



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“MEJORAMIENTO DE OPERATIVIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA SU FUNCIONAMIENTO ÓPTIMO UTILIZANDO VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN - CHOQUELIHUE – PUNO, 2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERO CIVIL

**AUTORES:**

PAURO MAMANI, JOAQUIN DIEGO (ORCID : [0000-0002-7453-8845](https://orcid.org/0000-0002-7453-8845))

VILCA CALLATA, FIDEL ISIDRO (ORCID: [0000-0002-0498-2844](https://orcid.org/0000-0002-0498-2844))

**ASESOR:**

MS. AYBAR ARRIOLA, GUSTAVO ADOLFO ( ORCID: [0000-0001-8625-3989](https://orcid.org/0000-0001-8625-3989))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

CALLAO - PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

En primer lugar, le dedicamos este trabajo a Dios por ser nuestra guía espiritual que me conduce siempre por el camino del bien y el éxito. Y por darnos la conformidad de tener a nuestros padres con vida y salud. Al igual que todas las personas que nos apoyaron y confiaron en nosotros.

A nuestros familiares quienes a lo largo de nuestra vida se han preocupado por nuestro bienestar y educación. Siendo nuestro apoyo en todo momento depositando su confianza en cada reto que se nos presentó sin dudar un solo momento de nuestra inteligencia y capacidad.

A la universidad César Vallejo en cuyas aulas logramos nuestra formación profesional y humana.

A la facultad de ingeniería civil y a su personal docente por su calidad educativa y profesional que guiaron nuestro aprendizaje.

## **Agradecimiento**

Deseamos expresar nuestros más sinceros agradecimientos a todas las personas que de manera solidaria y desinteresada aunaron esfuerzos por ayudarnos a consolidar nuestra formación académica y profesional. Por el aliento y el empuje para seguir adelante en el largo recorrido de nuestra carrera. Por la fe y esperanza que nos tuvieron para ver realizar una de nuestras ansiadas metas. Razón por la cual sabremos responder. Agradezco en especial a:

### **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

Nuestro máximo centro de estudios. Por habernos formado como profesional capaz, al servicio del Perú y de quienes más lo necesitan.

A nuestros parientes quienes nos apoyaron en el transcurso de nuestra formación y a todas las personas que nos apoyaron.

A todos ustedes: ¡Muchas Gracias!

## Índice de contenidos

<b>Dedicatoria</b>	ii
<b>Agradecimiento</b>	iii
<b>Índice contenidos</b>	iv
<b>Índice de figuras</b>	v
<b>Índice de tablas</b>	vi
<b>Índice de gráficos</b>	vi
<b>Resumen</b>	vii
<b>Abstract</b>	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	9
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	11
<b>III. METODOLOGÍA</b>	26
<b>3.1. Tipo y diseño de investigación</b>	26
<b>3.2. Variables y operacionalización</b>	26
<b>3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis</b>	27
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b>	28
<b>3.5. Procedimientos</b>	28
<b>3.6. Método de análisis de datos</b>	37
<b>3.7. Aspectos éticos</b>	39
<b>IV. RESULTADOS</b>	40
<b>V. DISCUSIÓN</b>	56
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	59
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	62
<b>REFERENCIAS</b>	65
<b>ANEXOS</b>	70

## Índice de figuras

<b>FIGURA N°01:</b>	ubicación del C.P. Choquelihue.	9
<b>FIGURA N°02:</b>	Diagrama de sistema de agua potable.	15
<b>FIGURA N°03:</b>	Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad.	16
<b>FIGURA N°04:</b>	Manantial de ladera.	17
<b>FIGURA N°05:</b>	Línea de Conducción.	18
<b>FIGURA N°06:</b>	válvula reductora de presión.	18
<b>FIGURA N°07:</b>	reservorio apoyado.	19
<b>FIGURA N°08:</b>	Línea de aducción.	20
<b>FIGURA N°09:</b>	Tipo de redes de distribución.	21
<b>FIGURA N°10:</b>	conexión domiciliaria de agua potable.	22
<b>FIGURA N°11:</b>	válvula de aire.	23
<b>FIGURA N°12:</b>	válvula de purga.	23
<b>FIGURA N°13:</b>	válvula de control.	24
<b>FIGURA N°14:</b>	software watergems.	25
<b>FIGURA N°15:</b>	Ubicación política del ámbito de estudio.	29
<b>FIGURA N°16:</b>	Verificación el estado actual de UBS.	30
<b>FIGURA N°17:</b>	Verificación de fallas de tubería instalada en la red de distribución.	31
<b>FIGURA N°18:</b>	Caudal de aforo de las captaciones del sistema de agua potable actual.	31
<b>FIGURA N°19:</b>	Verificación del estado actual de los reservorios existentes del proyecto.	32
<b>FIGURA N°20:</b>	Levantamiento Topográfico de la zona de estudio.	32
<b>FIGURA N°21.</b>	Configuración de unidades.	38
<b>FIGURA N°22.</b>	Modelamiento Hidráulico.	39

## Índice de tablas

<b>TABLA N°01:</b> acceso a la localidad	29
<b>TABLA N°02:</b> Caudal de aforo Sector N°01 Misinicuyo.	33
<b>TABLA N°03:</b> Distribución de lotes vivienda y población Actual	33
<b>TABLA N°04:</b> Población Actual por grandes grupos de edad y Sexo	33
<b>TABLA N°05:</b> Centros educativos en el sector n°02 Uñanipata, distribución de alumnos según: Institución Educativa y Sexo.	34
<b>TABLA N°06:</b> porcentaje de Crecimiento.	34
<b>TABLA N°07:</b> dotación de 80 l/hab/día	34
<b>TABLA N°08:</b> Caudal de aforo Sector N°02 Misinicuyo.	37

## Índice de gráficos

<b>GRÁFICO N°01:</b> Perfil de Diagrama de presiones – Red principal de Proyecto actual Sistema N°01.	43
<b>GRÁFICO N°02:</b> Perfil de Diagrama de presiones – Red principal de Proyecto actual Sistema N°02.	45
<b>GRÁFICO N°03:</b> Perfil de diagrama de presiones – Red principal con válvula reductora de presión (PRV) Sistema N°01.	47
<b>GRÁFICO N°04:</b> Perfil de diagrama de presiones – Red principal con válvula reductora de presión (PRV) Sistema N°02.	49
<b>GRÁFICO N°05:</b> Diagrama de presiones con y sin válvulas reductoras de presión del sistema N°01.	51
<b>GRÁFICO N°06:</b> Análisis estadístico de diagrama de presiones con y sin válvulas reductoras de presión del sistema N°01.	52
<b>GRÁFICO N°07:</b> Diagrama de presiones con y sin válvulas reductoras de presión del sistema N°02.	54
<b>GRÁFICO N°08:</b> Análisis estadístico de diagrama de presiones con y sin válvulas reductoras de presión del sistema N°02.	55

## Resumen

El presente proyecto de tesis consistió en realizar un mejoramiento de la funcionalidad y operatividad del sistema de agua potable actual, Buscando así una alternativa de solución a la problemática que se presenta en la localidad. Actualmente la localidad de Choquelihue, cuenta con dos sistemas de agua potable cuyo funcionamiento es deficiente en cuanto a la distribución de caudales y presión, ya que en la parte aguas abajo genera mucha presión ocasionando así fallas en las tuberías debido a la excesiva presión. Generando malestar en los usuarios ya que se quedan sin el suministro de agua durante todo el periodo de reparación de las tuberías.

para lo cual se obtuvo del **Sistema N°01 Sector Misinicuyo** una propuesta de mejora, incluir al sistema actual una unidad de válvula reductora de presión con la finalidad de obtener una presión adecuada mínima de 7.17mca y presión máxima de 48.85 mca, adecuado para la instalación de tubería actual que es de tubería  $\varnothing=2 \frac{1}{2}$ " clase 10 y para el **Sistema N°02 Sector Uñanipata** una propuesta de mejora, incluir al sistema actual una unidad de válvula reductora de presión con la finalidad de obtener una presión mínima de 7.19 mca y presión máxima de 68.47 mca, adecuado para la instalación de tubería actual que es de tubería  $\varnothing=2 \frac{1}{2}$ " clase 10; ya que según especificaciones técnicas de las tuberías a presión clase 10 su presión máxima de trabajo es de 70 mca.

En cuanto al **aporte** más relevante se propuso realizar un mejoramiento óptimo funcionamiento del sistema de agua potable, en la presente investigación se ha desarrollado todos los procesos necesarios para evaluar el sistema de operatividad del sistema de agua potable de la Localidad Choquelihue, y así poder identificar y establecer la situación actual. Esto con la finalidad de proponer una mejora en cuanto al funcionamiento, distribución de caudales y presiones generadas en todo el sistema con la incorporación de las válvulas reductoras de presión que se ha identificado con el modelamiento hidráulico en Software WaterGems.

**Palabras clave:** Mejoramiento, agua potable, funcionamiento óptimo, válvula reductora de presión, WaterGEMS.

## Abstract

This thesis project consisted of improving the functionality and operability of the current drinking water system, thus seeking an alternative solution to the problems that arise in the locality. Currently the town of Choquelihue has two drinking water systems whose operation is deficient in terms of flow and pressure distribution, since in the downstream part it generates a lot of pressure, thus causing failures in the pipes due to excessive pressure. Generating discomfort in the users since they are left without the water supply during the entire period of repair of the pipes.

For which a proposal for improvement was obtained from System N ° 01 Minicuyo Sector, including a pressure reducing valve unit in the current system in order to obtain an adequate minimum pressure of 7.17mwc and maximum pressure of 48.85mwc, suitable for the installation of current piping that is of pipe  $\varnothing = 2 \frac{1}{2}$  " class 10 and for System N ° 02 Sector Uñanipata an improvement proposal, including to the current system a pressure reducing valve unit in order to obtain a minimum pressure of 7.19 mwc and maximum pressure of 68.47 mwc, suitable for the current pipe installation that is pipe  $\varnothing = 2 \frac{1}{2}$  " class 10; Since according to the technical specifications of the class 10 pressure pipes, its maximum working pressure is 70 mwc.

Regarding the most relevant contribution, it was proposed to make an optimal improvement of the drinking water system, in this research all the necessary processes have been developed to evaluate the operation system of the drinking water system of the Choquelihue Locality, and thus be able to identify and establish the current situation. This in order to propose an improvement in terms of operation, flow distribution and pressures generated throughout the system with the incorporation of the pressure reducing valves that have been identified with the hydraulic modeling in WaterGems Software.

**Keywords:** Improvement, drinking water, optimal performance, pressure reducing valve, WaterGEMS.

## I. INTRODUCCIÓN

Tanto nacional como internacionalmente la potabilidad del agua es un punto importante en la vida de las personas, ya que permite poder controlar una gran cantidad de enfermedades causadas por la transmisión hídrica. Es cierto que se conoce bien las técnicas de potabilización del agua desde hace muchos años, pero lamentablemente los sistemas de agua potable aún siguen presentando diversas fallas, esto según Cruz Z. Nidia y Centeno M. Erick (2020), ocasionando malestar en la población, en algunos casos los sistemas de abastecimiento no satisfacen las necesidades poblacionales, y según Nikita Hanikel, Mathieu S. Prévot y Omar M. Yaghi (2020) indican que la carencia del agua potable ocasiona problemas de salud y mala calidad de vida de los seres humanos.

Como **realidad problemática** lamentablemente el problema se presenta en la localidad de Choquelihue en la Provincia de Huancané, ya que el sistema actual de agua potable tiene deficiencias en la distribución de caudales y presión generada en los puntos de entrega a las viviendas por lo que genera malestar de los beneficiarios de la población en la parte aguas arriba del sistema y en la parte aguas abajo genera mucha presión por lo que hay fallas en tuberías debido a la generación de mucha presión. Se evidencia el plano de localización de la figura 1 en la fotografía adjunta en la que se muestra el sistema de agua.

**FIGURA N°01:** ubicación del C.P. Choquelihue



**FUENTE:** Google Maps y fuente propia

Estos problemas se presentaron debido a las siguientes causas: caudal insuficiente para el abastecimiento de la población, una topografía accidentada, falta de válvulas de control, válvulas retenedoras de presión, diseños deficientes, inadecuado ubicación de los reservorios para la generación de presiones para todo el sistema, por consecuente a esto se propuso el **problema general** ¿Cómo realizar el mejoramiento de operatividad del sistema de agua potable para su funcionamiento óptimo utilizando válvulas reductoras de presión - Choquelihue - Puno 2021”? y como **problemas específicos** tenemos ¿Cómo analizar el diagrama de presiones del sistema de abastecimiento de agua potable actual?, ¿Cómo mejorar el funcionamiento sistema de abastecimiento de agua potable con la utilización de válvulas reductoras de presión? Y por último tenemos ¿Cómo comparar las estadísticas de diagrama de presión con y sin válvulas reductoras de presión?

La presente tesis tiene por **justificación** teórica el de contribuir con la realización de un mejoramiento de operatividad del sistema, para la distribución de caudales, presiones utilizando mecanismos de control, para lo cual utilizaremos también referencias bibliográficas, asimismo empleando las normas técnicas de diseño. Y también servirá para ser utilizado como antecedentes para otras tesis. Como justificación social se da a conocer que el agua potable es considerada un derecho humano por tal motivo se puede entender la importancia de este servicio en nuestro país. Lo que nos empuja a realizar un aporte de mejoramiento de operatividad del sistema, ya que tener un sistema en estado de funcionamiento óptimo en la zona es indispensable.

Lo cual lleva a plantear el **objetivo general**: Realizar el mejoramiento de operatividad del sistema de agua potable para su funcionamiento óptimo utilizando válvulas reductoras de presión - Choquelihue - Puno 2021. Y para llegar al objetivo general nos apoyaremos de los **objetivos específicos** los cuales son: Analizar el diagrama de presiones del sistema de abastecimiento de agua potable actual, Mejorar el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable con la utilización de válvulas reductoras de presión, y por último comparar las estadísticas de diagrama de presión con y sin válvulas reductoras de presión.

este trabajo de investigación es de carácter **descriptivo**, por tal motivo no se formula **hipótesis**

De seguir con esta situación en la localidad de Choquelihue. Las consecuencias futuras serán mucho peor que las actuales, ya que a medida que pasa el tiempo existe mayor malestar de la población, ya que la distribución de caudal y presiones generadas en las viviendas del sistema es deficiente.

Es por esa razón que la presente tesis se desarrolla con el **propósito de aportar** con un diseño el cual garantice el óptimo funcionamiento del sistema, identificando primeramente la falla con la finalidad de proponer una mejora en cuanto a la funcionabilidad de distribución de caudales y presiones generadas en todo el sistema, con la incorporación de las válvulas reductoras de presión ubicadas estratégicamente y realizando el modelado hidráulico con el Software Watergems, según los resultados obtenido

## II. MARCO TEÓRICO

Para detallar el **marco teórico** se presenta como **antecedente nacional** la tesis titulada “Propuesta de Diseño de un Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario para el Caserío el Progreso, aplicando Fórmulas Matemáticas y el uso del Software Watergems Y Sewergems” Según Alfaro T. y Rodríguez P. ( 2019) presentaron como objetivo principal Plantear un diseño de un sistema de agua potable y alcantarillado sanitario; concluyendo que se realizó el diagnóstico del sistema actual para posteriormente realizar la recopilación de datos en campo, se realizó también los estudios de suelos y de topográficos. Determinando los parámetros de diseño mediante cálculos matemáticos. se diseñó la captación de agua, redes de distribución, líneas de conducción con 2334.60 ml. de longitud considerando el diámetro de la tubería de 1½” siendo corroborado con el software WaterGEMS, por último, se hizo el modelamiento hidráulico con el software SewerGEMS corroborando así los resultados con los cálculos realizados. Siendo satisfactorio los resultados El aporte principal del

proyecto es que modelando con el software SewerGEMS se logra una visualización más realista.

Por otra parte, según Rodríguez S. Yessenia (2017) en su tesis titulada “Modelamiento de cloro residual con Watercad en las redes de distribución de agua potable de la ciudad de Rioja, provincia de Rioja para determinar la calidad microbiológica, 2017”, presentó como su principal objetivo realizar un modelo de simulación del cloro residual, en las redes de suministro de agua, en el cual se consideró 146 conexiones de agua para muestrear. Se utilizó el AutoCAD para los planos, haciendo uso del Arcgis se incorporaron los niveles topográficos y empleando el WaterCad se desarrolló el modelamiento del cloro residual. En cuanto a los resultados se concluyó que en la actualidad el cloro residual dentro de las redes de suministro es superior a 0.50 mg/L garantizando un funcionamiento óptimo en la eliminación de patógenos. Concluyendo así que al realizar la simulación se puede percibir la calidad y continuidad que recibe cada uno de los beneficiarios. El aporte más relevante de este proyecto es que empleando diferentes softwares se puede lograr modelar sistemas de agua potables eficientes.

Por su parte también Farfan C. Carlitos en su tesis denominada “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del sector de Pedregal, Peñarol distrito de Tambogrande, provincia de Piura, región Piura, julio 2020” presentó como objetivo; el Diseño de agua potable para así poder brindar un sistema de abastecimiento eficiente. Con ese fin se diseñó un sistema aplicando criterios técnicos demandados por la normatividad Peruana. Se diseñó las líneas de conducción como también de aducción, las redes de distribución, también las válvulas de aire como las válvulas de purga. La población utilizada para este diseño es de 5 personas por vivienda los cuales son 153 viviendas y como resultados dio un caudal (Q) promedio total =0.9095 (lt/s). La línea de impulsión es de diámetro 4” y el caudal de bombeo es de 25.54 m<sup>3</sup>/h cuenta también con una línea de succión de diámetro de 4”. En cuanto a la proyección de la población se utilizó el método matemático, considerando la tasa de crecimiento de 2.52%. el cual como resultado dio que según estos cálculos el sistema será eficiente.

Abarcando conocimientos más amplios se da a conocer los **antecedentes internacionales**, y según Moreno T. Wintin R. y Tuza P. Luis R. cuya tesis se titula; “Diseño del sistema de agua potable y saneamiento para el recinto los Guayabillos de la parroquia Bellavista del cantón Santa Cruz, provincia de Galápagos 2019”. presentaron como objetivo; Realizar el diseño del sistema de suministro, siempre cumpliendo con la normativa vigente como así lo demanda la Subsecretaria de Servicios de Agua Potable y Saneamiento. El sistema de suministro de agua se diseñó siguiendo las normas vigentes de la SENAGUA y en cuanto al saneamiento se realizó mediante biodigestores unifamiliares, según la norma SENAGUA esto para poblaciones no mayores a 1000 habitantes, el periodo de diseño de ambos sistemas tanto de agua como de saneamiento es de 20 años, también se realizó un análisis de impacto ambiental con el propósito de dar soluciones a los posibles problemas que pueda presentarse en la ejecución de dicho proyecto, y en cuanto a los resultados del proyecto indican que Mediante el análisis económico y financiero, los indicadores económicos; (VAN) Valor Actual Neto, (TIR) Taza Interna de Retorno y el (B/C) Beneficio/costo, concluyen que hasta el fin del periodo de diseño la ejecución del proyecto es viable.

Por otra parte en el proyecto titulado “Análisis y Propuestas de Mejora del Sistema de Captación y Bombeo de Agua cruda a la planta de Agua Potable, Aguapen. EP ubicada en Atahualpa provincia de Santa Elena” según Suárez R. Vanessa Katherine (2021). Propuso como uno de los objetivos; Analizar el estado y funcionamiento actual de los sistemas de conducción, captación y bombeo de agua cruda desde del embalse el “Azúcar” hasta la estación de bombeo “San Rafael” ya que los sistemas de agua para los habitantes de la población tienen gran importancia, porque aseguran el suministro, por lo que la salud dependerá del buen proceso de potabilización del agua esto por el bien de los consumidores, por ello este estudio se enfoca en analizar y mejorar el sistema específicamente la captación, conducción y por ultimo bombeo de agua cruda desde el embalse el Azúcar hacia la planta de tratamiento de agua el cual se ubica en la Parroquia Atahualpa, la misma que abastece del agua potable a la provincia de Santa Elena. Actualmente existe una

problemática dentro de la Estación de Bombeo que está ubicada en San Rafael, puesto que en muchas ocasiones se ha indicado que el depósito de agua cruda en la estación de bombeo no tiene valores y niveles adecuados para un óptimo funcionamiento. Para ello se realizó un análisis técnico de los canales de conducción, sistemas de captación, sistema de bombeo y los reservorios. Obteniendo como resultados algunas posibles soluciones para el funcionamiento eficiente del sistema.

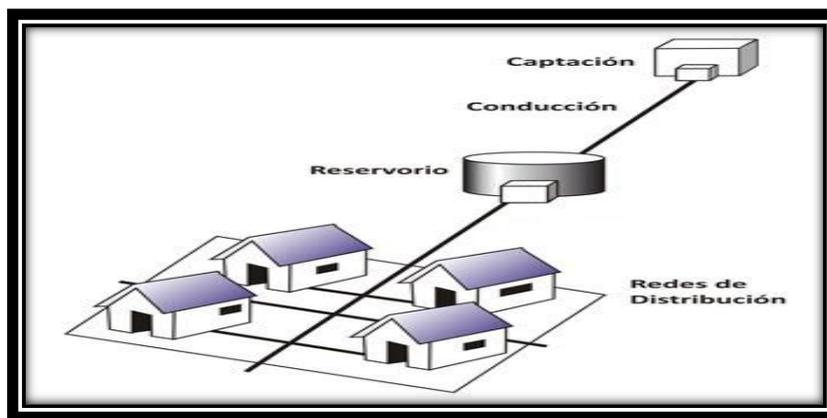
En cuanto al proyecto titulado “Evaluación de la Línea de Conducción del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Cantón Rumiñahui” esto según Villacis C. Katherine L. (2018). Propuso como principal objetivo; Realizar la evaluación de la línea de conducción del sistema. A través de recorridos en campo en donde se realizaron inspecciones visuales para determinar que el sistema esté funcionando óptimamente. Lo primero que se realizó fue hacer un levantamiento topográfico en toda la línea de conducción, empezando primeramente del punto de captación hasta el reservorio, también se hizo la recolección de cuatro muestras puntuales de agua los cuales se analizaron en un laboratorio acreditado. Finalmente con los datos obtenidos y con la aplicación de un software y demás programas de computador se hizo una simulación en cuanto a la parte hidráulica lo cual ayudo a determinar las condiciones del sistema y parámetros como: presiones, también velocidades y por últimos las pérdidas. Como resultados en cuanto al análisis del agua, se llevaron al laboratorio luego se determinó que el agua que circulará por el sistema es apta para el consumo de las personas ya que cumple con los límites que demanda las normas.

Para una mejor comprensión acerca del proyecto es importante evidenciar los **enfoques conceptuales** indicando primeramente acerca del **sistema de abastecimiento de agua potable** Es un conjunto de múltiples obras y componentes cuya principal finalidad es la de abastecer agua a los habitantes de una población asegurando que la cantidad sea suficiente para satisfacer la demanda de todos los usuarios, con una calidad apropiada, cuidando siempre que tenga una correcta presión y el suministro sea continuo Agüero, (1997) citado por Rodriguez (2020). Ya que el

acceso sostenible al líquido elemental que es el agua es muy importante para la salud como también para bienestar de todos los seres humanos así lo indica Ellis Adams y Sarah L. Smiley (2018)

Por lo tanto uno de los riesgos que corren los usuarios en cuanto al suministro de agua, es la falta de la misma o recibir agua con presión insuficiente y calidad inadecuada por lo que realizar un buen diseño del sistema es muy relevante (PieTrucha-urbaniK K, STudzińSKI a. 2017).

**FIGURA N°02:** Diagrama de sistema de agua potable



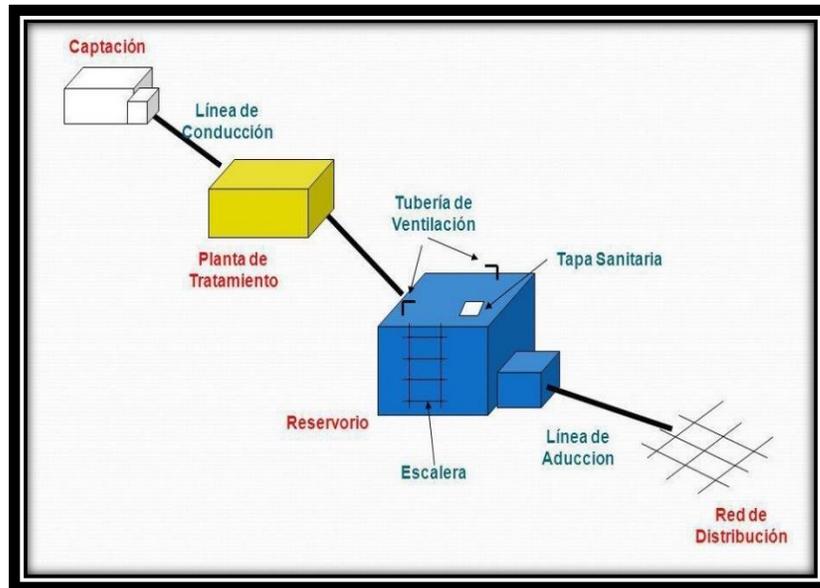
**FUENTE:** Gutierrez Y. y Huamani E. 2019

Para poder realizar el abastecimiento del líquido elemental primeramente se asegurará que este sea apto para el consumo humano, para ello (Hernández C. 2019) explica que para que el **agua sea potable** tiene que cumplir con las normas exigidas según la (OMS) Organización Mundial de la Salud, en donde claramente indica la proporción adecuada de minerales y cantidad de sales que el agua debe contener, cumpliendo así con lo estipulado en sus normas el cual garantiza que el agua ingerido por las personas sea de buena calidad.

