE PVC 12"	
CAMARA CON PRESSION T - T	
RESERVOIRIO DE ZONO	
PRESSIONS ACESIBLES	
PRESSIONS INACESIBLES	
FLUJO EN TUBERIA DE CONCRETO	
FLUJO EN TUBERIA DE PVC	

RED DE DISTRIBUCION EXISTENTE
PLANO DE DIAGRAMA DE FLUJO EXISTENTE

ESCALA: 1/2000

"ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE DEL CENTRO PUEBLO DE LOS ANGELES DE PERENE, CHANCHAMAYO - JUNIN"			
TÍTULO	DIAGRAMA DE FLUJO EXISTENTE	PERENE	FECHA
ELABORADO POR	JUNIN	CHANCHAMAYO	FECHA
			FD-03

C.P. UNION DE PERENE