El abastecimiento del agua potable es el proceso que permite el traslado del agua potable a diferentes lugares como: ciudades, pueblos o zonas rurales que tienen una población numerosa, para tal fin el sistema de suministro generalmente se estructura por las fases o etapas siguientes: Captación, Conducción, tratamiento, Depósito, Distribución y suministro. Esto dicho por; Trapote en infraestructura hidráulica citado por Ninahuanca Laureano J. (2021)

Por otra parte, el abastecimiento del agua potable y su gestión adecuada durante su distribución son los más relevantes para disminuir la contaminación, esto según la Revista Internacional de Ciencias Ambientales Aplicadas Enero (2019). A continuación se muestra los componentes de un sistema.

**FIGURA N°03:** componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad

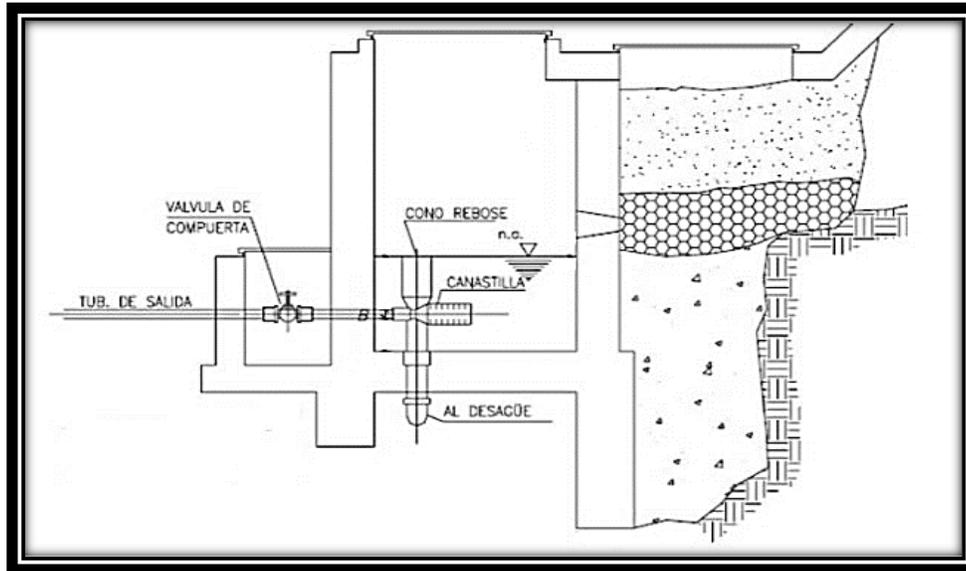


**FUENTE:** dirección de saneamiento básico, higiene alimentaria y zoonosis

Como componente inicial de un sistema de abastecimiento de agua el cual es potable es el punto de **captación** según Alarza Quinto M. (2020) es donde inicia todo el sistema, este deberá satisfacer el caudal requerido. Esto quiere decir que el punto de captación deberá ser un lugar en donde haya suficiente caudal para satisfacer la demanda requerida para la población, por ende, si el punto de captación no satisface la demanda calculada se buscará más de un solo punto de captación.

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2018) el **Manantial de ladera** es un punto de captación que se utiliza con el fin de proteger una vertiente que aflora a un terreno con una pendiente. Consta de una cámara húmeda cuyo propósito es la de regular el caudal a emplearse. Se muestra una imagen en donde se observa este tipo de captación. Existen varios tipos de captación sin embargo este tipo es el que se utilizó en el trabajo.

**FIGURA N°04:** Manantial de ladera



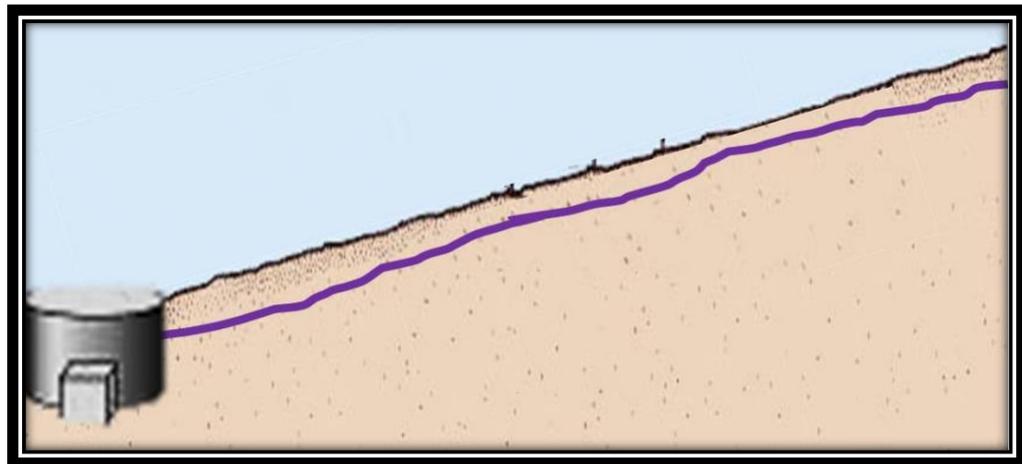
**FUENTE:** Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018

Luego sigue la **línea de conducción**, según (Rodríguez, 2001 citado por Ariza C. Joel Cristian 2019) es todo un sistema de tuberías, accesorios y estaciones de bombeo con el propósito de llevar el agua a través de conductos proveniente del punto de captación hasta el reservorio. Tal conducción se efectúa de diferentes maneras, todo esto dependerá de donde esté ubicado el punto de captación por ejemplo, si el punto de captación se encuentra por encima del reservorio la conducción se realiza por gravedad, mientras tanto, si el punto de captación se encuentra por debajo del nivel del reservorio la conducción se realiza por bombeo. Por ejemplo Tri Suyono (2019) en Hydraulic analysis of drinking water pipeline inter island Indica que se bombea una altura de 146m para luego ser distribuida por gravedad a la población.

En las líneas de conducción en algunos casos se colocan algunas estructuras pequeñas llamadas Cámara rompe presión el cual se encarga de reducir la presión hidrostática del agua, generando un nuevo nivel de agua y así evitar algunas rupturas de las tuberías el cual añadiría un costo extra en el sistema de abastecimiento (Pardo Vergara A. y Valencia Patiño C. 2021)

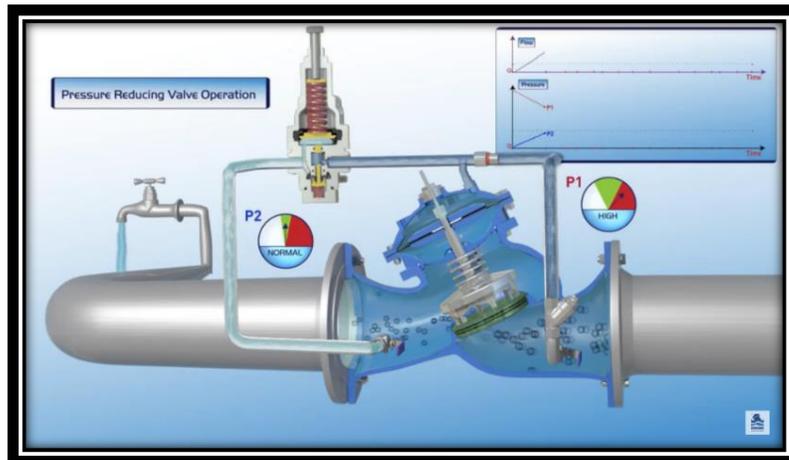
la misma función cumple la **válvula reductora de presión** el cual según Fernández L.J. y Huertas E.Z. (2016) son parte muy importante en los sistema de suministro de agua, ya que controlan los caudales y presiones de agua, con eso también se evita las rupturas de tuberías como también fugas en los lugares donde existen accesorios, garantizando así la calidad y durabilidad del sistema. Según la Norma Técnica de Diseño “Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (2018)” hace una sugerencia acerca de los componentes los cuales rompan presiones de agua que su instalación sea a cada 50 m. de desnivel.

**FIGURA N°05:** Línea de Conducción



**FUENTE:** Alarza Quinto M. diagnóstico del sistema da agua potable 2020

**FIGURA N°06:** válvula reductora de presión



**FUENTE:** Bermad Water Technologies (2015)

El siguiente componente del sistema de suministro es; **El reservorio** que según (Villegas Herrera Romel A. 2021) es una estructura el cual está construida por concreto armado y en cuanto al RNE Peruano, no cuenta con una norma netamente aplicable. El reservorio se encarga de almacenar el agua proveniente del punto de captación a través de las líneas de conducción, la forma del reservorio se realizará de acuerdo a la necesidad topográfica o a los cálculos obtenidos.

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018); la ubicación del reservorio tiene que estar lo más cerca a la población y para su ubicación hay que considerar una cota topográfica esta cota deberá garantizar la presión mínima en el punto más crítico del sistema de abastecimiento y en cuanto a su construcción tiene deberá ser de tal manera que se el agua sea de una buena calidad para el consumo de la población.

El material que se utiliza como se mencionó anteriormente es el concreto el cual será armado con una estructura de acero y para realizar su diseño se ejecutará de acuerdo al criterio del profesional o a un criterio de estandarización, el reservorio debe estar cubierto, en lo posible un porcentaje enterrado, como también apoyado o elevado. Es muy importante también que el perímetro del reservorio este protegido con un cerco perimetral y para su mantenimiento colocar una tapa sanitaria el cual deberá tener una medida como para el ingreso de herramientas y para el acceso de personal encargado del mantenimiento u otras actividades relacionadas al sistema de abastecimiento.

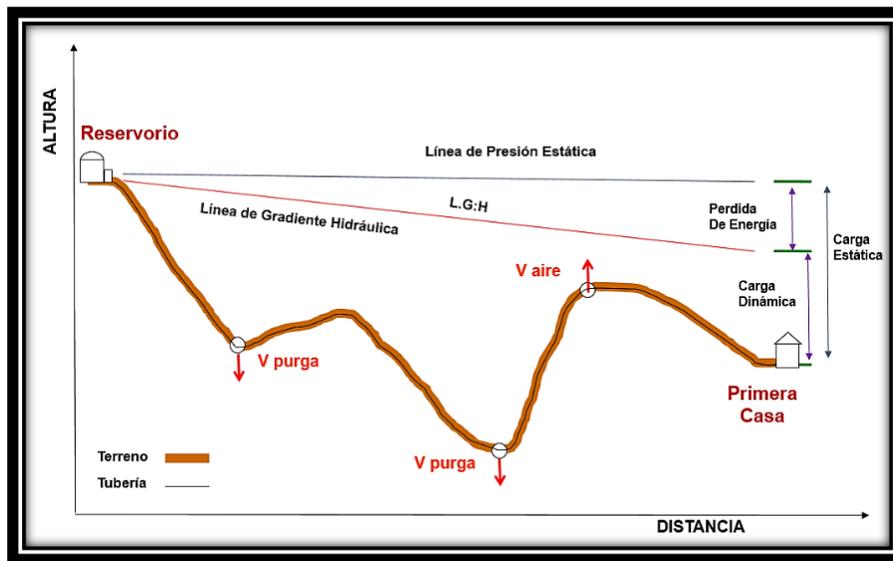
**FIGURA N°07:** reservorio apoyado



**FUENTE:** basics of water supply system publicado el abril 2017

Luego del reservorio sigue la **Línea de aducción** el cual está conformado por tuberías estructuras y accesorios los cuales son instalados para llevar el agua, desde donde se encuentra el reservorio hasta el inicio de la red donde se realiza la distribución esto según (Alcocer 2014 citado por López Vega, Jhuliana V. 2019) Por otra parte El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, indica que el caudal de conducción es el máximo horario. En cuanto a zonas rurales también indica que no se incluye las dotaciones adicionales como para combatir incendios. y respecto a los parámetros de diseño referido a la línea de aducción son iguales a las línea de conducción con una excepción del caudal de diseño.

**FIGURA N°08:** Línea de aducción



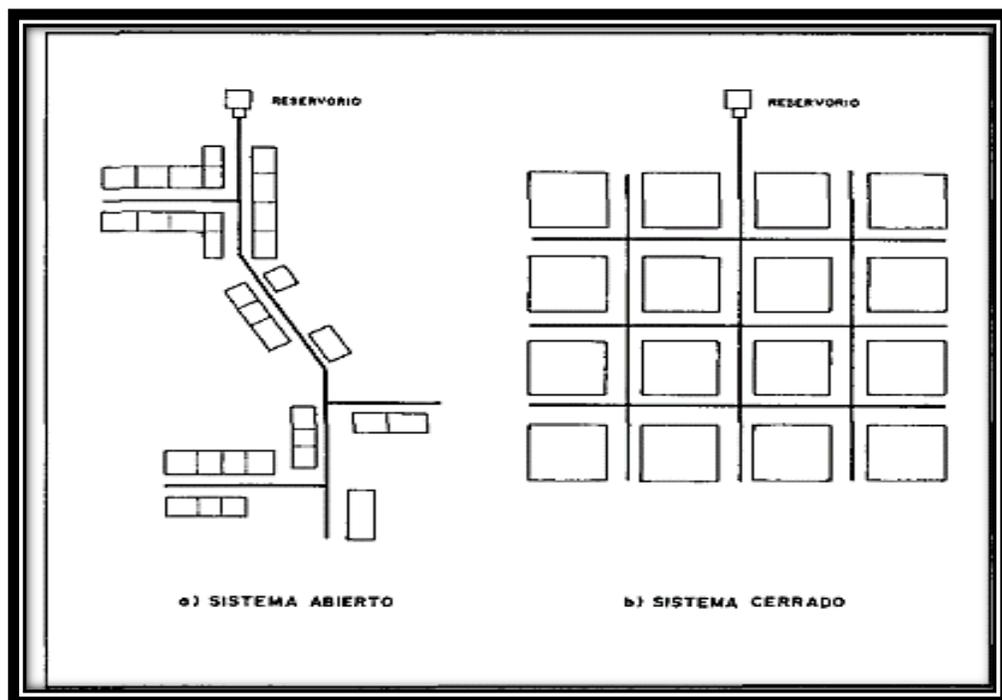
**FUENTE:** Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018

Por último, tenemos a Las **Redes de distribución** según Mohsen Hajibabaei, Fatemeh Tavanaei y Sara Nazif (2018) quienes indican que es una de las partes más relevantes del sistema de abastecimiento urbano. En otra definición se indica que esta constituida por tuberías con sus respectivos accesorios que llevan el agua hasta las conexiones de los domicilios y también hasta las piletas o hidrantes públicos, en cuanto al servicio deberá ser proporcionado constantemente siendo las cantidades adecuadas y de calidad para los usuarios esto según (Magne citado por Briceño Vega J. y Infantes Carranza, D. 2019) el principal objetivo de las redes de distribución es transportar el

agua a los domicilios desde la línea de aducción hasta los domicilios con una presión adecuada. Esto también indica (Mozavi 2009 citado por Aida Bagheri-Basmenji y Kaveh Ostad-Ali-Askari 2019) mencionando que en cuanto a las necesidades de los usuarios debe poder satisfacerlas en cuanto a la cantidad, caudal, presión y calidad.

Por otra parte, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento define que es una de las partes del sistema de abastecimiento agua, permitiendo llevar a través de ella el agua hasta cada una de las viviendas. Por su parte según (Agüero R, 1997), indica la existencia de dos tipos de sistemas de distribución: el primero de ellos de nombre sistema abierto o también otros lo llaman de ramales y el segundo tipo llamado sistema cerrado, conocido también como malla o parrilla.

**FIGURA N°09:** Tipo de redes de distribución



**FUENTE:** Agüero R. 1997

En donde el **sistema abierto o ramificado** según Hernández M. citado por Revilla Leyva L. (2017) está conformado por una tubería la cual es principal o también llamada arteria maestra de donde nacen las tuberías secundarias y así ramificándose en otras. Específicamente en esta clase de sistema, cada uno de los domicilios recibe agua a través de un mismo camino, este sistema tiene una desventaja relevante ya que si la tubería principal sufre una avería todo el sistema restante deja de funcionar correctamente.

Las **conexiones domiciliarias** son los puntos finales de un sistema y Cayaca Cabrejos Maikel A. (2021) indica que son aquellas conexiones que se realizan desde la red de distribución hasta los domicilios de cada beneficiario quien también indica que generalmente se utiliza tuberías de media pulgada.

**FIGURA N°10:** conexión domiciliaria de agua potable



**FUENTE:** Margaret Rauch - Just Needs Paint (2020)

Entre los componentes adicionales del sistema de suministro de agua se tiene la **válvula de aire** y Vayremex Mr. (2018) indica que son dispositivos hidromecánicos los cuales controlan el ingreso y la salida del aire en el sistema. La instalación de esta válvula en el sistema es muy importante teniendo como función controlar las

formaciones y acumulaciones de bolsas de aire, principalmente en las zonas altas del sistema de conductos (tuberías) los cuales se encuentran funcionando a presión.

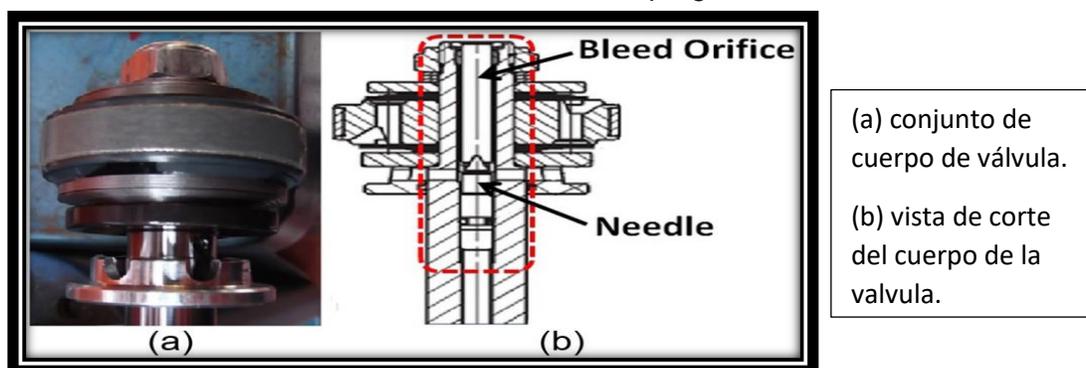
**FIGURA N°11:** válvula de aire



**FUENTE:** Fotografía Paula Jaramillo y Jack Vásquez 2019

Se tiene también en un sistema de abastecimiento **la válvula de purga** que, según Agüero R, citado por Jaime Zevallos C. (2021) señala que dicha válvula permite la limpieza de las tuberías por tramos, por lo que es importante su instalación ya que los sedimentos que se acumulan en las zonas más bajas de las líneas de conducción ocasionan la disminución del área del flujo del agua.

**FIGURA N°12:** válvula de purga



**FUENTE:** JL Chacón, BL Boada, MJL Boada and V Díaz (2017)

En cuanto a válvulas por último tenemos a la **válvula de control** y según V. Ordoñez, J. Romeu, H. Liravi, S. Jiménez y R. Arcos (2019) se utiliza para variar la dimensión del paso del agua, funciona a través del desplazamiento de elementos móviles que lleva en su interior los cuales son controlados por actuadores neumáticos, eléctricos, hidráulicos o manuales. Estas válvulas son importantes en cualquier circuito ya que regula el fluido hidráulico de acuerdo los que se requiere. Por otro lado (Farley y Trow 2003, citado por Enrico Creaco 2019) menciona que cuando la presión de servicio es demasiado alto, las empresas optan por la instalación de válvulas de control cuyo objetivo es la de regular el paso del agua para así evitar las ruptura anual de tuberías para así extender la vida útil del sistema.

**FIGURA N°13:** válvula de control



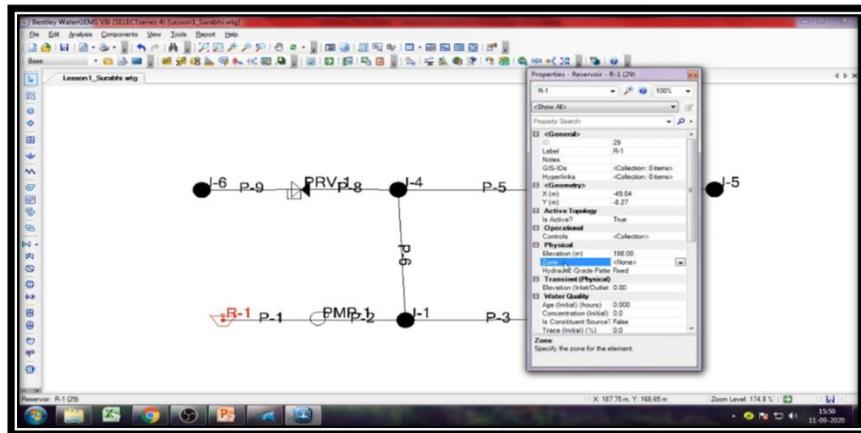
**FUENTE:** Villacis Coraquilla (2018)

Para la simulación y el cálculo de diámetros del sistema de distribución se hará uso del **software watergems** que según la marca HAESTAD (2017) es una aplicación de modelado hidráulico que sirve para realizar el modelado de recolección de aguas

residuales y distribución de agua. Las empresas o negocios de servicios públicos como también sus consultores utilizan esta herramienta para tomar mejores decisiones en cuanto al ciclo de vida del sistema.

Por otra parte Pankaj Kumar R, Asis Mazumdar y Gourab Banerjee (2015) indican que es un programa multiplataforma capaz de realizar un modelado hidráulico para sistemas de distribución de agua. con una avanzada interoperabilidad. El software watergems rastrea el flujo de agua que circula en las tuberías, así también como la presión en cada una de las uniones, la altura del agua en los tanque y la concentración de agua en todo el sistema. Esto durante el período de simulación del mismo. Asi lo indican: Dessalegn Geleta E. y Fekadu Fufa (2021)

**FIGURA N°14:** software watergems



**FUENTE:** Surabhi (2020)

Para una buena **Operatividad Del Sistema De Agua Potable**, Mala Jetmarova, H; Sultanova, N; Savic, D (2017) indican que los sistemas de distribución de agua representan una inmensa infraestructura a nivel mundial, que es esencial para la existencia humana. Por lo que existe presión hacia las organizaciones del agua, con el fin de que proporcionen a los clientes un suministro fluido de agua tanto en cantidad y especialmente en calidad y en el momento requerido. Por lo que es necesario que en el proyecto de un sistema de agua potable exista un control de calidad, tanto en el diseño como también en la ejecución. Esto con el fin de brindar a los usuarios un servicio de calidad.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y Diseño de investigación.

##### **Tipo de investigación:**

Nuestra investigación debido a la aplicación de conocimiento de la carrera profesional, obtención, diseño del sistema es de tipo aplicada, ya que podemos identificar el problema planteado.

Según Hernández, Fernández y Baptista (1991), define como la investigación aplicada resolver de manera rápida las dificultades del problema.

##### **Diseño de investigación:**

Según nuestra investigación es no experimental, ya que se realizara una evaluación del proyecto, Ver anexo N°01.

Según Kelinger (2002), define en cuanto a la investigación de tipo no experimental no es posible modificar las variables.

#### 3.2 Variables y operacionalización

**Variable 1:** Mejoramiento de operatividad del sistema de agua potable.

##### **Definición Conceptual:**

Agüero P. (2009); en su libro "Mejoramiento de diseño de Agua potable y saneamiento rurales del Perú son parámetros que ayudan a la mejora de los componentes del sistema.

**Definición Operacional:** Para esta variable, se realiza el mejoramiento de operativo de sistema abastecimiento con mecanismos de control de presión para su funcionamiento adecuado del sistema.

**Norma:** Reglamento Nacional de Edificaciones (DS N° 011-2006-VIVIENDA)

**Indicadores:**

- Periodo de diseño
- Población actual
- Levantamiento topográfico del proyecto.
- Caudal de diseño

**Variable 2:** funcionamiento óptimo.

**Definición Conceptual:** Grández P. (1994). El sistema de saneamiento en la Localidad de Consulo de Bellavista (tesis de pregrado) Universidad Nacional de San Martín Tarapoto indica que uno de los parámetros más importantes del sistema contribuye la elección de la fuente ya que va depender de un buen funcionamiento del sistema, Ver anexo N° 02.

**Definición Operacional:** Para mejorar el funcionamiento óptimo de la presión generada en cada vivienda del sistema.

**Norma:** Reglamento Nacional de Edificaciones (DS N° 011-2006-VIVIENDA)

**Indicadores:**

- Mecanismos de control de presión
- Sistema de control
- Sistema de purga

**3.3 Población (criterios de selección)**

La población para nuestro estudio es toda el área de estudio del proyecto ubicada en la Localidad de Choquelihue.

**Muestra**

Como muestra del presente proyecto, la zona de estudio a escoger será La Localidad de Choquelihue.

Según López (1998) define como la muestra es aquella área que se toma como una parte de toda la población.

### **Muestreo**

Para esta investigación utilizaremos el muestreo no probabilístico, significa que lograremos tener claro la magnitud de la población.

Para Velázquez y Rey (2007, p.224): define ciertos criterios en cuanto al magnitud de la población, el muestreo para el diseño del sistema es igual a su población, es decir todos los componentes del proyecto, desde la captación hasta el último componente de conexión domiciliaria.

## **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Técnicas de recolección de datos**

De acuerdo con Arias (2014), nos dice que la técnica para el recojo de nuestra información es definida como la forma de conseguir información y datos de lugar actual. Es por eso que para esta presente investigación la técnica que empleamos fue la **ficha de campo** es un instrumento utilizado para registrar y organizar información, la fuente principal de información es la población, o el sitio donde ocurre el problema que se investiga.

### **Instrumentos de recolección de datos**

El instrumento que servirá para la obtención de datos de información, será mediante **fichas de campo** de recolección de datos del campo, del estado actual del sistema, la cual nos conlleva a identificar deficiencias en operación y mantenimiento del proyecto. Ver anexo N°3 tal ficha es validada por expertos, ver anexo N°17

## **3.5 Procedimientos**

Primero hemos identificado la ubicación de la zona de estudio de la Localidad. Ver anexo N°04.

**Nombre de Tesis** Mejoramiento de operatividad del sistema de agua potable, para su funcionamiento óptimo utilizando válvulas reductoras de presión - Choquelihue - Puno 2021.

**Acceso de la zona de estudio** Ruta hacia la Localidad de Choquelihue, donde se desarrollará el proyecto.

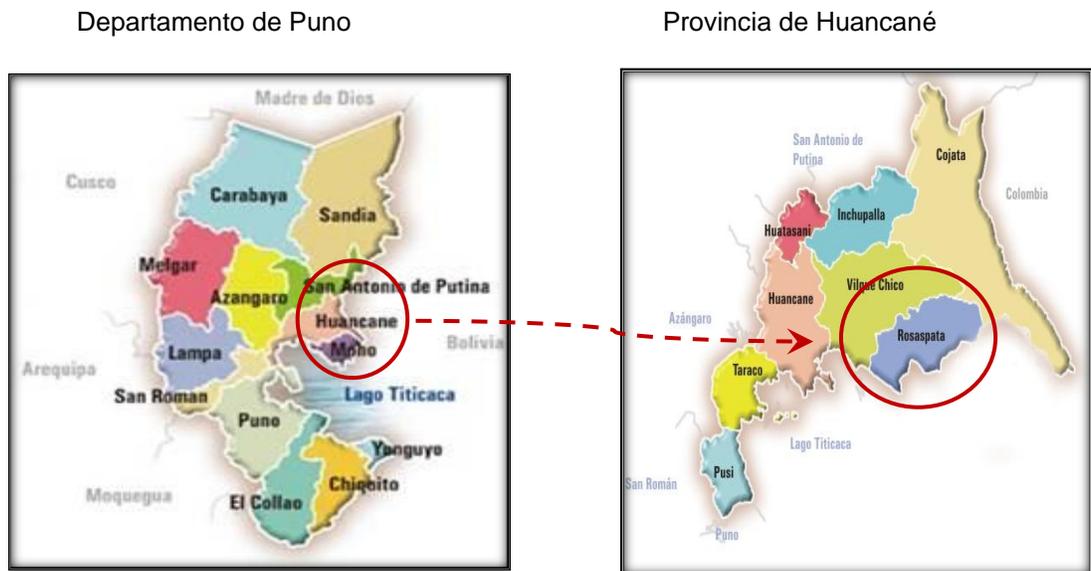
**TABLA N° 1:** Acceso a la localidad.

DESDE	A:	Tipo de Vía	Medio de	Km.	Tiempo
Puno	Juliaca	Asfaltado	Combi	48	45"
Juliaca	Huancané	Asfaltado	Camioneta	67	51"
Huancané	Choquelihue	Afirmada	Camioneta	29	35"

**Fuente:** OTS Puno – The Louis Berger Group Inc.

**Ubicación política** El área del proyecto ubicada en la Región y Departamento de Puno, Provincia de Huancané, Distrito Rosaspata.

**FIGURA N°15:** Ubicación política del ámbito de estudio



**FUENTE:** Plano catastral region Puno.

## Recopilación de información

**Estado situacional del Sistema de Agua Potable** El estado actual del sistema en la Localidad de Choquelihue se encuentra 02 sistemas de agua potable, fallas de tubería en la red de distribución e instalación de accesorios en el interior de módulos de UBS a causa de la generación de mucha presión, instalación de tuberías en toda el sistema de agua potable actual es de Clase 10, cabe recalcar que la presión de trabajo de tubería de clase 10 es 70 mca como máximo, el terreno presenta desde la captación pendientes fuertes en las partes altas y pendientes moderadas en la zona poblada del área del proyecto.

Luego se realizó el levantamiento topográfico del proyecto actual del sistema con Equipo Topográfico. Ver anexo N°05.

**FIGURA N°16:** Verificación el estado actual de UBS



**FUENTE:** *Elaboración Propia (2021)*

**FIGURA N°17:** Verificación de fallas de tubería instalada en el Sistema.



**FUENTE:** *Elaboración Propia (2021).*

**FIGURA N°18:** Caudal de aforo de las captaciones del sistema actual.



**FUENTE:** *Elaboración Propia (2021).*

**FIGURA N°19:** Verificación del estado actual de los reservorios existentes del proyecto.



**FUENTE:** *Elaboración Propia (2021)*

**FIGURA N°20:** Levantamiento Topográfico del área de estudio



**FUENTE:** *Elaboración Propia (2021)*

**Datos para diseño y modelamiento hidráulico del sistema actual**, Parámetros de diseño de sistema N°01 Misinicuyo, los parámetros que se requiere para realizar el cálculo hidráulico del sistema actual, Ver anexo N°06 y Ver anexo N°07.

**TABLA N°02:** Caudal de aforo Sector N°01 Misinicuyo.

FUENTE MISINICUYO (Q caudal = V volumen / T tiempo)			
Medición	Volumen (L)	Tiempo (Seg.)	Observaciones
1	3.79	9.47	(Q = v/t)
2	3.79	9.48	(Q = v/t)
3	3.79	9.49	(Q = v/t)
4	3.79	9.47	(Q = v/t)

Fuente: Elaboración Propia (2021)

**TABLA N°03:** Distribución de lotes vivienda y población Actual

Localidad	Población (Hab.)	Viviendas
Choquelihue	259	69
Total	259	69

Fuente: INEI, Censo N. P. V. 2007, Línea de Base de Indicadores Operativos Sociales, 2019.

**TABLA N°04:** Población Actual por grandes grupos de edad y Sexo

Ubicación	0-14 años		15-64 años		65 + años		Total
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	
Distrito Rosaspata	1,009	880	1,433	1,482	366	467	5,637
	17.9%	15.6%	25.4%	26.3%	6.5%	8.3%	100.0%
Localidad Choquelihue	51	47	69	69	12	11	259
Sector N°1 Misinicuyo.	23	22	30	30	5	5	115
Sector N°2 Uñanipata.	24	20	30	30	4	4	112
Sector N°3 Villcarani/	4	5	9	9	3	2	32
	19.69%	18.15%	26.64%	26.64%	4.63%	4.24%	100.0%

Fuente: INEI, Censo N. P. y V. 2007.  
OTS Puno - Línea de Base de Indicadores Operativos Sociales, 2019.

**TABLA N°05:** Centros educativos en el sector n°02 Uñanipata.

Nivel Educativo	Sexo				Total	
	Hombres	%	Mujeres	%	N°	%
Inicial (PRONOEI)	7	64	4	36	11	100
IEP N° 72383	27	59	19	41	46	100
Total	34		23		57	100

Fuente: Nomina de matrícula – 2019.

**TABLA N°06:** Porcentaje de Crecimiento.

Porcentaje de crecimiento	Valor	Porcentaje (%)
Provincia de Huancané – Distrito de Rosaspata – Localidad de Choquelihue.	1.16	%

Fuente: Estadística e Informática (INEI), considerando los censos de los años 1993 y 2007.

Según (Ministerio Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018); define como la dotación la cantidad de agua que se requiere para el consumo diario de cada persona en una vivienda, y cada región en la cual se asume:

**TABLA N°07:** Para nuestro proyecto de tesis se optó dotación de 80 l/hab/día

Región	Dotación de agua según (l/hab./d)	
	Sin arrastres hidráulico	Con arrastre hidráulico
Costa	60	90
Sierra	50	80
Selva	70	100

Fuente: Ministerio Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018

Según (Agüero R, 1997) define para el cálculo de población futura en zonas rurales uno de las ecuaciones más empleadas que es el método geométrico.

$$Pf = P0 (1 + r*t/100)$$

Donde:

- Pf = Población de diseño (hab.)
- Po = Población actual (hab.)
- r = Tasa de crecimiento (%)
- t = Período de diseño (años)

Para lo cual para nuestro diseño del sistema se tomara un periodo de diseño de 20 años para nuestro proyecto de investigación.

El consumo promedio diario anual (Qp), se define por la siguiente formula:

$$Qp = \frac{Pf * Dotacion(d)}{86400s/dia}$$

Dónde:

Qp = Consumo promedio anual (l/s).

Pf = Población futura (hab.). D =

Dotación (l/hab./día).

Para el Consumo máximo diario (Qmd), y en la norma del (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018) señala que Qmd, se logra de los estudios de consumos reales en el área del proyecto a desarrollar, si en caso no se tiene estudios se asume valor de 1,3 de Qp, de la siguiente forma:

$$Qp(l/s) = \frac{Dotacion * Poblacion \text{ de Diseño}}{86400}$$

$$Q_{md} \left( \frac{l}{s} \right) = 1.3x Q_p (l/s)$$

Dónde:

$Q_{md}$  = Caudal máximo diario (l/s).

$Q_p$  = Consumo promedio anual (l/s).

$$VR(m^3) = \frac{0.20 * Q_{md} * 86400}{1000}$$

Dónde:

VR = Volumen de reservorio (m<sup>3</sup>).

$Q_{md}$  = caudal máximo diario (l/s).

Para el Consumo máximo horario,  $Q_{mh}$ , se obtendrá de evaluaciones del consumo real en el área del proyecto a investigar de no haber estudios específicos, para  $Q_{mh}$  se asumirá un valor de 2,0 de,  $Q_p$ .

$$Q_p(l/s) = \frac{\text{Dotacion} \times \text{Poblacion de Diseño}}{86400}$$

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

Dónde:

$Q_p$  = Consumo promedio anual (l/s).

$Q_{mh}$  = caudal máximo horario (l/s).

**Parámetros de diseño de sistema N°02 Uñanipata.** Los parámetros que se requiere para realizar el modelamiento hidráulico del sistema actual se tiene: Población actual, Tasa de crecimiento (%), Dotación (Lt/Habitante/Día), Periodo de diseño (Años), Población Futura, Consumo Promedio Anual, Consumo Máximo Diario, Volumen de Reservorio, Caudal Máximo Horario.

**TABLA N°08:** Caudal de aforo Sector N°02 Misinicuyo.

FUENTE MISINICUYO (Q caudal = V volumen / T tiempo)			
Medición	Volumen (L)	Tiempo (Seg.)	Observaciones
1	3.79	12.80	(Q = v/t)
2	3.79	13.20	(Q = v/t)
3	3.79	12.90	(Q = v/t)
4	3.79	12.70	(Q = v/t)

Fuente: Elaboración Propia (2021).

### 3.6 Método de análisis de datos

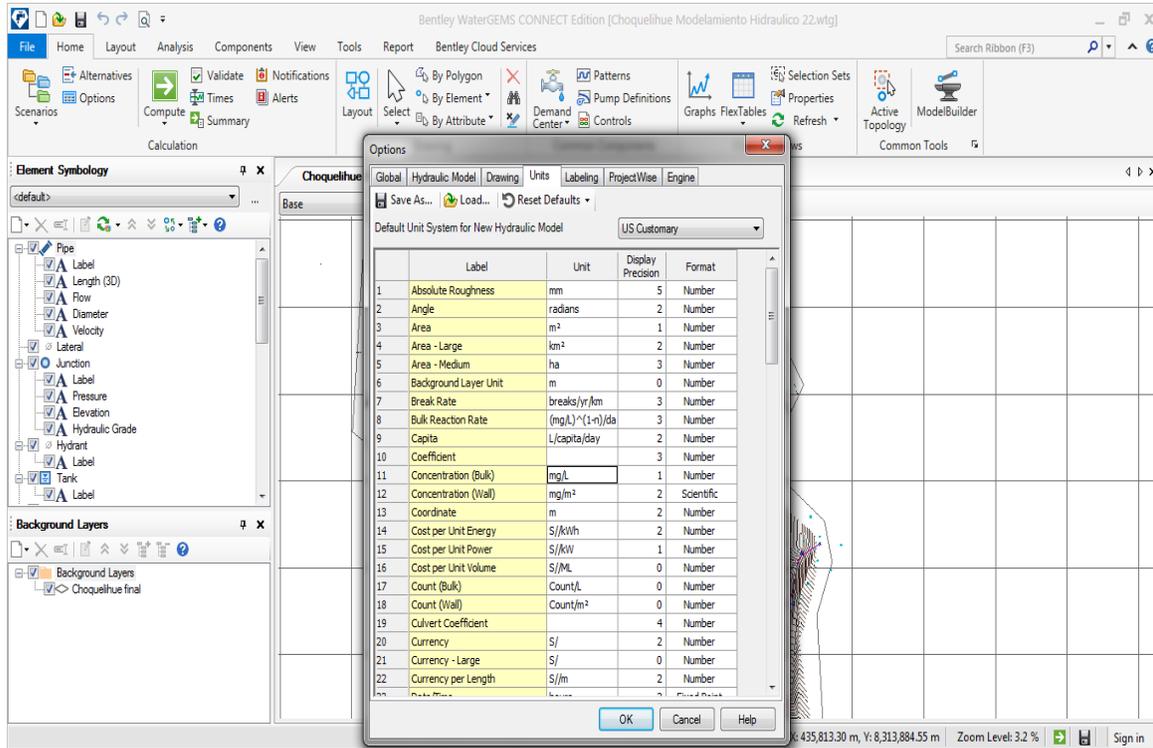
Luego de terminar los trabajos de campo evaluamos nuestra información obtenida, para lo cual usaremos ecuaciones fórmulas para el diseño y luego procesar nuestros datos aplicando el Software WaterGEMS validado, ver anexo 17 que necesita parámetros de diseño como caudal de diseño, trazo de la red del sistema actual y caudal unitario, este programa nos ayudara a procesar nuestros datos para calcular nuestro cálculo hidráulico que consta de diámetro de tubería, velocidad del flujo, longitud de tubería, presión generada en los puntos de entrega en cada vivienda del sistema y en la red de la Localidad de Choquelihue.

Teniendo esos datos analizaremos el diagrama de presiones del proyecto actual y luego diseñaremos un nuevo diseño del sistema utilizando válvulas reductoras de presión.

Para luego evaluar las estadísticas de diagrama de presión con y sin válvulas reductoras de presión, luego hacer el respectivo procesamiento de cálculos hidráulicos del sistema actual para lo cual se hizo con datos de levantamiento topográfico del proyecto actual y recopilación de información actual del proyecto, luego analizaremos el diagrama presiones del proyecto ya incluido con válvulas reductoras de presión, por ultimo haremos el análisis estadístico

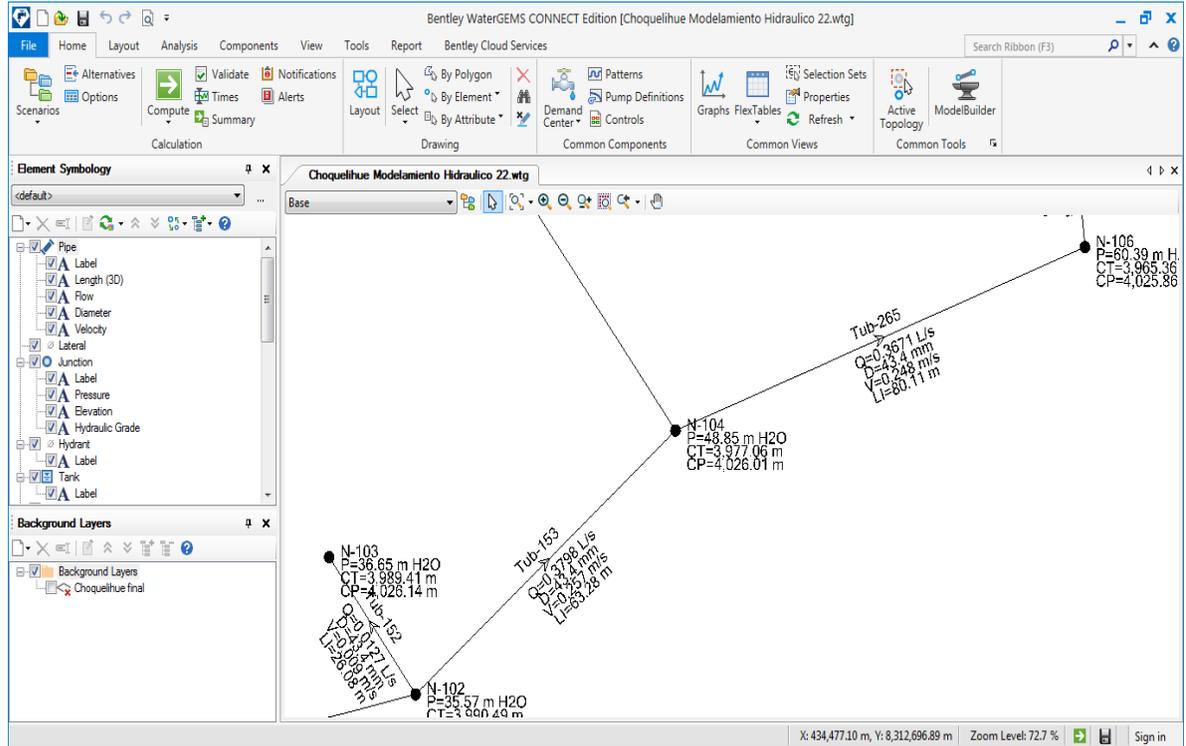
de diagrama de presiones con y sin válvulas reductoras de presión, Ver anexo N°08.

**FIGURA N° 21.** Configuración de unidades.



**FUENTE:** Elaborado por los autores. (2021).

**FIGURA N° 22.** Modelamiento Hidráulico



**FUENTE:** Elaborado por los autores. (2021).

### 3.7 Aspectos éticos

Para nuestro proyecto de investigación los trabajos se hizo de acuerdo a la necesidad para poder evaluar el sistema actual de la Localidad de la zona de estudio lo cual se hizo encuestas a algunos de los pobladores de la zona, sobre la situación actual del sistema a evaluar para luego validarlo a las preguntas formuladas.

#### IV. RESULTADOS

Como resultado de los objetivos planteados se presenta lo siguiente.

Para el resultado del objetivo general: **(Realizar el mejoramiento de operatividad del sistema de agua potable, para su funcionamiento óptimo utilizando válvulas reductoras de presión - Choquelihue – Puno, 2021)**

Se realizó el mejoramiento de operatividad del sistema para su funcionamiento óptimo de presiones incluyendo a la red de distribución válvulas reductoras de presión (PRV), del sistema N°01 y sistema N°02, validos anexo 17, para lo cual se obtuvo lo siguiente:

**Sistema N°01 Sector Misinicuyo** población actual es de 172 Hab y población futura 212 Hab, número de viviendas 31, caudal promedio de aforo de la captación 0.40 lt/seg., caudal de diseño para la red de conducción es de  $Q_{md} = 0.260$  lt/seg, caudal de diseño para la red de distribución es de  $Q_{mh} = 0.39$  lt/seg. Caudal unitario  $Q_u = 0.0127$ , 1 und captación de ladera, Longitud de línea de conducción  $L=241.87$ m,  $\varnothing=2$  1/2", Longitud línea de aducción  $L=125.61$ m,  $\varnothing=2$  1/2", Longitud línea de distribución  $L=2,095.73$ m,  $\varnothing=2$  1/2", válvula de purga = 2 und, válvula de aire = 1 und, válvula de control = 2 und, válvula reductora de presión = 1 und.

De análisis de resultado se tiene el mejoramiento de operatividad del funcionamiento óptimo de presiones según establecido para clase de tubería de C-10, que su presión máxima de trabajo es 70.00 m, para lo cual para su funcionamiento adecuado de presiones se ha incorporado al sistema de red de distribución actual 1 unidad de válvula reductora de presión lo cual se obtuvo las presiones adecuadas que no superan a la presión máxima de trabajo tubería de clase 10 del proyecto actual se tiene:

Rangos de presiones del Sistema N°01, se tiene en los nudos -102, 104, 106, 107, 110, 112, 113, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 137, 140, 142, 103, 105, 108, 109, 111, 188, 190, 189, 115, 114, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 136, 138, 139, 141, tienen una presión mínima de 7.17 m, y una presión máxima de 48.85 m.

**Sistema N°02 Sector Uñanipata** población actual es de 112 Hab y población futura 138 Hab, número de viviendas 30, caudal promedio de aforo de la captación 0.30 lt/seg., caudal de diseño para la red de conducción es de  $Q_{md} = 0.166$  lt/seg, caudal de diseño para la red de distribución es de  $Q_{mh} = 0.26$  lt/seg. Caudal unitario  $Q_u = 0.0085$ , 1 und captación de ladera, Longitud línea de conducción  $L=428.79$ m,  $\varnothing=2$  1/2", Longitud línea de aducción  $L=28.27$ m,  $\varnothing=2$  1/2", Longitud línea de distribución  $L=4,742.01$ m,  $\varnothing=2$  1/2", válvula de purga = 6 und, válvula de aire = 2 und, válvula de control = 4 und, válvula reductora de presión = 1 und, cámara rompe presión 1 und.

De análisis de resultado se tiene el mejoramiento de operatividad del funcionamiento óptimo de presiones según establecido para clase de tubería de C-10, que su presión máxima de trabajo es 70.00 m, para lo cual para su funcionamiento adecuado de presiones se ha incorporado al sistema de red de distribución actual válvulas reductoras de presión lo cual se obtuvo las presiones adecuadas que no superan a la presión máxima de trabajo tubería de clase 10 del proyecto actual se tiene:

Rangos de presiones del Sistema N°02, se tiene: nudo -145, 147, 177, 181, 183, 185, 186, 146, 178, 180, 179, 182, 184, 187, 145, 147, 148, 149, 150, 153, 156, 158, 160, 162, 164, 165, 169, 171, 151, 152, 154, 155, 157, 159, 161, 163, 170, 166, 167, 168, 172, 174, 176, 173, 175, tienen presión mínima de 7.19 m y una presión máxima de 68.47 m.

En los planos definitivos tanto del sistema N° 1 como del sistema N° 2 se incluye la instalación de las válvulas reductoras de presión así como se muestra en los siguientes anexos. Ver anexo N°9, anexo N°10 y anexo N°11. Esto con el propósito de tener una mejor visualización de los sistemas.

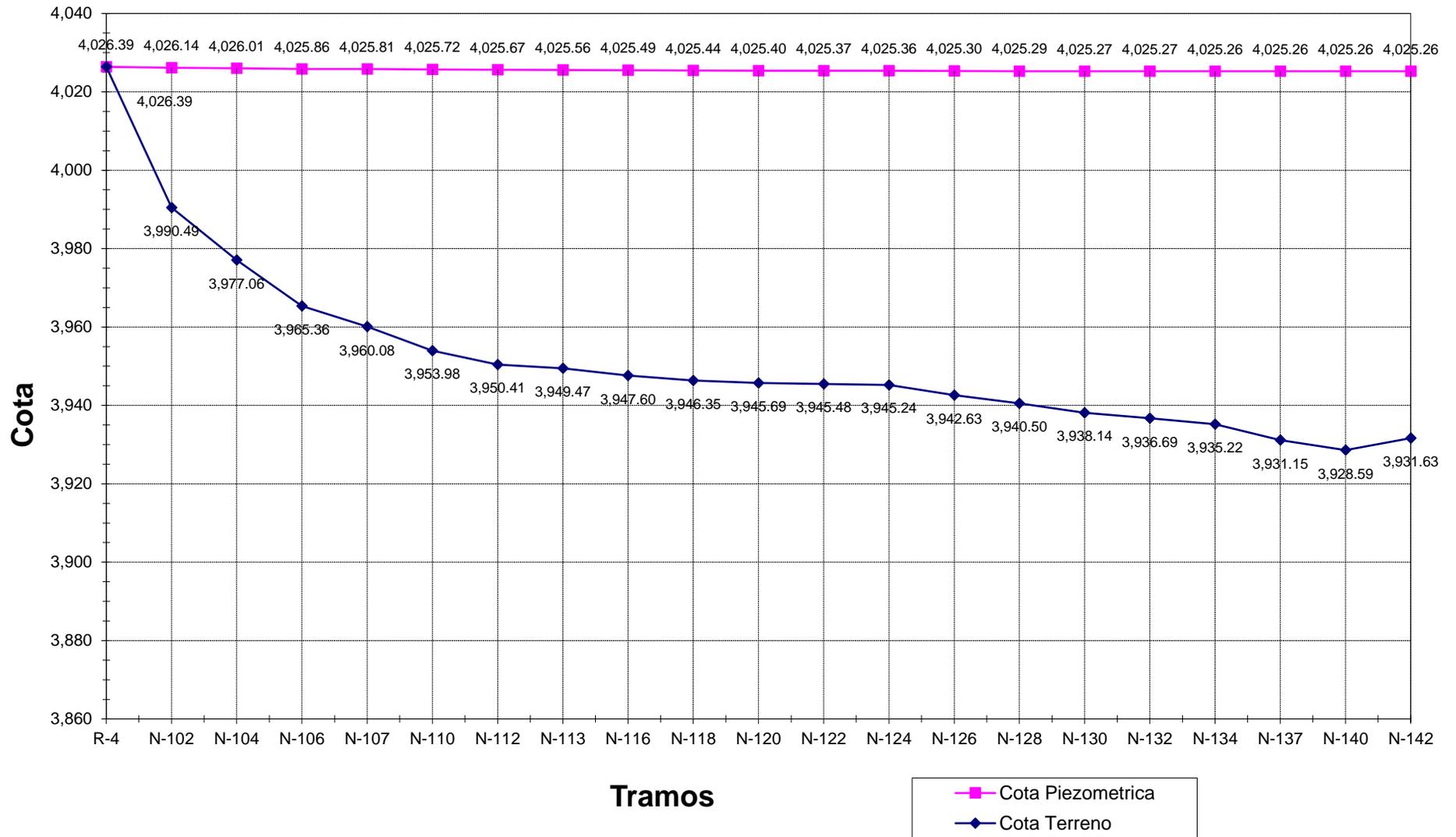
Como resultado del objetivo específico 1. OE-1 **(Analizar el diagrama de presiones del sistema de abastecimiento de agua potable actual.)**

Se analizaron los diagramas de presión del sistema actual del **Sistema N°01** se tiene los siguientes rangos de presiones mínimos y máximos, se ha obtenido la presión generada en cada Nudo del sistema, con el modelamiento hidráulico de WaterGems.

Del nudo 102, 106, 107, 103, 105, 108, 109, 190, tienen una presión de mínima de 35.57 m – presión máxima de 68.41 m.

Del nudo 110, 112, 113, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 137, 140, 142, 111, 188, 189, 115, 114, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 136, 138, 139, 141, tienen una presión mínima de 71.48 m y una presión máxima de 97.95 m. Ver en el anexo N° 12.

**GRÁFICO N° 1: Perfil de Diagrama de presiones – Red principal de Proyecto actual Sistema N°01**



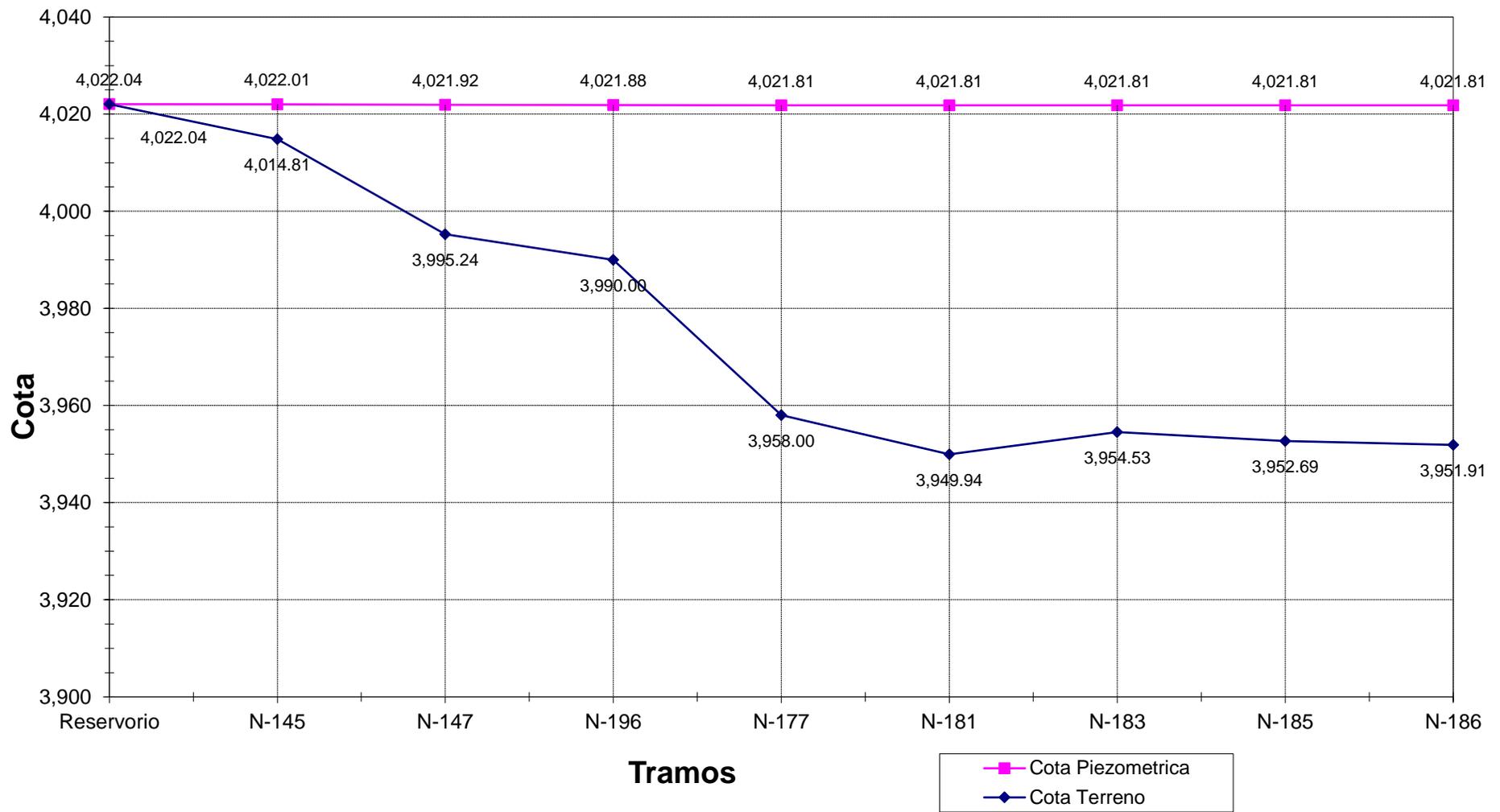
Fuente: Elaboración Propia

Se analizaron los diagramas de presión del **Sistema N°02**, actual se tiene los siguientes rangos de presiones mínimos y máximos, se ha obtenido la presión generada en cada Nudo del sistema de abastecimiento con el modelamiento hidráulico de WaterGems.

Del nudo 145, 147, 196, 177, 181, 183, 185, 186, 146, 148, 149, 150, 153, 156, 158, 160, 162, 164, 165, 169, 171, 151, 152, 154, 155, 157, 159, 161, 163, 170, 166, 167, 168, 172, 174, 176, 173, 175, tienen una presión mínima de 7.19 m y una presión máxima de 71.72 m.

Del nudo 178, 180, 179, 182, 184, 187, tienen una presión mínima de 76.78 m y una presión máxima de 112.71 m, Ver anexo N° 13.

**GRÁFICO N° 2:** Perfil de Diagrama de presiones – Red principal de Proyecto actual Sistema N°02



Fuente: Elaboración Propia

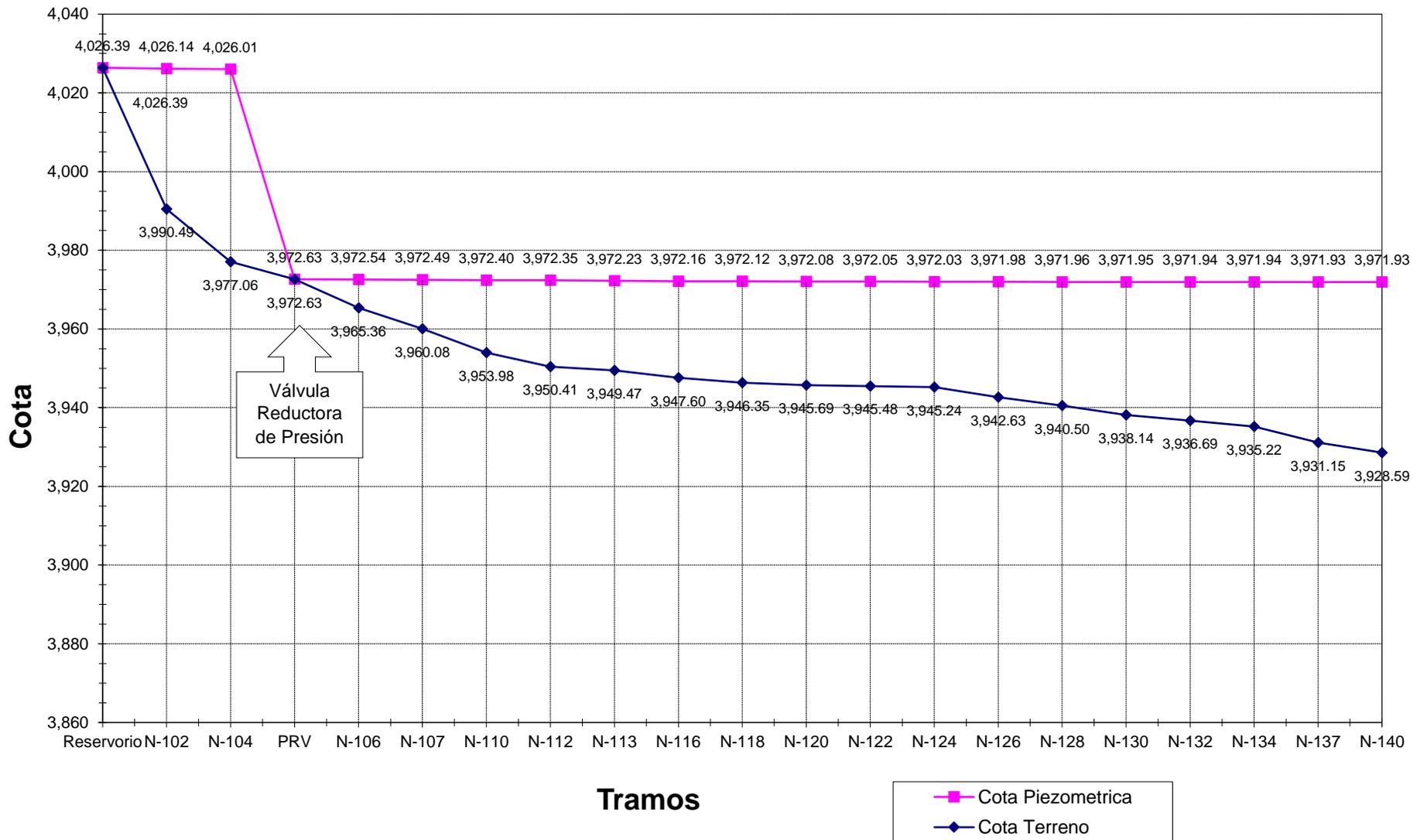
A continuación detallo los resultados del objetivo específico 2. OE-2 (**Mejorar el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable con la utilización de válvulas reductoras de presión**).

Se mejoró el funcionamiento del **Sistema N°01** actual, con la incorporación de válvulas reductoras de presión en la red de distribución, se tiene los siguientes rangos de presiones máximos y mínimos:

En los nudos 102, 104, 106, 107, 110, 112, 113, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 137, 140, 142, 103, 105, 108, 109, 111, 188, 190, 189, 115, 114, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 136, 138, 139, 141, tienen una presión mínima de 7.17 m y una presión máxima de 57.87 m.

Para analizar el diagrama presiones con válvula reductora de presión del sistema N°01, se ha obtenido la presión generada en cada Nudo del sistema con el modelamiento hidráulico de WaterGems, Ver anexo N° 14.

**GRÁFICO N°3:** Perfil de diagrama de presiones – Red principal con válvula reductora de presión (PRV) Sistema N°01



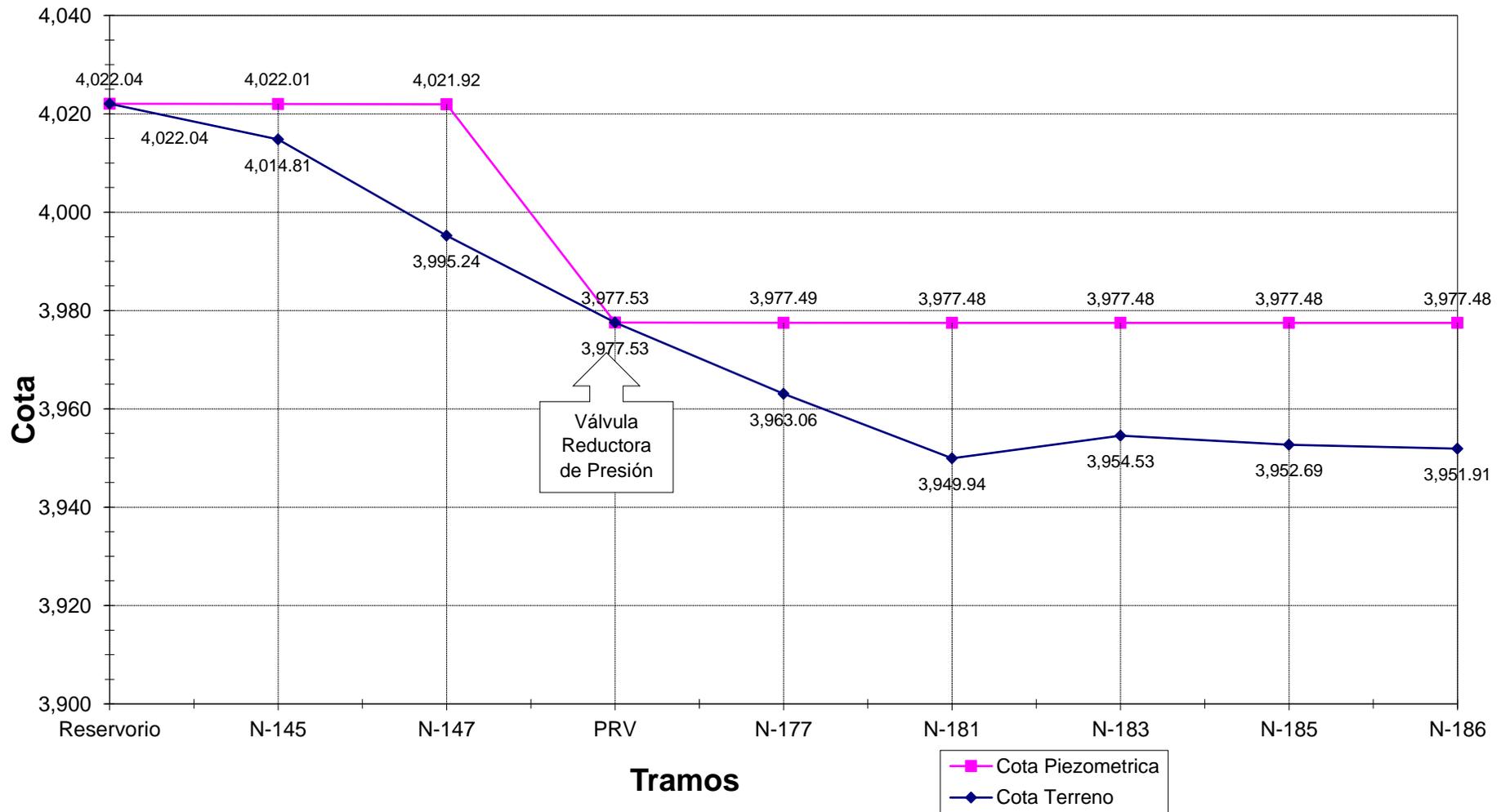
Fuente: Elaboración Propia

Se mejoró el funcionamiento del **Sistema N°02** actual, con la incorporación de válvulas reductoras de presión en la red de distribución, se tiene los siguientes rangos de presiones máximos y mínimos:

En los nudos 145, 147, 177, 181, 183, 185, 186, 146, 178, 180, 179, 182, 184, 187, 145, 147, 148, 149, 150, 153, 156, 158, 160, 162, 164, 165, 169, 171, 151, 152, 154, 155, 157, 159, 161, 163, 170, 166, 167, 168, 172, 174, 176, 173, 175, tiene una presión mínima de 7.19 m y una presión máxima de 68.47 m.

Para analizar el diagrama presiones con válvula reductora de presión del sistema N°02, se ha obtenido la presión generada en cada Nudo del sistema, con el modelamiento hidráulico de WaterGems, Ver anexo N° 15.

**GRÁFICO N° 4:** Perfil de diagrama de presiones – Red principal con válvula reductora de presión (PRV) Sistema N°02



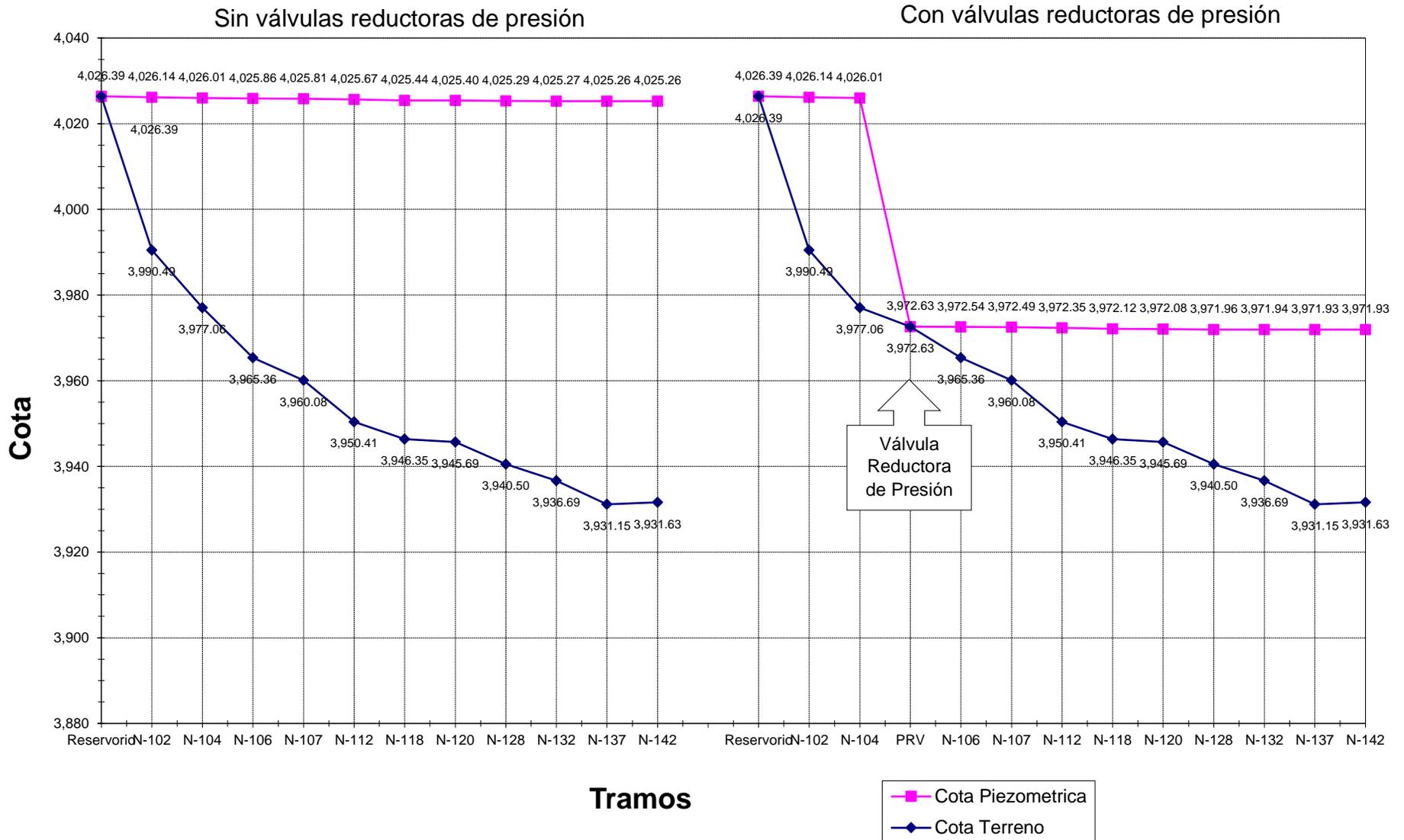
**Fuente:** Elaboración Propia

Finalmente presento los resultados del objetivo específico 3. OE-3 (**comparar las estadísticas de diagrama de presión con y sin válvulas reductoras de presión**)

Se ha evaluado las estadísticas del sistema actual, **sin** las válvulas de reductora de presión del **Sistema N°01**, se tuvo los siguientes rangos de presiones máximos y mínimos de los nudos 102, 104, 106, 107, 103, 105, 108, 109, 190, tienen una presión de mínima de 35.57 m – presión máxima de 68.41 m, y en los nudos 110, 112, 113, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 137, 140, 142, 111, 188, 189, 115, 114, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 136, 138, 139, 141, tienen una presión de mínima de 70.87 m – presión máxima de 97.95 m.

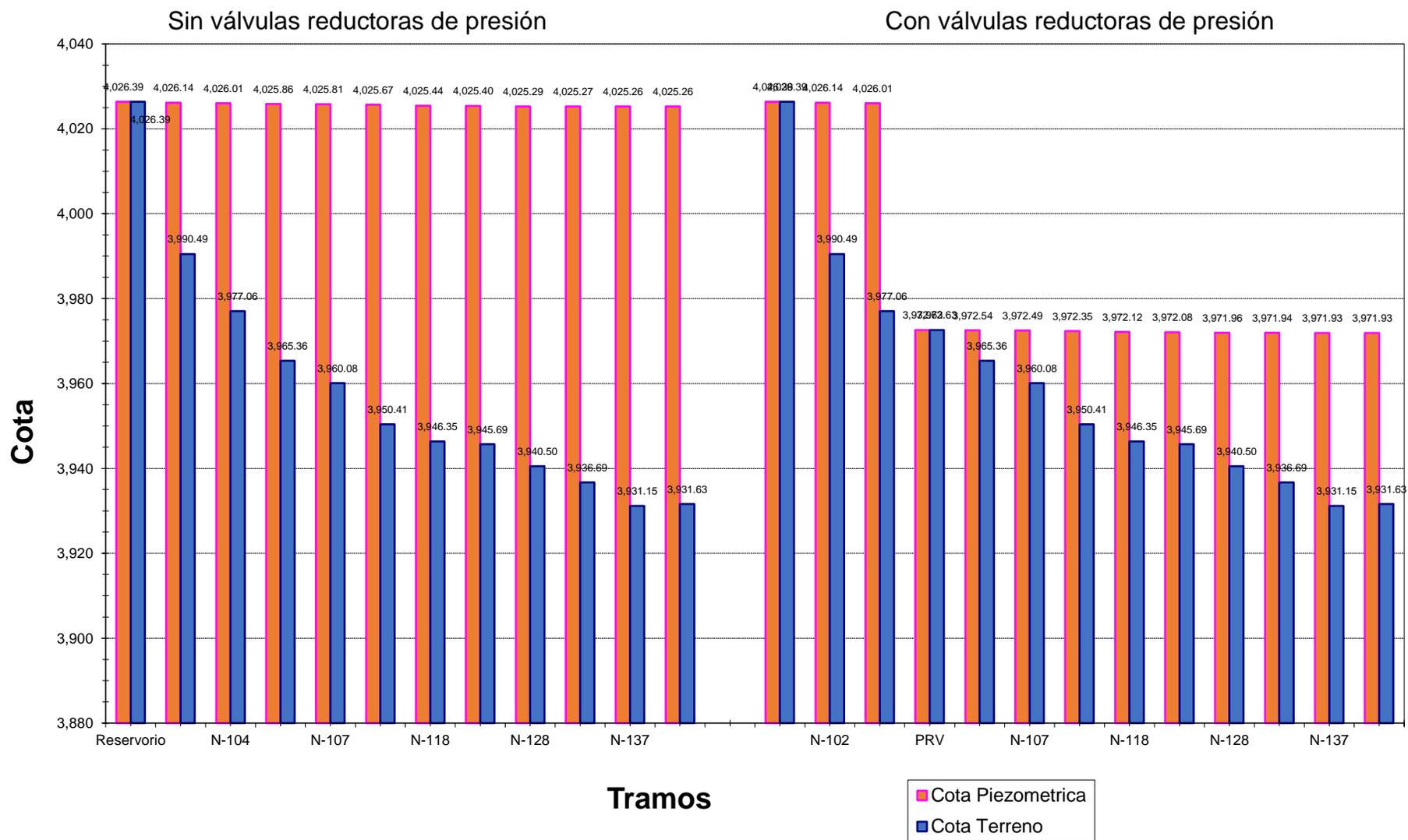
De la misma forma se ha evaluado las estadísticas de diagrama de presiones del sistema actual **con** la incorporación de las válvulas de reductora de presión del **Sistema N°01**, se tuvo los siguientes rangos de presiones máximos y mínimos, de los nudos 102, 104, 106, 107, 110, 112, 113, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 137, 140, 142, 103, 105, 108, 109, 111, 188, 190, 189, 115, 114, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 136, 138, 139, 141, tienen una presión mínima de 7.17 m – presión máxima de 57.87 m.

**GRÁFICO N° 5: Diagrama de presiones con y sin válvulas reductoras de presión del sistema N°01**



Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICO N° 6:** Análisis estadístico de diagrama de presiones con y sin válvulas reductoras de presión del sistema N°01

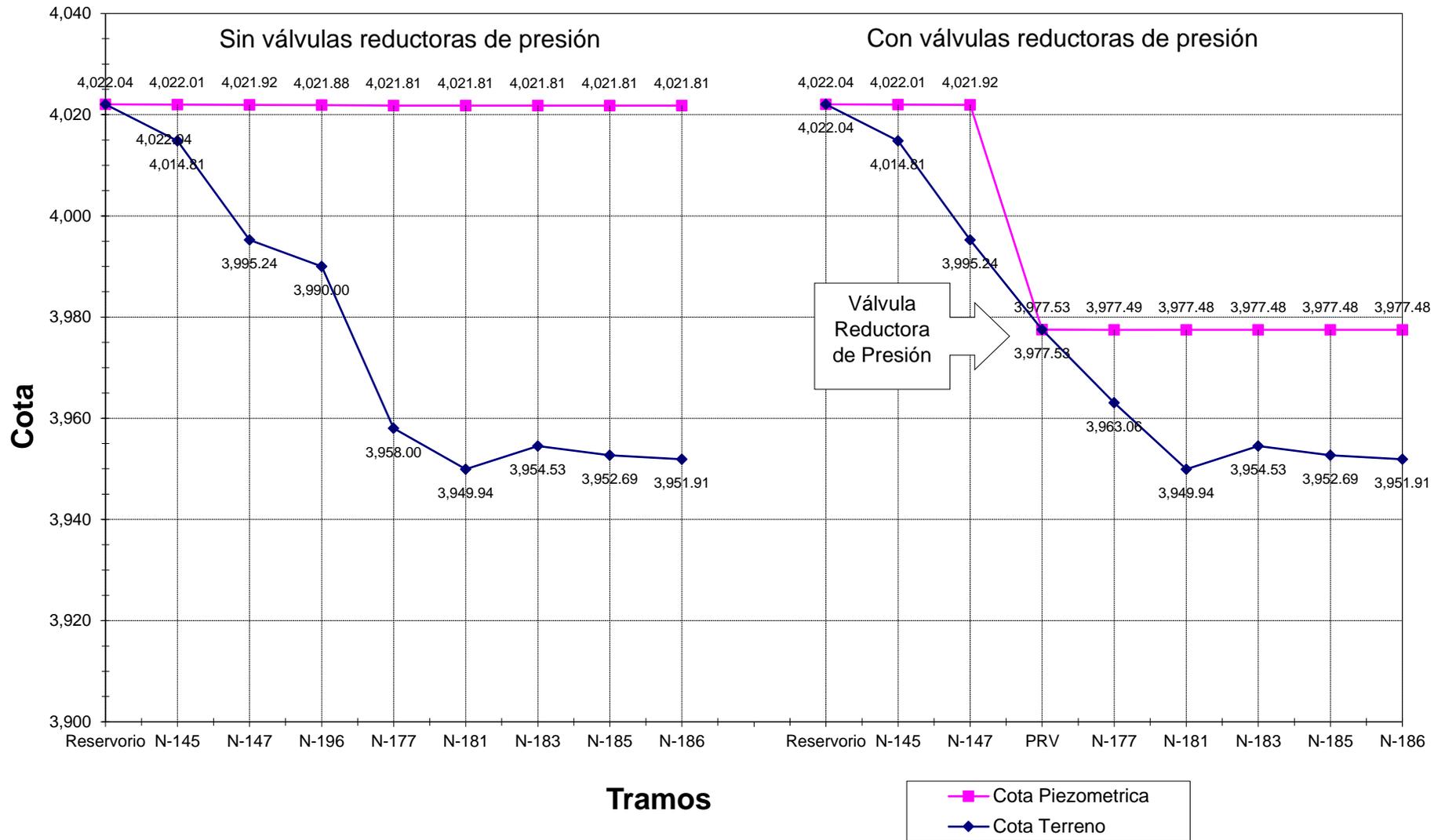


Fuente: Elaboración Propia

Se ha evaluado las estadísticas del sistema actual **sin** las válvulas de reductora de presión del **Sistema N°02**, se tiene los siguientes rangos de presiones máximos y mínimos de los nudos 145, 147, 196, 177, 181, 183, 185, 186, 146, 148, 149, 150, 153, 156, 158, 160, 162, 164, 165, 169, 171, 151, 152, 154, 155, 157, 159, 161, 163, 170, 166, 167, 168, 172, 174, 176, 173, 175, tienen una presión mínima de 7.19 m y una presión máxima de 71.72 m y los nudos 178, 180, 179, 182, 184, 187, tienen una presión mínima de 76.78 m y una presión máxima de 112.71 m.

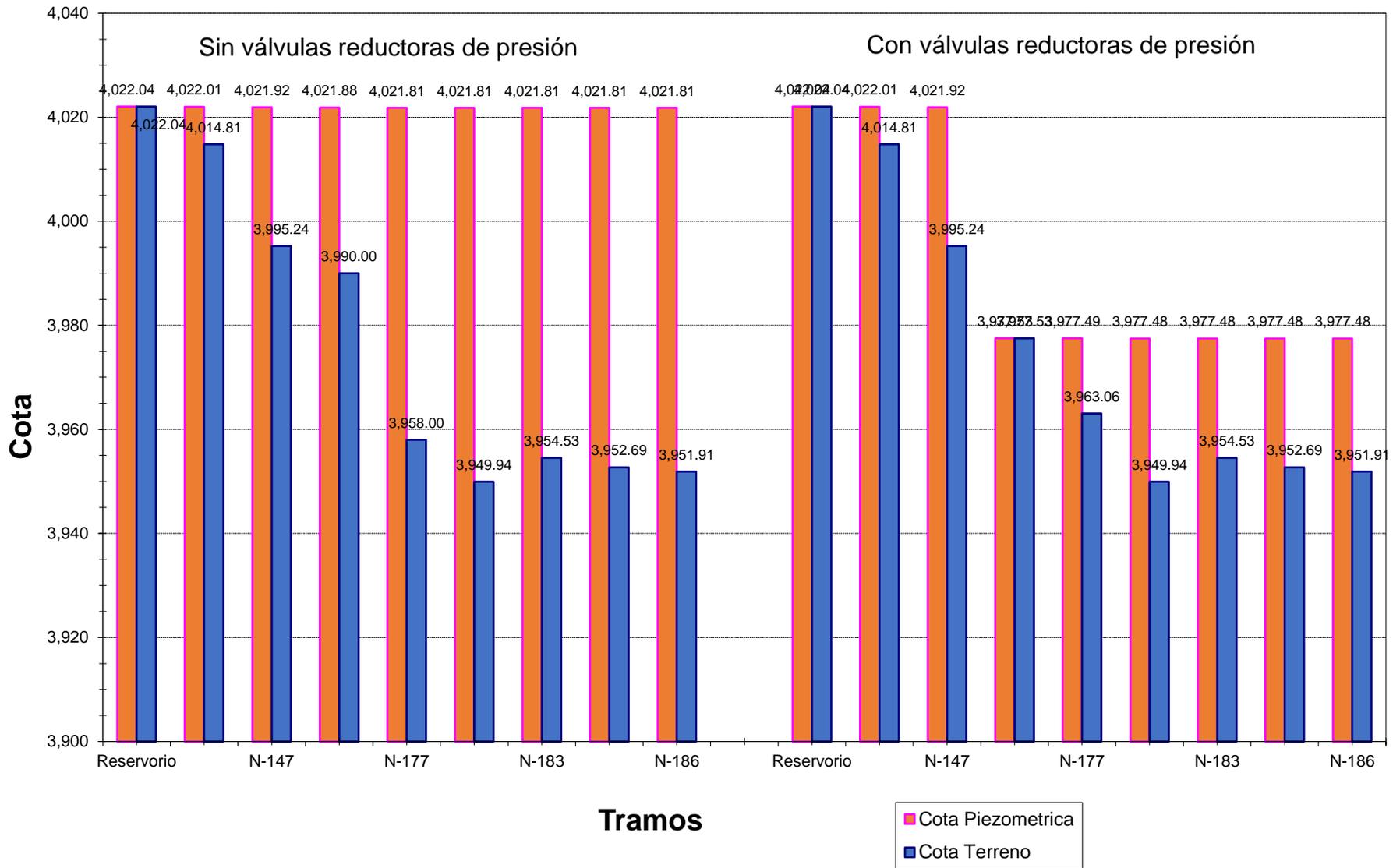
De igual forma se ha evaluado las estadísticas de diagrama de presiones del sistema actual **con** las válvulas de reductora de presión del **Sistema N°02**, se tiene los siguientes rangos de presiones máximos y mínimos de los nudos 145, 147, 177, 181, 183, 185, 186, 146, 178, 180, 179, 182, 184, 187, 145, 147, 148, 149, 150, 153, 156, 158, 160, 162, 164, 165, 169, 171, 151, 152, 154, 155, 157, 159, 161, 163, 170, 166, 167, 168, 172, 174, 176, 173, 175, tienen una presión mínima de 7.19 m, y una presión máxima de 68.47 m.

**GRÁFICO N° 7:** Diagrama de presiones con y sin válvulas reductoras de presión del sistema N°02



Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICO N° 8:** Análisis estadístico de diagrama de presiones con y sin válvulas reductoras de presión del sistema N°02



Fuente: Elaboración Propia

## V. DISCUSIÓN

Con respecto al **objetivo general** el cual es denominado como; Mejoramiento de operatividad del sistema de agua potable, para su funcionamiento óptimo utilizando válvulas reductoras de presión - Choquelihue – Puno, 2021.

Los resultados reflejaron a nivel general que realizando la instalación de válvulas reductoras de presión en el sistema de abastecimiento de agua potable, las presiones obtenidas en su mayoría son más adecuadas lo cual genera un mejor suministro de agua a la población, tanto en las partes altas como también en las partes bajas de la localidad de Choquelihue. Esto quiere decir que al incluir válvulas reductoras de presión mejora considerablemente el sistema.

Estos resultados son respaldados por Alfaro Tolentino, J. y Rodríguez Polo, O. (2019) quienes como resultado obtuvieron; un diseño del sistema suministro de agua potable óptimo, en vista que uno de los componentes que agregaron a su diseño fue; la aplicación de 2 cámaras rompe presiones con los que se lograron presiones adecuadas para dicho sistema. Analizando estos resultados podemos ver que al aplicar estos componentes reductores de presión se obtienen presiones adecuadas dentro de un sistema el cual se encarga de abastecer el líquido elemental apto par el consumo humano, esto siempre dependiendo de la topografía donde se encuentre el sistema.

Con respecto al **primer objetivo específico** el cual es Analizar el diagrama de presiones del sistema de abastecimiento de agua potable actual.

Los resultados reflejaron que al realizar el análisis de presiones del sistema se pudo identificar; que tanto en el sistema N° 1 como en el N° 2 existen presiones inadecuadas lo cual significa que en algunos nudos la presión máxima de trabajo no está dentro de los parámetros que corresponde a la clase de tubería instalada lo cual genera un funcionamiento deficiente del sistema generando así el malestar de los pobladores de la localidad de Choquelihue. Esto tiene relación con la Norma Técnica de Diseño “Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (2018)” en donde indica claramente los diámetros adecuados de las tuberías según

la ubicación de estas, por lo tanto de hacer caso omiso a esa información generalmente habrá problemas como en este caso de la localidad de Choquelihue. De igual forma estos resultados son similares a los encontrados por Villacis Coraquilla k.(2018) en su tesis denominado Evaluación de la Línea de Conducción del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Cantón Rumiñahui, quien indica que se realizaron recorridos in situ. En donde se hicieron análisis descriptivos como también inspecciones visuales identificando las características de funcionamiento como también el mantenimiento de los elementos que conforman la línea de conducción encontrando fallas en el sistema y en función a esa información como resultado se optó por realizar un plan preventivo y correctivo con el propósito de mejorar las condiciones del sistema. Analizando estos resultados podemos ver que es de mucha importancia desarrollar el análisis del sistema encargado del suministro de agua potable esto con el fin de identificar las fallas los cuales generan deficiencias en el funcionamiento del sistema esto con el propósito de proponer una posible solución el cual sea eficiente

Con respecto al **segundo objetivo específico** el cual es; Mejorar el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable con la utilización de válvulas reductoras de presión.

Como resultado obtenido en cuanto a la realización de un nuevo diseño el cual mejore el funcionamiento del sistema, una vez identificados las fallas se realizó el nuevo diseño haciendo los cálculos correspondientes tanto en el sistema N°1 como en el sistema N° 2 realizando posteriormente el modelado utilizando el software waterGEMS en donde se ve la mejora del trabajo del sistema de suministro de agua en cuanto a la distribución de caudal y presión generada en cada nudo, utilizando válvula reductora de presión.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Alfaro J. y Rodríguez O. (2019) en su tesis denominado Propuesta De Diseño De Un Sistema De Agua Potable Y Alcantarillado Sanitario Para El Caserío El Progreso, Aplicando Fórmulas Matemáticas Y El Uso Del Software Watergems Y Sewergems quienes refieren que los resultados obtenidos en cuanto al diseño fueron satisfactorio, por lo que gracias

al software watergems que se utilizó para el diseño hidráulico, línea de conducción y aducción como también la red encargada de la distribución; Se pudo visualizar el sistema de agua potable en general. Analizando estos resultados podemos ver que es de mucha importancia realizar un nuevo diseño con las mejoras correspondientes para luego modelarlo con un software el cual nos ayude con la visualización de todos los componentes involucrados en el sistema, como también las falla y así poder solucionarlos antes de la ejecución del proyecto.

Y con respecto al **tercer objetivo específico** el cual es; comparar las estadísticas de diagrama de presión con y sin válvulas reductoras de presión. Como resultado obtenido en cuanto a la comparación de ambos casos se pudo observar claramente que existe una diferencia en cuanto a los nodos en caso del sistema N°1 sin la válvula reductora de presión se tiene una presión máxima de 97.95 mca. pero cuando se inserto la válvula reductora de presión se logro disminuir a una presión máxima de 57.87 mca, y con respecto al sistema N°2 sin válvula se tiene una presión máxima de 112.71 mca, sin embargo cuando se inserto la válvula reductora de presión se logra apreciar que la presión máxima es de 68.47 mca.

Estos resultados obtenidos tienen relación a los obtenidos por Fernández L.J. y Huertas E.Z. (2016) en "Implementación y Manejo de las válvulas reductoras de presión con control dinámico, en redes de distribución" quienes refieren que al realizar las mediciones de presiones antes del ingreso a la válvula y después del ingreso a la válvula reductora de presión, claramente se nota una diferencia como se muestra en el anexo N°13, Analizando estos resultados podemos resaltar que como se tratan de distintos lugares los resultados varían ya que cada sistema de agua potable tienen sus propios datos en cuanto a presiones mínimas y máximas.

## VI. CONCLUSIONES

Con respecto al **objetivo general** Se realizó el mejoramiento de operatividad del sistema de agua potable, para su funcionamiento óptimo utilizando válvulas reductoras de presión - Choquelihue – Puno, 2021.

En conclusión con la utilización de válvula reductora de presión (PRV), del **sistema N°01**, se obtuvo las siguientes presiones en los nudos: 102, 104, 106, 107, 110, 112, 113, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 137, 140, 142, 103, 105, 108, 109, 111, 188, 190, 189, 115, 114, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 136, 138, 139, 141, tienen una presión mínima de **7.17 m** y una presión máxima de 44.73 m, y en el **sistema N°02**, se obtuvo las siguientes presiones en los nudos: 145, 147, 177, 181, 183, 185, 186, 146, 178, 180, 179, 182, 184, 187, 145, 147, 148, 149, 150, 153, 156, 158, 160, 162, 164, 165, 169, 171, 151, 152, 154, 155, 157, 159, 161, 163, 170, 166, 167, 168, 172, 174, 176, 173, 175, tienen una presión mínima de 7.19 m y una presión máxima de 68.47 m, lo cual en los sistemas tiene un mejoramiento de operatividad de funcionamiento en cuanto a la distribución de caudales y presiones en los puntos de entrega de cada vivienda.

Con respecto al **objetivo específico número 1**. Se analizó el diagrama de presiones del sistema actual.

En conclusión del análisis de resultado de diagrama de presiones del **Sistema N°01**, en los nudos 102, 104, 107, 103, 105, 108, 109, 190, se tiene una presión mínima de 35.57 m y presión máxima de 68.41 m, lo cual significa que en dichos nudos la presión máxima de trabajo está dentro de los parámetros que corresponde a la clase de tubería instalada de C-10 del proyecto actual de sistema de agua potable y en los nudos 110, 112, 113, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 137, 140, 142, 111, 188, 189, 115, 114, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 136, 138, 139, 141, tienen una presión mínima de 70.87 m y presión máxima de 97.95 m, lo cual significa que en dichos nudos la presión máxima de trabajo no está dentro de los parámetros

que corresponde la clase de tubería instalada de C-10 del proyecto actual, y en el **Sistema N°02** los nudos 145, 147, 196, 177, 181, 183, 185, 186, 146, 145, 147, 148, 149, 150, 153, 156, 158, 160, 162, 164, 165, 169, 171, 151, 152, 154, 155, 157, 159, 161, 163, 170, 166, 167, 168, 172, 174, 176, 173, 175, tienen una presión mínima de 7.19 m y presión máxima de 69.76 m, lo cual significa que en dichos nudos la presión máxima de trabajo está dentro de los parámetros que corresponde la clase de tubería instalada de C-10 del proyecto actual de sistema y en los nudos 178, 180, 179, 182, 184, 187, tienen una presión mínima de 76.78 m, y presión máxima de 112.71 m, lo cual significa que en dichos nudos la presión máxima de trabajo no está dentro de los parámetros que corresponde la clase de tubería instalada de C-10 del proyecto actual de sistema.

Con respecto al **objetivo específico número 2**. Se mejoró el funcionamiento del sistema con la utilización de válvulas reductoras de presión.

En conclusión del análisis de resultado de diagrama de presiones del **Sistema N°01** actual, con la incorporación de válvulas reductoras de presión en la red de distribución, se tiene en los nudos 102, 104, 106, 107, 110, 112, 113, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 137, 140, 142, 103, 105, 108, 109, 111, 188, 190, 189, 115, 114, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 136, 138, 139, 141, tienen una presión mínima de 7.17 m y una presión máxima de 57.87 m, y en el **Sistema N°02**, con la incorporación de válvulas reductoras de presión en la red de distribución, se tiene en los nudos 145, 147, 177, 181, 183, 185, 186, 146, 178, 180, 179, 182, 184, 187, 145, 147, 148, 149, 150, 153, 156, 158, 160, 162, 164, 165, 169, 171, 151, 152, 154, 155, 157, 159, 161, 163, 170, 166, 167, 168, 172, 174, 176, 173, 175, tienen una presión mínima de 7.19 m y una presión máxima de 68.47 m, lo cual significa que en dichos nudos la presión máxima de trabajo está dentro de los parámetros que corresponde la clase de tubería instalada de C-10 del proyecto actual de sistema de agua potable, por lo que se mejora el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable en cuanto a la distribución de caudal y presión generada en cada nudo, utilizando válvula reductora de presión.

Con respecto al **objetivo específico número 3**. Se comparó las estadísticas de diagrama de presión con y sin válvulas reductoras de presión.

En conclusión del análisis de resultado de estadística de diagrama de presiones del sistema actual **sin** las válvulas de reductora de presión del **Sistema N°01**, se tiene en los nudos 102, 104, 106, 107, 103, 105, 108, 109, 190, tienen una presión de mínima de 35.57 m y una presión máxima de 68.41 m, y en los nudos 110, 112, 113, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 137, 140, 142, 111, 188, 189, 115, 114, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 136, 138, 139, 141, tienen una presión de mínima de 70.87 m y una presión máxima de 97.95 m y **con** la incorporación de válvula reductora de presión en el **Sistema N°01** se tiene en los nudos 102, 104, 106, 107, 110, 112, 113, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 137, 140, 142, 103, 105, 108, 109, 111, 188, 190, 189, 115, 114, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 136, 138, 139, 141, una presión mínima de 7.17 m y una presión máxima de 57.87 m, y en el **Sistema N°02** actual **sin** la válvula reductora de presión se tiene en los nudos 145, 147, 196, 177, 181, 185, 186, 146, 148, 149, 150, 153, 156, 158, 160, 162, 162, 165, 169, 171, 151, 152, 154, 155, 157, 159, 161, 163, 170, 166, 167, 168, 172, 174, 176, 173, 175, una presión mínima de 7.19 m, y una presión máxima de 71.72 m, y en los nudos N-178, N-180, N-179, N-182, N-184, N-187, una presión mínima de 76.78 m, y una presión máxima de 112.71 m, y **con** las válvulas de reductora de presión en el **Sistema N°02**, se tiene en los nudos 145, 147, 177, 181, 183, 185, 186, 146, 178, 180, 179, 182, 184, 187, 145, 147, 148, 149, 150, 153, 156, 158, 160, 162, 164, 165, 169, 171, 151, 152, 154, 155, 157, 159, 161, 163, 170, 166, 167, 168, 172, 174, 176, 173, 175, una presión mínima de 7.19 m, y una presión máxima de 68.47 m.

## VII. RECOMENDACIONES

**De la conclusión 1:** se recomienda como solución la utilización de válvula reductora de presión (PRV), del **sistema N°01**, ya que se obtuvo en los nudos: 102, 104, 106, 107, 110, 112, 113, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 137, 140, 142, 103, 105, 108, 109, 111, 188, 190, 189, 115, 114, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 136, 138, 139, 141, tienen una presión mínima de 7.17 m y una presión máxima de 44.73 m, y en el **sistema N°02**, se obtuvo las siguientes presiones en los nudos: 145, 147, 177, 181, 183, 185, 186, 146, 178, 180, 179, 182, 184, 187, 145, 147, 148, 149, 150, 153, 156, 158, 160, 162, 164, 165, 169, 171, 151, 152, 154, 155, 157, 159, 161, 163, 170, 166, 167, 168, 172, 174, 176, 173, 175, tienen una presión mínima de 7.19 m, y una presión máxima de 68.47 m, lo cual en los sistemas tienen un mejoramiento de operatividad de funcionamiento en cuanto a la distribución de caudales y presiones en los puntos de entrega de cada vivienda y red.

**De la conclusión 2:** se recomienda realizar el análisis de diagrama de presiones del **Sistema N°01** en los nudos 102, 104, 107, 103, 105, 108, 109, 190, tienen una presión mínima de 35.57 m, y presión máxima de 68.41 m, lo cual significa que en dichos nudos la presión máxima de trabajo **está** dentro de los parámetros que corresponde a la clase de tubería instalada de C-10 del proyecto actual de sistema y en los nudos 110, 112, 113, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 137, 140, 142, 111, 188, 189, 115, 114, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 136, 138, 139, 141, tienen una presión mínima de 70.87 m, y presión máxima de 97.95 m, lo cual significa que en dichos nudos la presión máxima de trabajo **no está** dentro de los parámetros que corresponde la clase de tubería instalada de C-10 del proyecto actual de sistema, y en el **Sistema N°02** los nudos 145, 147, 196, 177, 181, 183, 185, 186, 146, 145, 147, 148, 149, 150, 153, 156, 158, 160, 162, 164, 165, 169, 171, 151, 152, 154, 155, 157, 159, 161, 163, 170, 166, 167, 168, 172, 174, 176, 173, 175, tienen una presión mínima de 7.19 m, y presión máxima de 69.76 m, lo cual significa que en dichos nudos la presión máxima de trabajo **está** dentro de los parámetros que corresponde la

clase de tubería instalada de C-10 del proyecto actual de sistema de agua potable y en los nudos 178, 180, 179, 182, 184, 187, tienen una presión mínima de 76.78 m, y presión máxima de 112.71 m, lo cual significa que en dichos nudos la presión máxima de trabajo no está dentro de los parámetros que corresponde la clase de tubería instalada de C-10 del proyecto actual de sistema.

**De la conclusión 3:** se recomienda como solución del **Sistema de agua potable N°01**, la incorporación de válvula reductora de presión se tiene en los nudos 102, 104, 106, 107, 110, 112, 113, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 137, 140, 142, 103, 105, 108, 109, 111, 188, 190, 189, 115, 114, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 136, 138, 139, 141, tienen una presión mínima de 7.17 m, y una presión máxima de 57.87 m, y en el **Sistema N°02**, con la incorporación de válvulas reductoras de presión en la red de distribución, se tiene en los nudos 145, 147, 177, 181, 183, 185, 186, 146, 178, 180, 179, 182, 184, 187, 145, 147, 148, 149, 150, 153, 156, 158, 160, 162, 164, 165, 169, 171, 151, 152, 154, 155, 157, 159, 161, 163, 170, 166, 167, 168, 172, 174, 176, 173, 175, tienen una presión mínima de 7.19 m, y una presión máxima de 68.47 m, lo cual significa que en dichos nudos la presión máxima de trabajo está dentro de los parámetros que corresponde la clase de tubería instalada de C-10 del proyecto actual de sistema, por lo que se mejora el funcionamiento del sistema, en cuanto a la distribución de caudal y presión generada en cada nudo, utilizando válvula reductora de presión.

**De la conclusión 4:** se recomienda realizar el análisis de estadística de diagrama de presiones del sistema actual **sin** las válvula reductora de presión del **Sistema N°01**, lo cual se tiene en los nudos 102, 104, 106, 107, 103, 105, 108, 109, 190, tienen una presión de mínima de 35.57 m, y una presión máxima de 68.41 m, y en los nudos 110, 112, 113, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 137, 140, 142, 111, 188, 189, 115, 114, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 136, 138, 139, 141, tienen una presión de mínima de 70.87 m, y una presión máxima de 97.95 m, y **con** la

incorporación de válvula reductora de presión en el **Sistema N°01** se tiene en los nudos 102, 104, 106, 107, 110, 112, 113, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 137, 140, 142, 103, 105, 108, 109, 111, 188, 190, 189, 115, 114, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 136, 138, 139, 141, una presión mínima de 7.17 m, y una presión máxima de 57.87 m, y en el **Sistema N°02** actual **sin** la válvula reductora de presión se tiene en los nudos 145, 147, 196, 177, 181, 185, 186, 146, 148, 149, 150, 153, 156, 158, 160, 162, 162, 165, 169, 171, 151, 152, 154, 155, 157, 159, 161, 163, 170, 166, 167, 168, 172, 174, 176, 173, 175, una presión mínima de 7.19 m, y una presión máxima de 71.72 m, y en los nudos N-178, N-180, N-179, N-182, N-184, N-187, una presión mínima de 76.78 m, y una presión máxima de 112.71 m, y **con** las válvulas de reductora de presión en el **Sistema N°02**, se tiene en los nudos 145, 147, 177, 181, 183, 185, 186, 146, 178, 180, 179, 182, 184, 187, 145, 147, 148, 149, 150, 153, 156, 158, 160, 162, 164, 165, 169, 171, 151, 152, 154, 155, 157, 159, 161, 163, 170, 166, 167, 168, 172, 174, 176, 173, 175, una presión mínima de 7.19 m, y una presión máxima de 68.47 m.

## REFERENCIAS

- Nikita Hanikel, M. S. P. y Yaghi Omar M. (2020) MOF water harvesters Department of Chemistry, University of California, Berkeley, California, USA
- Alfaro Tolentino, Juan C. y Rodríguez Polo, Oscar D. (2019) *"Propuesta de Diseño de un Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario para el Caserio el Progreso, Aplicando Fórmulas Matemáticas y el Uso del Software Watergems y Sewergems"* Universidad Privada Antenor Orrego
- Farfan Crisanto, C. (2020) *"Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Sector de Pedregal, Peñarol Distrito de Tambogrande, Provincia de Piura, Región Piura, julio 2020"* Universidad Católica los Ángeles de Chimbote"
- Rodríguez Soria Y. (2017) *"Modelamiento de Cloro Residual con Watercad en las Redes de Distribución de Agua Potable de la Ciudad de Rioja, Provincia de Rioja para Determinar la Calidad Microbiológica, 2017"* Universidad Nacional de San Martín
- Moreno Torres, Wintin R. y Tuza Pajunia, Luis R. (2019) *"Diseño del Sistema de Agua Potable y Saneamiento para el Recinto los Guayabillos de la Parroquia Bellavista del Cantón Santa Cruz, Provincia de Galápagos"* Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito
- Suárez R, Vanessa (2021) *"Análisis y Propuestas de Mejora del Sistema de Captación y Bombeo de Agua Cruda a la Planta de Agua Potable, Aguapen. Ubicada en Atahualpa Provincia de Santa Elena"* Universidad Estatal Península de Santa Elena
- Villacis Coraquilla, Katherine L. (2018) *"Evaluación de la Línea de Conducción del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Cantón Rumiñahui"* Escuela Politécnica Nacional Quito
- Rodriguez Ramon, E. (2020) *"Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Comunidad Nativa de Samaniato, Rio Tambo. 2020"* Universidad Católica los Ángeles de Chimbote
- Ellis Adams y Sarah L. Smiley (2018) *"Urban water supply in Sub-Saharan Africa historical and emerging policies and institutional arrangements"*

Article in International Journal of Water Resources Development · February 2018

PieTrucha-urbaniK K, STudzińSKI a. (2017) case study of failure simulation of pipelines conducted in chosen water supply system. Eksploatacja i niezawodnosc – Maintenance and reliability

Gutierrez Tenorio, Yoselyn E. y Huamani Vega Elizabeth M. (2019) “*Modelamiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Utilizando el Software Watercad en el Diseño de las Redes de Distribución en la Etapa I del Proyecto San Antonio de Mala – Distrito de Mala*” REPOCITORIO ACADEMICO USMP

Hernández Celis, Alex O. (2019) “*Mejoramiento, Ampliación y Rediseño del Sistema de Agua Potable en el Caserío de Corisorgona Alto, Provincia – Cajamarca – Cajamarca, agosto – 2019*” Universidad Católica los Ángeles de Chimbote

Ninahuanca Laureano, Jonel (2021) “*Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en el Sector Progreso, Coviriali-2021*” Universidad Católica los Ángeles de Chimbote

Revista Internacional de Ciencias Ambientales Aplicadas Enero (2019). Assessment of Drinking Water Quality and Hazard Events in Water Supply System in Mysuru city, Karnataka, India.

Galarza Quinto, Melody F. (2020) “*Diagnóstico del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Centro Poblado Señor de los Milagros, Pangoa, 2020*” Universidad Católica los Ángeles de Chimbote”

Bermad Water Technologies (2015) “*ES Pressure Reducing Valve – Operation*”  
<https://www.youtube.com/watch?v=r6qSkzx1imM>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2018)

Ariza Cornelio, Joel C. (2018) “*Diagnostico y Propuesta de Mejora del Sistema de Agua Potable de la Localidad de Maray, Huaura, Lima – 2018*” Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”

Tri Suyono (2019) *Hydraulic analysis of drinking water pipeline inter island*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering

Reglamento Nacional de Edificaciones Peruano, (2019)

Villegas Herrera, Romel A. (2021) *“Diseño de un Reservorio Circular de Almacenamiento de Agua Potable Ubicado en la ciudad de Lima de 2500 m<sup>3</sup> de capacidad”* Pontificia Universidad Católica Del Perú

Training Module for Local Water and Sanitation Management publicado (abril 2017)  
Maharashtra Jeevan Pradhikaran (MJP) CEPT University 2012

López Vega, Jhuliana V. (2019) *“Análisis de Riesgo del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable desde la Captación hasta Línea de Aducción, del Distrito de Pomabamba-Ancash, 2019”* Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo

Mohsen Hajibabaei, Fatemeh Tavanaei y Sara Nazif (2018) Life Cycle Assessment of Pipes and Piping Process in Drinking Water Distribution Networks to Reduce Environmental Impact. Sustainable Cities and Society

Pardo Vergara, A. y Valencia Patiño Camilo A. (2021) *“Diagnóstico y Propuesta de Mejoras para la Captación, Aducción, Desarenador y Línea de Conducción del Acueducto Municipal de Monquirá - Boyacá”* Universidad Católica de Colombia

Briceño Vega, J. e Infantes Carranza, D. (2019) *“Influencia del Coeficiente de Rugosidad en la Pérdida de Presión de la Red de Distribución de Agua Potable en el Caserío de Sanjapampa-Huamachuco 2019”* Universidad Privada Antenor Orrego

Bagheri B, Aida y Kaveh Ostad Ali A. (2019) *“Using simulation model to determine the regulation and to optimize the quantity of chlorine injection in water distribution networks”* Article in Modeling Earth Systems and Environment · March 2019

Revilla Leyva L. (2017) *“Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y su Incidencia en la Calidad de Vida de los Pobladores del Asentamiento Humano los Conquistadores, Nuevo Chimbote – 2017”* Universidad Cesar Vallejo

Cayaca Cabrejos, Maikel A. (2019) *“Evaluación de la Red de Agua Potable y Alcantarillado con Conexiones Domiciliarias en la Zona Urbana del Distrito de*

*Picsi, Lambayeque 2019*" Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Vayremex Mr. (2018). Eliminadora de aire modelo EAP. Obtenido de Vayremex:  
<http://vayremex.com/nw-admin/files/pdf/VEA-EAP-2018.pdf> "

Jaramillo T, Paula A. y Vásquez Witt Jack F. (2019) *“Diseño y Construcción de un Equipo de Laboratorio para Modelar el Funcionamiento de Válvulas de Aire y de Purga en Conductos a Presión”* Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Zevallos, C. (2021) *“Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en los Caseríos Cabuyal, Jose Galvez, Pagay, Naranjitos, San Miguel y Tupac Amaru del Distrito de Yamango, Provincia de Morropón, Departamento de Piura – Peru - 2020”* Universidad Nacional de Piura

Enrico Creaco (2019) *“Multiobjective Optimization of Control Valve Installation and DMA Creation for Reducing Leakage in Water Distribution Networks”*  
Article in Journal of Water Resources Planning and Management · July 2019

Ordoñez, V; Romeu, J; Liravi, H; Jiménez S. y Arcos R. (2019) "Análisis Experimental de las Vibraciones Inducidas por Flujo en Válvulas de Control de Agua Potable" Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica"

Pankaj Kumar R, Asis Mazumdar y Gourab Banerjee (2015) *Development and Hydraulic Analysis of a Proposed Drinking Water Distribution Network Using WaterGEMS and Gis.* Article in Pollution Research · January 2015

Dessalegn Geleta E. y Fekadu Fufa (2021) *“Hydraulic performance Analysis of water supply distribution network using water GEM v8i”* Drinking Water Engineering and Science Discussions.

HAESTAD (2017) *“CONNECT Editions of WaterGEMS and SewerGEMS Integrate Enterprise Data Sources for a More Efficient Network Operation”* WaterGEMS, SewerGEMS, HAMMER. <https://www.bentley.com/en/about-us/news/2017/october/09/pna-11-watergems-and-sewergems-connect-editions>

Surabhi (2020) "*Using stepwise instructions of Bentley WaterGEMS software lesson plans*" <https://www.youtube.com/watch?v=BTRs2xMt3cl>

Mala Jetmarova, H; Sultanova, N; Savic, D (2017) "Lost in optimisation of water distribution systems? A literature review of system operation" ORE Open Research Exeter

Rauch M. y Needs Paint J. (2020) "How To Connect Plumbing On Your Side Of The Water Meter | Water Meter Coupling | Water Meter Nipple" <https://www.youtube.com/watch?v=KvIMG3IncCM>

Agüero R, (1997), Agua potable para poblaciones rurales.

Fernández Luis J. y Zamudio Huertas E. (2016) "*Implementación y Manejo de las válvulas reductoras de presión con control dinámico, en redes de distribución*"

Arias (2014), *Técnica para el recojo de nuestra información*

Velázquez y Rey (2007) *Muestreo para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.*

Grández P. (1994). "*Proyecto de abastecimiento de Agua Potable a la Localidad de Consulo provincia de Bellavista*" tesis de pregrado Universidad Nacional de San Martín Tarapoto.

## ANEXOS

### Anexo N°01: **MATRIZ DE COSISTENCIA**

**Título: “MEJORAMIENTO DE OPERATIVIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA SU FUNCIONAMIENTO ÓPTIMO UTILIZANDO VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN - CHOQUELIHUE - PUNO, 2021”**

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>METODOLOGIA</b>
<p><b>Problema General:</b>  <b>PG.-</b> ¿Cómo realizar el mejoramiento de operatividad del sistema de agua potable, para su funcionamiento óptimo utilizando válvulas reductoras de presión - Choqueleihue - Puno 2021?</p>	<p><b>Objetivo General:</b>  <b>OG.-</b> Realizar el mejoramiento de operatividad del sistema de agua potable, para su funcionamiento óptimo utilizando válvulas reductoras de presión - Choqueleihue - Puno 2021.</p>	<p><b>V1:</b> Mejoramiento de operatividad del sistema de agua potable.</p> <p><b>V2:</b> Para su funcionamiento óptimo.</p>	<p><b>D1:</b> Calculo de los Parámetros generales para el dimensionamiento de la red de agua potable</p>	<p><b>I1:</b> Periodo de diseño  <b>I2:</b> Población actual  <b>I3:</b> Levantamiento topográfico del proyecto.  <b>I4:</b> Caudal de diseño</p>	<p><b>Método:</b>                      Cuantitativo</p> <p><b>Tipo de Investigación</b>                      Descriptiva</p> <p><b>Diseño de Investigación</b>                      Aplicada</p> <p><b>Nivel de Investigación</b>                      No experimental</p>
<p><b>Problemas Específicos:</b>  <b>PE1.-</b> ¿Cómo analizar el diagrama de presiones del sistema de abastecimiento de agua potable actual?</p>	<p><b>Objetivo Específicos:</b>  <b>OE1.-</b> Analizar el diagrama de presiones del sistema de abastecimiento de agua potable actual.</p>		<p><b>D2:</b> Diagrama de presiones</p>	<p><b>I1:</b> Longitud  <b>I2:</b> Diámetro  <b>I3:</b> Velocidad  <b>I4:</b> Presión</p>	
<p><b>PE2.-</b> ¿Cómo mejorar el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable con la utilización de válvulas reductoras de presión?</p> <p><b>PE3.-</b> ¿Cómo comparar las estadísticas de diagrama de presión con y sin válvulas reductoras de presión?</p>	<p><b>OE2.-</b> Mejorar el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable con la utilización de válvulas reductoras de presión.</p> <p><b>OE3.-</b> Comparar las estadísticas de diagrama de presión con y sin válvulas reductoras de presión.</p>		<p><b>D1:</b> válvulas de ajuste de presión.</p>	<p><b>I1:</b> Mecanismos de control de presión.</p>	

## Anexo N°02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Título: “MEJORAMIENTO DE OPERATIVIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA SU FUNCIONAMIENTO ÓPTIMO UTILIZANDO VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN - CHOQUELIHUE - PUNO, 2021”**

VARIABLES	DIMENSION CONCEPTUAL	DIMENSION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
<b>VARIABLE 1</b> <b>MEJORAMIENTO DE OPERATIVIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>	Agüero P. (2009); en su libro “Mejoramiento de diseño de Agua potable y saneamiento rurales del Perú” “Mejoramiento de operatividad del sistema de agua potable son factores importantes que contribuyen a la mejora de los componentes del sistema.	Para esta variable, se realiza el mejoramiento de operativo de sistema de agua potable con mecanismos de control de presión para su funcionamiento adecuado del sistema de agua potable.	Parámetros generales de diseños	Periodo de diseño	Años
				Población actual	Razon
				Caudal de diseño	L/s
<b>VARIABLE 2</b> <b>FUNCIONAMIENTO OPTIMO</b>	Grández P. (1994). Proyecto de abastecimiento de Agua Potable a la Localidad de Consulo provincia de Bellavista (tesis de pregrado) Universidad Nacional de San Martin Tarapoto nos señala que uno de los aspectos más relevantes en un proyecto de abastecimiento de agua lo constituye la selección de la fuente, ya que ella dependerá en alto grado el buen funcionamiento del sistema.	Para mejorar el funcionamiento óptimo de la presión generada en cada vivienda del sistema de abastecimiento de agua potable.	Valvulas	Mecanismos de control de presion	Razon
				valvulas de control	Razon
				valvulas de purga	Razon

## Anexo N°03: FICHA DE CAMPO DE TRABAJO

### Anexo N°03: FICHA DE CAMPO DE TRABAJO

**Investigadores :** Bach. PAURO MAMANI, JOAQUIN DIEGO

Bach. VILCA CALLATA, FIDEL ISIDRO

**Institución :** Universidad Cesar Vallejo.

**Tesis :** "Mejoramiento de operatividad del sistema de agua potable, para su funcionamiento óptimo utilizando válvulas reductoras de presión - Choquelihue - Puno 2021".

**Fecha :** 02 Septiembre 2021. **Hora:** 9:00 a.m. a 4:00 p.m.

**Lugar :** Localidad de Choquelihue

1. Ubicación del proyecto y estado actual del sistema de agua potable en la Localidad de Choquelihue.

- Localidad de Choquelihue, Distrito de Rosaspata, Prov. de Huancané, Departamento de Puno.
- En estado de Funcionamiento del Sistema Actual.

2. Evaluación de operación y mantenimiento del Sistema de Agua Potable Actual.

La Localidad de Choquelihue consta de 03 Sistemas de Agua Potable en estado de funcionamiento, de los cuales el sistema N°1 y N°2, tiene deficiencias.

3. El sistema de agua potable a causa de que falla:

El Sistema de Agua Potable N°1 y N°2, hay fallas a causa de la generación de mucha Presión

4. En que componentes del sistema hay fallas frecuentes:

En los Sistemas N°1 y N°2, hay fallas en cuanto a la Red de Distribución, conexión domiciliar y en las instalaciones de accesorios en el interior de UBS.

5. Datos de número de habitantes por vivienda del Sistema N° 1 y 2, y entre otros:

Item	SISTEMA DE AGUA POTABLE N°01		SISTEMA DE AGUA POTABLE N°02		Tipo de Sistema de tratamiento de UBS
	Código de Vivienda	Número de habitantes por vivienda	Código de Vivienda	Número de habitantes por vivienda	
1	UBS-N°001	4	UBS-N°001	4	Arrastre Hidraulico
2	UBS-N°002	3	UBS-N°002	3	Arrastre Hidraulico
3	UBS-N°003	4	UBS-N°003	4	Arrastre Hidraulico
4	UBS-N°004	UBS-N°001	UBS-N°004	4	Arrastre Hidraulico
5	UBS-N°005	4	UBS-N°005	3	Arrastre Hidraulico
6	UBS-N°006	3	UBS-N°006	4	Arrastre Hidraulico
7	UBS-N°007	3	UBS-N°007	3	Arrastre Hidraulico
8	UBS-N°008	4	UBS-N°008	4	Arrastre Hidraulico
9	UBS-N°009	4	UBS-N°009	4	Arrastre Hidraulico
10	UBS-N°010	4	UBS-N°010	4	Arrastre Hidraulico
11	UBS-N°011	4	UBS-N°011	4	Arrastre Hidraulico
12	UBS-N°012	3	UBS-N°012	3	Arrastre Hidraulico
13	UBS-N°013	3	UBS-N°013	4	Arrastre Hidraulico
14	UBS-N°014	4	UBS-N°014	4	Arrastre Hidraulico
15	UBS-N°015	4	UBS-N°015	4	Arrastre Hidraulico
16	UBS-N°016	4	UBS-N°016	4	Arrastre Hidraulico
17	UBS-N°017	4	UBS-N°017	4	Arrastre Hidraulico
18	UBS-N°018	5	UBS-N°018	4	Arrastre Hidraulico
19	UBS-N°019	5	UBS-N°019	3	Arrastre Hidraulico
20	UBS-N°020	5	UBS-N°020	3	Arrastre Hidraulico
21	UBS-N°021	4	UBS-N°021	4	Arrastre Hidraulico
22	UBS-N°022	4	UBS-N°022	4	Arrastre Hidraulico
23	UBS-N°023	4	UBS-N°023	4	Arrastre Hidraulico
24	UBS-N°024	3	UBS-N°024	4	Arrastre Hidraulico
25	UBS-N°025	4	UBS-N°025	4	Arrastre Hidraulico
26	UBS-N°026	3	UBS-N°026	4	Arrastre Hidraulico
27	UBS-N°027	4	UBS-N°027	4	Arrastre Hidraulico

28	UBS-N°028	4	UBS-N°028	3	Arastre Hidraulico
29	UBS-N°029	4	UBS-N°029	4	Arastre Hidraulico
30	UBS-N°030	4	UBS-N°030	3	Arastre Hidraulico
31	UBS-N°031	3			Arastre Hidraulico

6. Observaciones:

La evaluación se realiza con un instrumento de Ficha de Campo de Trabajo para determinar la realidad problemática de la zona de estudio, para lo cual se verificó el estado actual del sistema de agua potable.

7. Fotografía:

**Fotografía N°01:** Recolección de datos del estado actual del Sistema de agua potable.



FUENTE: Elaboración Propia

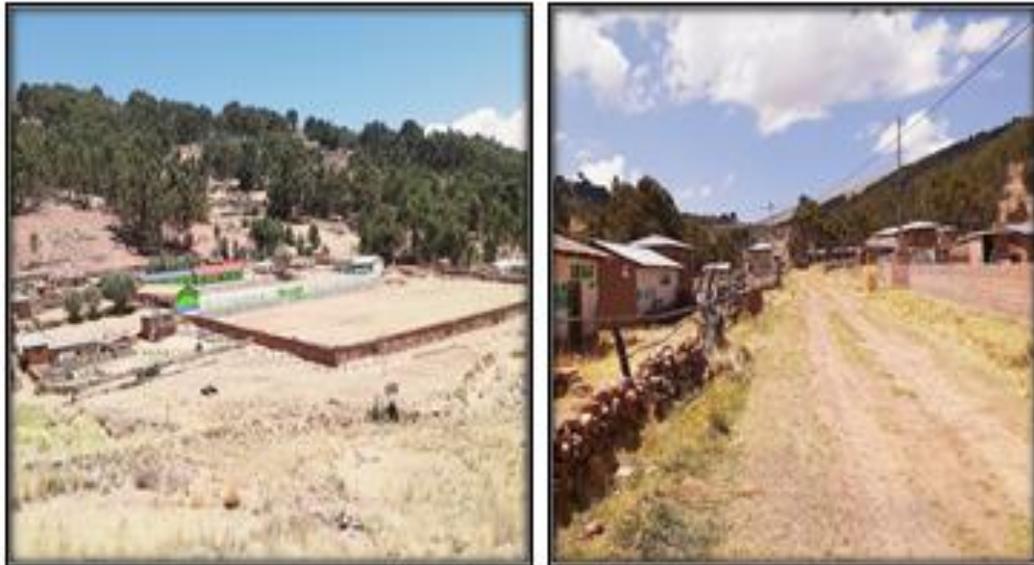
**Fotografía N°02:** Estado actual de la Localidad de Choquelihue.



FUENTE: Elaboración Propia.

Anexo N°04: **FOTOGRAFÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE N°01 Y N°02.**

**Fotografía N°01:** Ubicación de la zona de estudio del proyecto actual.



**FUENTE:** Elaboración Propia.

**Fotografía N°02:** Estado actual del lugar de estudio del Proyecto.



**FUENTE:** Elaboración Propia.

Anexo N°05: **FOTOGRAFÍA DE ESTUDIO TOPOGRÁFICO DE LA ZONA DEL PROYECTO ACTUAL**

**Fotografía N°01: Levantamiento Topográfico del Sistema de Agua Potable N°01.**



**FUENTE:** Elaboración Propia.

**Fotografía N°02: Levantamiento Topográfico del Sistema de Agua Potable N°02.**



**FUENTE:** Elaboración Propia.

**Anexo N°06: DATOS DE COORDENADA UTM DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE N°01 Y N°02.**

<b>Anexo N°06: Levantamiento Topográfico de la zona de Estudio</b>			
<b>Name</b>	<b>Ground Northing (m)</b>	<b>Ground Easting (m)</b>	<b>Elevation (m)</b>
A			
VA	8313730.122	435142.789	4052.033
1	8313252.835	435271.166	4092.042
2	8313276.238	435299.032	4076.481
3	8313272.881	435312.524	4079.893
4	8313259.454	435311.195	4086.768
5	8313291.634	435311.425	4074.267
6	8313320.361	435307.048	4067.502
7	8313327.721	435292.612	4066.042
8	8313353.624	435303.948	4058.711
9	8313371.477	435287.368	4054.430
10	8313352.262	435292.898	4058.086
11	8313381.217	435291.618	4049.163
12	8313378.552	435280.430	4052.947
13	8313408.623	435276.397	4044.536
14	8313401.525	435266.592	4047.453
15	8313423.100	435288.880	4036.482
16	8313419.992	435259.235	4041.444
17	8313436.844	435260.521	4037.064
18	8313444.089	435274.134	4033.819
19	8313429.554	435242.744	4039.977
20	8313447.272	435251.130	4031.005
21	8313451.432	435236.320	4027.324
22	8313453.725	435233.235	4027.455
23	8313464.242	435223.846	4027.213
24	8313475.579	435215.710	4024.455
25	8313478.942	435211.844	4023.896
26	8313602.167	435143.942	4032.073
27	8313478.884	435211.798	4023.997
28	8313486.010	435197.841	4022.951
29	8313491.153	435184.661	4024.930
30	8313490.811	435178.662	4026.208
31	8313508.726	435110.099	4013.670
32	8313484.719	435159.207	4025.910
33	8313471.643	435165.885	4031.846
34	8313472.704	435128.563	4024.815
35	8313441.105	435134.153	4036.298

796	8314028.274	433800.285	3925.729
797	8314028.865	433761.599	3909.084
798	8313981.535	433795.167	3923.818
799	8313960.626	433768.084	3912.501
800	8313940.320	433791.875	3922.372
801	8313901.317	433793.320	3919.112
802	8313882.943	433748.061	3912.432
803	8313842.262	433796.115	3920.737
804	8313811.207	433755.176	3913.661
805	8313790.937	433826.609	3920.324
806	8313764.384	433776.037	3915.385
807	8313743.639	433841.428	3917.758
808	8313718.843	433805.906	3916.246
809	8313681.960	433809.622	3915.267
810	8313689.234	433872.961	3919.795

**Anexo N°07: DATOS DE CAUDAL UNITARIO (QU) PARA EL MODELAMIENTO  
HIDRÁULICO CON WATERGEMS.**

<b>SISTEMA N°01</b>			
<b>Qmh</b>		<b>0.39</b>	
<b>Q unitario Sistema de agua potable</b>		<b>0.01266</b>	
<b>NUDO</b>	<b>LOTES</b>	<b>q(unit)</b>	<b>Q</b>
4	-	0.01266	0.00000
101	-	0.01266	0.00000
102	-	0.01266	0.00000
103	1	0.01266	0.01266
104	-	0.01266	0.00000
105	1	0.01266	0.01266
106	-	0.01266	0.00000
107	-	0.01266	0.00000
108	1	0.01266	0.01266
109	1	0.01266	0.01266
110	-	0.01266	0.00000
111	-	0.01266	0.00000
112	-	0.01266	0.00000
113	-	0.01266	0.00000
114	1	0.01266	0.01266
115	1	0.01266	0.01266
116	-	0.01266	0.00000
117	1	0.01266	0.01266
118	-	0.01266	0.00000
119	1	0.01266	0.01266
120	-	0.01266	0.00000
121	3	0.01266	0.03798
122	-	0.01266	0.00000
123	2	0.01266	0.02532
124	-	0.01266	0.00000
125	1	0.01266	0.01266
126	-	0.01266	0.00000
127	2	0.01266	0.02532
128	-	0.01266	0.00000
129	1	0.01266	0.01266
130	-	0.01266	0.00000
131	3	0.01266	0.03798
132	-	0.01266	0.00000
133	1	0.01266	0.01266
134	-	0.01266	0.00000
135	2	0.01266	0.02532
136	1	0.01266	0.01266
137	-	0.01266	0.00000
138	1	0.01266	0.01266
139	1	0.01266	0.01266
140	-	0.01266	0.00000
141	1	0.01266	0.01266
142	1	0.01266	0.01266
188	1	0.01266	0.01266
189	1	0.01266	0.01266
190	1	0.01266	0.01266

<b>SISTEMA N°02</b>			
<b>Qmh</b>		<b>0.26</b>	
<b>Q unitario de Sistema de agua potable</b>		<b>0.00852</b>	
<b>NUDO</b>	<b>LOTES</b>	<b>q(unit)</b>	<b>Q</b>
5	-	0.00852	0.00000
143	-	0.00852	0.00000
145	-	0.00852	0.00000
146	1	0.00852	0.00852
147	-	0.00852	0.00000
148	-	0.00852	0.00000
149	-	0.00852	0.00000
150	-	0.00852	0.00000
151	1	0.00852	0.00852
152	1	0.00852	0.00852
153	-	0.00852	0.00000
154	1	0.00852	0.00852
155	1	0.00852	0.00852
156	-	0.00852	0.00000
157	1	0.00852	0.00852
158	-	0.00852	0.00000
159	1	0.00852	0.00852
160	-	0.00852	0.00000
161	1	0.00852	0.00852
162	-	0.00852	0.00000
163	1	0.00852	0.00852
164	-	0.00852	0.00000
165	-	0.00852	0.00000
166	-	0.00852	0.00000
167	1	0.00852	0.00852
168	1	0.00852	0.00852
169	-	0.00852	0.00000
170	1	0.00852	0.00852
171	2	0.00852	0.01704
172	-	0.00852	0.00000
173	2	0.00852	0.01704
174	-	0.00852	0.00000
175	2	0.00852	0.01704
176	2	0.00852	0.01704
177	-	0.00852	0.00000
178	-	0.00852	0.00000
179	2	0.00852	0.01704
180	3	0.00852	0.02556
181	-	0.00852	0.00000
182	2	0.00852	0.01704
183	-	0.00852	0.00000
184	1	0.00852	0.00852
185	-	0.00852	0.00000
186	1	0.00852	0.00852
187	1	0.00852	0.00852

**Anexo N°08: FOTOGRAFÍA DE TRABAJOS EN GABINETE DE MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON WATERGEMS.**

**Fotografía N°01:** Procesamiento de información de datos de Levantamiento Topográfico.



**FUENTE:** Elaboración Propia.

**Fotografía N°02:** Modelamiento Hidráulico del sistema de agua potable Choquelihue.



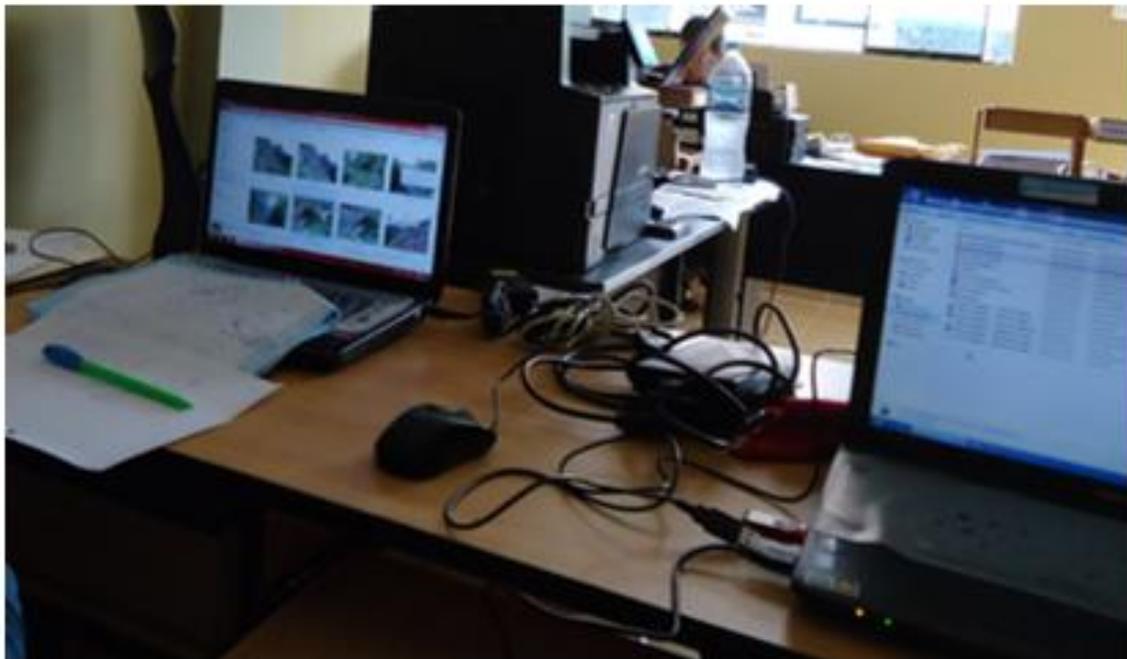
**FUENTE:** Elaboración Propia.

**Fotografía N°03:** Procesamiento de información en gabinete.



**FUENTE:** Elaboración Propia.

**Fotografía N°04:** Trabajos definitivos del sistema de agua potable N°01 y N°02.



**FUENTE:** Elaboración Propia.

Anexo N°09: CÁLCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA N°01 - PROYECTO ACTUAL CHOQUELIHUE.

EJ

PARA EL ANALISIS DE DIAGRAMA DE PRESION - CALCULO HIDRAULICO DEL SISTEMA N°01 - PROYECTO ACTUAL CHOQUELIHUE.							
Nudos	Elevación C.T. (m)	Longitud Tubería (m)	Clase de Tubería	Diámetro Interno D (mm)	Caudal Tramo (L/s)	Gradiente Hidráulica (m)	Presión (mca)
Reservorio	4026.39					4,026.39	0.00
N-102	3,990.49	125.61	C-10	43.4	0.3925	4,026.14	35.57
N-104	3,977.08	63.28	C-10	43.4	0.3798	4,026.01	48.85
N-108	3,985.38	80.11	C-10	43.4	0.3871	4,025.86	60.39
N-107	3,980.08	29.37	C-10	43.4	0.3871	4,025.81	65.60
N-110	3,953.98	52.95	C-10	43.4	0.3418	4,025.72	71.60
N-112	3,950.41	40.68	C-10	43.4	0.3038	4,025.67	75.11
N-113	3,949.47	87.42	C-10	43.4	0.3038	4,025.56	75.94
N-116	3,947.60	59.3	C-10	43.4	0.2785	4,025.49	77.73
N-118	3,946.35	43.46	C-10	43.4	0.2659	4,025.44	78.93
N-120	3,945.69	45.86	C-10	43.4	0.2532	4,025.40	79.55
N-122	3,945.48	38.7	C-10	43.4	0.2152	4,025.37	79.74
N-124	3,945.24	29.17	C-10	43.4	0.1899	4,025.36	79.95
N-126	3,942.63	108.7	C-10	43.4	0.1772	4,025.30	82.51
N-128	3,940.50	47.52	C-10	43.4	0.1519	4,025.29	84.62
N-130	3,938.14	46.00	C-10	43.4	0.1393	4,025.27	86.96
N-132	3,936.69	30.98	C-10	43.4	0.1013	4,025.27	88.40
N-134	3,935.22	25.48	C-10	43.4	0.0886	4,025.26	89.86
N-137	3,931.15	105.95	C-10	43.4	0.0506	4,025.26	93.92
N-140	3,928.59	56.00	C-10	43.4	0.0253	4,025.26	96.48
N-142	3,931.63	116.82	C-10	43.4	0.0127	4,025.26	93.44
N-102							
N-103	3,989.41	26.08	C-10	43.4	0.0127	4,026.14	36.65
N-104							
N-105	3,968.02	157.4	C-10	43.4	0.0127	4,026.01	57.87
N-107							

N-107							
N-108	3,962.66	26.49	C-10	43.4	0.0127	4,025.81	63.02
N-107							
N-109	3,958.61	28.41	C-10	43.4	0.0127	4,025.81	67.07
N-110							
N-111	3,954.10	26.08	C-10	43.4	0.038	4,025.72	71.48
N-188	3,954.71	122.02	C-10	43.4	0.0127	4,025.72	70.87
N-111							
N-190	3,957.18	21.93	C-10	43.4	0.0127	4,025.72	68.41
N-111							
N-189	3,952.42	32.98	C-10	43.4	0.0127	4,025.72	73.15
N-113							
N-115	3,951.78	48.59	C-10	43.4	0.0127	4,025.56	73.63
N-113							
N-114	3,945.63	27.13	C-10	43.4	0.0127	4,025.56	79.76
N-116							
N-117	3,946.59	21.85	C-10	43.4	0.0127	4,025.49	78.74
N-118							
N-119	3,945.32	32.49	C-10	43.4	0.0127	4,025.44	79.97
N-120							
N-121	3,944.65	35.64	C-10	43.4	0.038	4,025.40	80.59
N-122							
N-123	3,944.16	21.07	C-10	43.4	0.0253	4,025.37	81.05

N-124							
N-125	3,942.86	27.92	C-10	43.4	0.0127	4,025.36	82.33
N-126							
N-127	3,945.10	35.75	C-10	43.4	0.0253	4,025.30	80.04
N-128							
N-129	3,937.73	28.74	C-10	43.4	0.0127	4,025.29	87.38
N-130							
N-131	3,935.66	49.56	C-10	43.4	0.038	4,025.27	89.43
N-132							
N-133	3,938.71	43.46	C-10	43.4	0.0127	4,025.27	86.39
N-134							
N-135	3,933.53	41.3	C-10	43.4	0.0253	4,025.26	91.55
N-134							
N-136	3,937.05	31.93	C-10	43.4	0.0127	4,025.26	88.03
N-137							
N-138	3,929.62	38.9	C-10	43.4	0.0127	4,025.26	95.45
N-137							
N-139	3,933.70	29.88	C-10	43.4	0.0127	4,025.26	91.38
N-140							
N-141	3,927.11	32.38	C-10	43.4	0.0127	4,025.26	97.95

Fuente: Elaboración propia



**Anexo N°10: CÁLCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA N°02 - PROYECTO ACTUAL CHOQUELIHUE.**

PARA EL ANALISIS DE DIAGRAMA DE PRESION - CALCULO HIDRAULICO DEL SISTEMA N°02 - PROYECTO ACTUAL CHOQUELIHUE.							
Nodos	Elevación C.T. (m)	Longitud Tubería (m)	Clase de Tubería	Diámetro Interno D (mm)	Caudal Tramo (L/s)	Gradiente Hidráulica (m)	Presión (mca)
<b>Reservorio</b>	<b>4022.04</b>					<b>4022.04</b>	<b>0.00</b>
N-145	4,014.81	28.27	C-10	43.4	0.2556	4,022.01	7.19
N-147	3,995.24	105.14	C-10	43.4	0.2471	4,021.92	26.63
N-196	3,990.00	334.61	C-10	43.4	0.0852	4,021.88	31.81
N-177	3,958.00	542.84	C-10	43.4	0.0852	4,021.81	63.68
N-181	3,949.94	100.61	C-10	43.4	0.0426	4,021.81	71.72
N-183	3,954.53	69.02	C-10	43.4	0.0256	4,021.81	67.14
N-185	3,952.69	71.01	C-10	43.4	0.017	4,021.81	68.97
N-186	3,951.91	51.95	C-10	43.4	0.0085	4,021.81	69.76
N-145							
N-146	4,015.39	52.41	C-10	43.4	0.0085	4,022.01	6.61
N-177							
N-178	3,922.81	187.84	C-10	43.4	0.0426	4,021.80	98.79
N-180	3,921.89	66.67	C-10	43.4	0.0256	4,021.80	99.71
N-178							
N-179	3,924.02	75.73	C-10	43.4	0.017	4,021.80	97.58
N-181							
N-182	3,939.12	49.69	C-10	43.4	0.017	4,021.81	82.52
N-183							
N-184	3,944.87	38.6	C-10	43.4	0.0085	4,021.81	76.78
N-185							
N-187	3,908.87	236.08	C-10	43.4	0.0085	4,021.81	112.71
<b>Reservorio</b>	<b>4022.04</b>					<b>4022.04</b>	<b>0.00</b>
N-145	4,014.81	28.27	C-10	43.4	0.2556	4,022.01	7.19
N-147	3,995.24	105.14	C-10	43.4	0.2471	4,021.92	26.63
<b>PRV</b>	<b>3979.24</b>					<b>3979.24</b>	<b>0.00</b>
N-148	3,945.25	296.53	C-10	43.4	0.1619	3,971.95	26.65

N-149	3,950.19	262.48	C-10	43.4	0.1108	3,971.89	21.66
N-150	3,950.36	54.32	C-10	43.4	0.1108	3,971.88	21.48
N-153	3,952.22	43.31	C-10	43.4	0.0937	3,971.88	19.62
N-156	3,952.66	55.90	C-10	43.4	0.0767	3,971.87	19.17
N-158	3,955.10	70.60	C-10	43.4	0.0682	3,971.86	16.73
N-160	3,953.54	68.01	C-10	43.4	0.0596	3,971.86	18.29
N-162	3,950.11	101.46	C-10	43.4	0.0511	3,971.85	21.70
N-164	3,940.32	182.32	C-10	43.4	0.0426	3,971.85	31.46
N-165	3,938.17	34.3	C-10	43.4	0.0426	3,971.85	33.61
N-169	3,930.57	218.24	C-10	43.4	0.0256	3,971.84	41.19
N-171	3,925.60	70.96	C-10	43.4	0.017	3,971.84	46.15
N-150							
N-151	3,948.14	28.52	C-10	43.4	0.0085	3,971.88	23.69
N-150							
N-152	3,953.38	26.06	C-10	43.4	0.0085	3,971.88	18.47
N-153							
N-154	3,946.26	74.2	C-10	43.4	0.0085	3,971.88	25.56
N-153							
N-155	3,960.61	63.1	C-10	43.4	0.0085	3,971.88	11.24
N-156							
N-157	3,950.15	27.78	C-10	43.4	0.0085	3,971.87	21.67
N-158							
N-159	3,942.69	86.94	C-10	43.4	0.0085	3,971.86	29.12
N-160							
N-161	3,945.28	53.69	C-10	43.4	0.0085	3,971.86	26.53
N-162							

N-163	3,956.89	56.66	C-10	43.4	0.0085	3,971.85	14.93
N-169							
N-170	3,926.97	30.43	C-10	43.4	0.0085	3,971.84	44.78
N-165							
N-166	3,950.78	185.38	C-10	43.4	0.017	3,971.85	21.03
N-167	3,959.72	107.39	C-10	43.4	0.0085	3,971.85	12.1
N-166							
N-168	3,948.10	39.07	C-10	43.4	0.0085	3,971.85	23.7
N-148							
N-172	3,944.18	54.82	C-10	43.4	0.0511	3,971.94	27.71
N-174	3,942.79	51.71	C-10	43.4	0.0341	3,971.94	29.1
N-176	3,937.58	195.05	C-10	43.4	0.017	3,971.94	34.29
N-172							
N-173	3,942.85	42.08	C-10	43.4	0.017	3,971.94	29.04
N-174							
N-175	3,941.48	45.09	C-10	43.4	0.017	3,971.94	30.41

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo N°11: CÁLCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA N°01 CON VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN.**



PARA EL ANALISIS DE DIAGRAMA DE PRESION CON VALVULA REDUCTORA DE PRESIÓN - CALCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA N°01							
Nudos	Elevación C.T. (m)	Longitud (m)	Clase de Tubería	Diámetro Interno D (mm)	Caudal Tramo (L/s)	Gradiente Hidráulica (m)	Presión (mca)
Reservorio	4026.39					4026.39	0.00
N-102	3,990.49	125.61	C-10	43.4	0.3925	4,026.14	35.57
N-104	3,977.06	63.28	C-10	43.4	0.3798	4,026.01	48.85
<b>PRV</b>	<b>3972.63</b>					<b>3972.63</b>	<b>0.00</b>
N-106	3,965.36	49.79	C-10	43.4	0.3671	3,972.54	7.17
N-107	3,960.08	29.37	C-10	43.4	0.3671	3,972.49	12.39
N-110	3,953.98	52.95	C-10	43.4	0.3418	3,972.40	18.38
N-112	3,950.41	40.68	C-10	43.4	0.3038	3,972.35	21.89
N-113	3,949.47	87.42	C-10	43.4	0.3038	3,972.23	22.72
N-116	3,947.60	59.30	C-10	43.4	0.2785	3,972.16	24.52
N-118	3,946.35	43.46	C-10	43.4	0.2659	3,972.12	25.71
N-120	3,945.69	45.86	C-10	43.4	0.2532	3,972.08	26.33
N-122	3,945.48	38.70	C-10	43.4	0.2152	3,972.05	26.52
N-124	3,945.24	29.17	C-10	43.4	0.1899	3,972.03	26.74
N-126	3,942.63	108.70	C-10	43.4	0.1772	3,971.98	29.29
N-128	3,940.50	47.52	C-10	43.4	0.1519	3,971.96	31.40
N-130	3,938.14	46.00	C-10	43.4	0.1393	3,971.95	33.74
N-132	3,936.69	30.98	C-10	43.4	0.1013	3,971.94	35.18
N-134	3,935.22	25.48	C-10	43.4	0.0886	3,971.94	36.64
N-137	3,931.15	105.95	C-10	43.4	0.0506	3,971.93	40.70
N-140	3,928.59	56.00	C-10	43.4	0.0253	3,971.93	43.26
N-142	3,931.63	116.82	C-10	43.4	0.0127	3,971.93	40.23
N-102							
N-103	3,989.41	26.08	C-10	43.4	0.0127	4,026.14	36.65

N-104							
N-105	3,968.02	157.40	C-10	43.4	0.0127	4,026.01	57.87
N-107							
N-108	3,962.66	26.49	C-10	43.4	0.0127	3,972.49	9.81
N-107							
N-109	3,958.61	28.41	C-10	43.4	0.0127	3,972.49	13.85
N-110							
N-111	3,954.10	26.08	C-10	43.4	0.0380	3,972.40	18.28
N-188	3,954.71	122.02	C-10	43.4	0.0127	3,972.40	17.65
N-111							
N-190	3,957.18	21.93	C-10	43.4	0.0127	3,972.40	15.19
N-111							
N-189	3,952.42	32.98	C-10	43.4	0.0127	3,972.40	19.94
N-113							
N-115	3,951.78	48.59	C-10	43.4	0.0127	3,972.23	20.41
N-113							
N-114	3,945.63	27.13	C-10	43.4	0.0127	3,972.23	26.55
N-116							
N-117	3,946.59	21.85	C-10	43.4	0.0127	3,972.16	25.52
N-118							
N-119	3,945.32	32.49	C-10	43.4	0.0127	3,972.12	26.75

N-120							
N-121	3,944.65	35.64	C-10	43.4	0.0380	3,972.08	27.37
N-122							
N-123	3,944.16	21.07	C-10	43.4	0.0253	3,972.05	27.84
N-124							
N-125	3,942.86	27.92	C-10	43.4	0.0127	3,972.03	29.11
N-126							
N-127	3,945.10	35.75	C-10	43.4	0.0253	3,971.98	26.82
N-128							
N-129	3,937.73	28.74	C-10	43.4	0.0127	3,971.96	34.16
N-130							
N-131	3,935.66	49.56	C-10	43.4	0.0380	3,971.95	36.22
N-132							
N-133	3,938.71	43.46	C-10	43.4	0.0127	3,971.94	33.17
N-134							
N-135	3,933.53	41.30	C-10	43.4	0.0253	3,971.94	38.33
N-134							
N-136	3,937.05	31.93	C-10	43.4	0.0127	3,971.94	34.82
N-137							
N-138	3,929.62	38.90	C-10	43.4	0.0127	3,971.93	42.23
N-137							
N-139	3,933.70	29.88	C-10	43.4	0.0127	3,971.93	38.16
N-140							
N-141	3,927.11	32.38	C-10	43.4	0.0127	3,971.93	44.73

Fuente: Elaboración Propia



**Anexo N°12: CÁLCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA N°02 CON VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN.**

±

PARA EL ANALISIS DE DIAGRAMA DE PRESION CON VALVULA REDUCTORA DE PRESIÓN - CALCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA N°02							
Nudos	Elevación C.T. (m)	Longitud (m)	Clase de Tubería	Diámetro Interno D (mm)	Caudal Tramo (L/s)	Gradiente Hidráulica (m)	Presión (mca)
Reservorio	4022.04					4022.04	0.00
N-145	4,014.81	28.27	C-10	43.4	0.2556	4,022.01	7.19
N-147	3,995.24	105.14	C-10	43.4	0.2471	4,021.92	26.63
<b>PRV</b>	<b>3977.53</b>					<b>3977.53</b>	<b>0.00</b>
N-177	3,963.06	355.56	C-10	43.4	0.0852	3,977.49	14.40
N-181	3,949.94	187.88	C-10	43.4	0.0426	3,977.48	27.48
N-183	3,954.53	69.02	C-10	43.4	0.0256	3,977.48	22.90
N-185	3,952.69	71.01	C-10	43.4	0.017	3,977.48	24.73
N-186	3,951.91	51.95	C-10	43.4	0.0085	3,977.48	25.52
N-145							
N-146	4,015.39	52.41	C-10	43.4	0.0085	4,022.01	6.61
N-177							
N-178	3,922.81	187.84	C-10	43.4	0.0426	3,977.48	54.56
N-180	3,921.89	66.67	C-10	43.4	0.0256	3,977.48	55.48
N-178							
N-179	3,924.02	75.73	C-10	43.4	0.017	3,977.48	53.35
N-181							
N-182	3,939.12	49.69	C-10	43.4	0.017	3,977.48	38.28
N-183							
N-184	3,944.87	38.6	C-10	43.4	0.0085	3,977.48	32.54

N-185							
N-187	3,908.87	236.08	C-10	43.4	0.0085	3,977.48	68.47
<b>Reservorio 4022.04 4022.04 0.00</b>							
N-145	4,014.81	28.27	C-10	43.4	0.2558	4,022.01	7.19
N-147	3,995.24	105.14	C-10	43.4	0.2471	4,021.92	26.63
<b>PRV 3979.24 3979.24 0.00</b>							
N-148	3,945.25	296.53	C-10	43.4	0.1619	3,979.12	33.8
N-149	3,950.19	262.48	C-10	43.4	0.1108	3,979.07	28.82
N-150	3,950.36	54.32	C-10	43.4	0.1108	3,979.05	28.64
N-153	3,952.22	43.31	C-10	43.4	0.0937	3,979.05	26.78
N-156	3,952.66	55.9	C-10	43.4	0.0767	3,979.04	26.33
N-158	3,955.10	70.6	C-10	43.4	0.0682	3,979.04	23.88
N-160	3,953.54	68.01	C-10	43.4	0.0598	3,979.03	25.44
N-162	3,950.11	101.46	C-10	43.4	0.0511	3,979.03	28.86
N-164	3,940.32	182.32	C-10	43.4	0.0426	3,979.02	38.62
N-165	3,938.17	34.3	C-10	43.4	0.0426	3,979.02	40.77
N-169	3,930.57	218.24	C-10	43.4	0.0256	3,979.02	48.35
N-171	3,925.60	70.96	C-10	43.4	0.017	3,979.02	53.31
N-150							
N-151	3,948.14	28.52	C-10	43.4	0.0085	3,979.05	30.85
N-150							
N-152	3,953.38	26.06	C-10	43.4	0.0085	3,979.05	25.63
N-153							
N-154	3,946.26	74.2	C-10	43.4	0.0085	3,979.05	32.72
N-153							

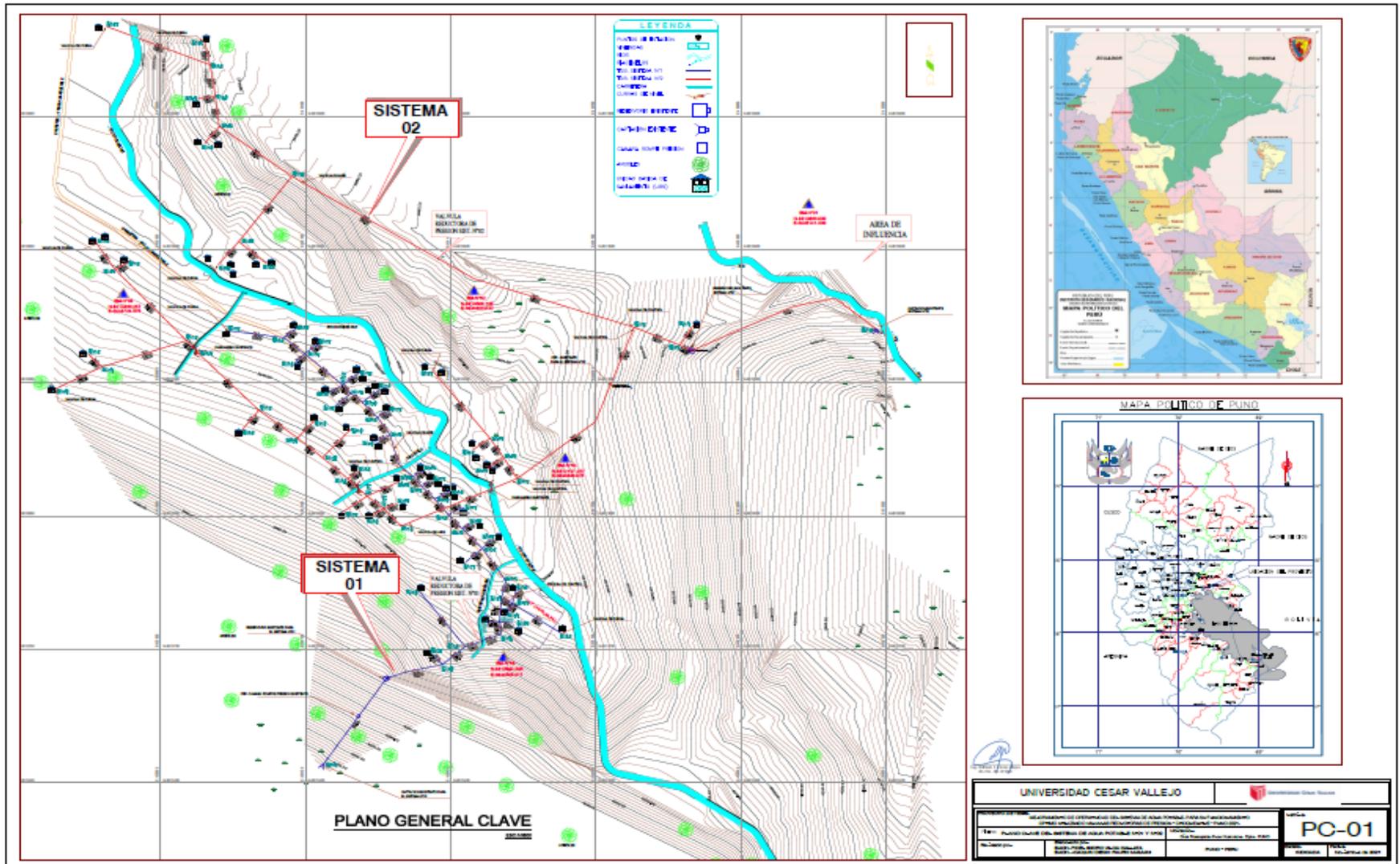
N-155	3,960.61	63.1	C-10	43.4	0.0085	3,979.05	18.4
N-156							
N-157	3,950.15	27.78	C-10	43.4	0.0085	3,979.04	28.83
N-158							
N-159	3,942.69	88.94	C-10	43.4	0.0085	3,979.04	36.27
N-160							
N-161	3,945.28	53.69	C-10	43.4	0.0085	3,979.03	33.69
N-162							
N-163	3,958.89	56.66	C-10	43.4	0.0085	3,979.03	22.09
N-169							
N-170	3,928.97	30.43	C-10	43.4	0.0085	3,979.02	51.94
N-165							
N-166	3,950.78	185.38	C-10	43.4	0.017	3,979.02	28.19
N-167	3,959.72	107.39	C-10	43.4	0.0085	3,979.02	19.26
N-166							
N-168	3,948.10	39.07	C-10	43.4	0.0085	3,979.02	30.85
N-148							
N-172	3,944.18	54.82	C-10	43.4	0.0511	3,979.12	34.86
N-174	3,942.79	51.71	C-10	43.4	0.0341	3,979.11	36.25
N-176	3,937.58	195.05	C-10	43.4	0.017	3,979.11	41.45
N-172							
N-173	3,942.85	42.08	C-10	43.4	0.017	3,979.12	36.19
N-174							
N-175	3,941.48	45.09	C-10	43.4	0.017	3,979.11	37.56

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo N°13: DATOS RECOPIADOS DE LA DATA LOGGER.

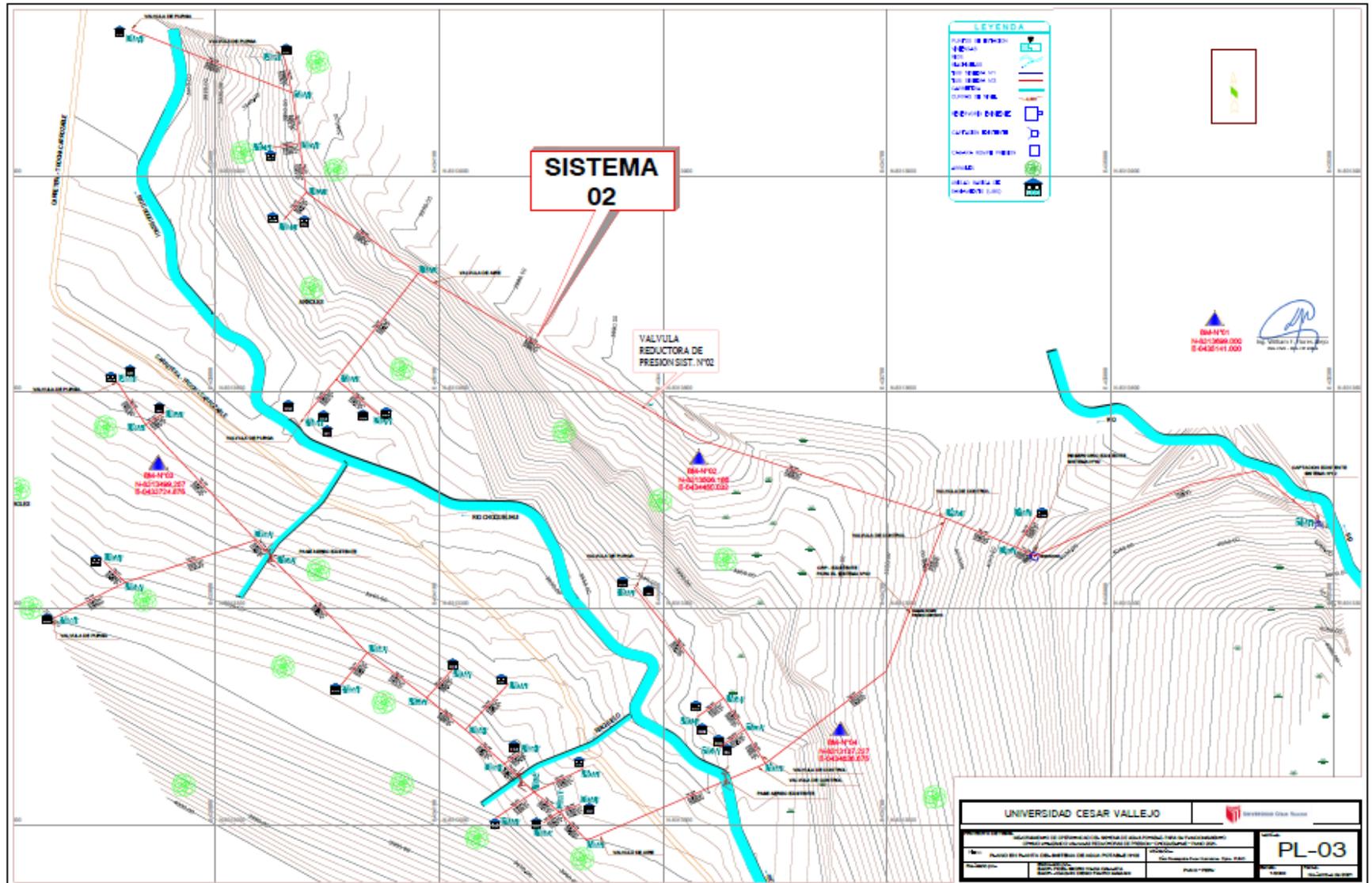
HORA	PRESIÓN DE ENTRADA	PRESIÓN DE SALIDA	HORA	PRESIÓN DE ENTRADA	PRESIÓN DE SALIDA	HORA	PRESIÓN DE ENTRADA	PRESIÓN DE SALIDA	HORA	PRESIÓN DE ENTRADA	PRESIÓN DE SALIDA	HORA	PRESIÓN DE ENTRADA	PRESIÓN DE SALIDA	HORA	PRESIÓN DE ENTRADA	PRESIÓN DE SALIDA
0:00:00	53.55	22.032	4:00:00	57.222	21.93	8:00:00	44.268	29.07	12:00:00	32.538	22.746	16:00:00	38.148	30.09	20:00:00	40.392	29.478
0:05:00	53.55	21.93	4:05:00	57.324	21.93	8:05:00	43.248	28.56	12:05:00	32.538	22.848	16:05:00	38.25	30.09	20:05:00	40.494	29.478
0:10:00	53.55	21.93	4:10:00	57.324	22.032	8:10:00	42.942	28.968	12:10:00	32.844	23.052	16:10:00	38.25	30.09	20:10:00	40.902	29.682
0:15:00	53.754	21.93	4:15:00	57.324	22.032	8:15:00	42.024	28.56	12:15:00	32.538	22.746	16:15:00	38.454	30.192	20:15:00	40.902	29.886
0:20:00	53.958	21.93	4:20:00	57.324	21.93	8:20:00	41.31	28.254	12:20:00	32.436	22.95	16:20:00	38.556	30.396	20:20:00	41.412	29.682
0:25:00	54.06	21.93	4:25:00	57.732	22.032	8:25:00	40.902	28.458	12:25:00	32.742	23.052	16:25:00	38.76	30.498	20:25:00	41.412	29.682
0:30:00	54.366	22.032	4:30:00	57.732	22.032	8:30:00	40.188	28.458	12:30:00	32.844	23.052	16:30:00	38.964	30.906	20:30:00	41.514	29.682
0:35:00	54.468	22.032	4:35:00	57.63	22.236	8:35:00	39.882	28.152	12:35:00	32.946	23.256	16:35:00	38.76	30.906	20:35:00	41.922	29.886
0:40:00	54.774	22.032	4:40:00	57.63	22.032	8:40:00	39.474	28.05	12:40:00	32.844	23.052	16:40:00	39.168	30.804	20:40:00	42.534	30.09
0:45:00	54.672	22.032	4:45:00	57.63	22.236	8:45:00	38.556	27.54	12:45:00	32.946	23.256	16:45:00	39.882	31.11	20:45:00	42.942	29.988
0:50:00	54.672	21.93	4:50:00	57.63	22.032	8:50:00	38.25	27.948	12:50:00	33.048	23.766	16:50:00	39.882	30.804	20:50:00	42.534	29.682
0:55:00	54.876	22.032	4:55:00	57.324	22.032	8:55:00	37.74	27.642	12:55:00	32.844	23.256	16:55:00	40.086	30.192	20:55:00	42.942	29.886
1:00:00	54.978	21.828	5:00:00	57.63	22.032	9:00:00	37.536	27.336	13:00:00	33.354	23.46	17:00:00	40.086	29.886	21:00:00	43.452	29.886
1:05:00	54.978	21.93	5:05:00	57.528	22.032	9:05:00	37.128	27.132	13:05:00	33.252	23.766	17:05:00	40.596	29.682	21:05:00	43.656	29.886
1:10:00	55.284	21.93	5:10:00	57.63	21.93	9:10:00	37.026	27.336	13:10:00	33.354	23.766	17:10:00	40.188	29.172	21:10:00	43.962	30.192
1:15:00	55.386	22.338	5:15:00	57.528	22.236	9:15:00	36.618	26.724	13:15:00	33.354	23.766	17:15:00	40.596	29.478	21:15:00	44.268	29.682
1:20:00	55.386	21.93	5:20:00	57.732	22.236	9:20:00	36.618	26.622	13:20:00	33.66	23.97	17:20:00	40.392	29.376	21:20:00	44.268	29.682
1:25:00	55.284	22.032	5:25:00	57.324	21.93	9:25:00	36.108	26.316	13:25:00	33.66	23.97	17:25:00	39.882	29.07	21:25:00	44.472	29.988
1:30:00	55.692	22.032	5:30:00	57.324	21.828	9:30:00	35.802	26.112	13:30:00	33.66	24.276	17:30:00	39.168	28.764	21:30:00	44.676	29.682
1:35:00	55.692	21.93	5:35:00	57.324	22.236	9:35:00	35.598	26.112	13:35:00	33.864	24.174	17:35:00	39.882	29.478	21:35:00	45.084	30.09
1:40:00	55.692	22.032	5:40:00	57.222	21.93	9:40:00	35.598	25.704	13:40:00	33.864	24.378	17:40:00	39.474	29.07	21:40:00	45.696	30.09
1:45:00	55.794	22.032	5:45:00	57.222	21.93	9:45:00	34.68	24.786	13:45:00	34.17	24.48	17:45:00	39.984	29.376	21:45:00	45.9	29.988
1:50:00	55.896	22.236	5:50:00	57.528	22.236	9:50:00	34.68	24.786	13:50:00	33.966	24.684	17:50:00	39.984	29.478	21:50:00	46.614	29.886
1:55:00	56.1	22.236	5:55:00	57.12	22.032	9:55:00	34.374	24.378	13:55:00	34.272	24.888	17:55:00	39.882	29.07	21:55:00	46.614	29.886
2:00:00	55.794	22.032	6:00:00	56.916	22.032	10:00:00	34.272	24.174	14:00:00	34.272	25.194	18:00:00	39.576	29.07	22:00:00	46.92	29.886
2:05:00	56.1	22.032	6:05:00	56.406	21.93	10:05:00	33.966	24.276	14:05:00	34.272	25.194	18:05:00	39.474	29.07	22:05:00	47.94	29.988
2:10:00	56.1	21.93	6:10:00	56.1	21.93	10:10:00	33.864	23.868	14:10:00	34.476	25.296	18:10:00	39.474	28.764	22:10:00	48.45	29.886
2:15:00	56.304	22.236	6:15:00	55.896	22.032	10:15:00	33.354	23.664	14:15:00	34.476	25.602	18:15:00	39.372	28.968	22:15:00	48.552	29.07
2:20:00	56.304	21.93	6:20:00	55.488	21.93	10:20:00	33.456	23.766	14:20:00	34.884	25.602	18:20:00	39.168	29.07	22:20:00	48.654	29.07
2:25:00	56.406	22.032	6:25:00	55.284	21.624	10:25:00	33.252	23.256	14:25:00	34.68	25.704	18:25:00	39.066	28.764	22:25:00	49.572	27.03
2:30:00	56.304	22.236	6:30:00	54.876	21.93	10:30:00	33.354	23.358	14:30:00	35.088	25.908	18:30:00	39.168	29.376	22:30:00	50.694	22.44
2:35:00	56.712	22.032	6:35:00	53.958	21.624	10:35:00	33.048	22.95	14:35:00	35.292	26.52	18:35:00	39.576	29.376	22:35:00	50.898	22.44
2:40:00	56.61	22.236	6:40:00	53.856	21.828	10:40:00	33.048	22.848	14:40:00	35.394	26.52	18:40:00	39.168	28.968	22:40:00	51.204	22.338
2:45:00	56.712	22.236	6:45:00	53.448	22.032	10:45:00	32.844	22.95	14:45:00	35.598	26.724	18:45:00	39.066	28.968	22:45:00	51.408	22.44
2:50:00	56.712	22.236	6:50:00	53.04	22.032	10:50:00	32.946	22.95	14:50:00	35.802	26.724	18:50:00	38.76	29.172	22:50:00	51.816	22.44
2:55:00	56.916	22.236	6:55:00	52.53	21.522	10:55:00	32.844	22.848	14:55:00	35.802	27.132	18:55:00	39.882	29.172	22:55:00	51.918	22.44
3:00:00	56.712	22.032	7:00:00	52.02	21.828	11:00:00	32.742	22.848	15:00:00	36.108	27.336	19:00:00	39.678	29.172	23:00:00	52.122	22.236
3:05:00	57.12	22.236	7:05:00	52.02	21.828	11:05:00	32.538	22.746	15:05:00	36.108	27.336	19:05:00	39.168	28.764	23:05:00	52.53	22.848
3:10:00	56.814	22.032	7:10:00	51.102	21.828	11:10:00	32.844	22.95	15:10:00	36.108	27.54	19:10:00	39.372	29.478	23:10:00	52.53	22.44
3:15:00	57.12	22.236	7:15:00	50.592	21.828	11:15:00	32.742	22.746	15:15:00	36.516	27.948	19:15:00	39.474	29.172	23:15:00	52.836	22.44
3:20:00	57.222	21.93	7:20:00	50.592	21.93	11:20:00	32.334	22.542	15:20:00	37.026	28.254	19:20:00	39.168	28.662	23:20:00	52.938	22.338
3:25:00	57.12	22.032	7:25:00	47.634	29.478	11:25:00	32.844	22.848	15:25:00	36.72	28.458	19:25:00	39.474	29.376	23:25:00	53.244	22.44
3:30:00	57.222	22.032	7:30:00	46.818	29.07	11:30:00	32.538	22.95	15:30:00	36.618	28.458	19:30:00	39.984	29.58	23:30:00	53.346	22.44
3:35:00	57.222	22.236	7:35:00	46.206	29.07	11:35:00	32.232	22.338	15:35:00	37.23	28.764	19:35:00	39.882	29.172	23:35:00	53.346	22.338
3:40:00	57.324	22.236	7:40:00	45.9	28.968	11:40:00	32.232	22.44	15:40:00	37.332	28.968	19:40:00	39.882	29.58	23:40:00	53.856	22.236
3:45:00	57.222	22.236	7:45:00	45.594	29.07	11:45:00	32.232	22.44	15:45:00	37.23	28.968	19:45:00	39.984	29.376	23:45:00	53.754	22.44
3:50:00	57.222	22.032	7:50:00	45.084	28.764	11:50:00	32.232	22.542	15:50:00	37.638	29.478	19:50:00	39.984	29.376	23:50:00	53.856	22.338
3:55:00	57.324	21.93	7:55:00	44.88	29.172	11:55:00	32.436	22.746	15:55:00	38.046	29.886	19:55:00	40.494	29.58	23:55:00	53.958	22.338

Anexo N°14: PLANO CLAVE DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE N°01 Y N°02





Anexo N°16: PLANO EN PLANTA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE N°02



## Anexo N°17: JUICIO DE EXPERTOS

### EXPERTO N° 1

#### INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN Análisis de Validez y Confiabilidad

**PROYECTO DE TESIS:** "MEJORAMIENTO DE OPERATIVIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA SU FUNCIONAMIENTO ÓPTIMO UTILIZANDO VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN - CHOQUELIHUE - PUNO 2021"

**AUTORES:** PAURO MAMANI, Joaquin Diego y VILCA CALLATA, Fidel Isidro

Validación de los Instrumentos de Medición		VALIDEZ - RANGO					TOTAL:	0.96
		Instrumento	Validez nula: 0.53 a menos	Validez baja: 0.54 a menos 0.59	Valida: 0.60 a 65	Muy Valida: 0.66 a 71	Exelente Validez: 0.72 a 0.99	Validez Perfecta: 1
Items Aspectos Generales							0.99	
I	Ubicación							
	Localidad : Choquehuhue							
	Departamento : Puno							
	Pais : Perú							
II	Condiciones del Sistema Actual						0.87	
	Funcionamiento deficiente en cuanto a presión	Inspección in situ						
	Diagrama de presiones sin válvula reductora de presión	WaterGEMS						
III	Recoleccion de Datos (FICHA DE CAMPO)						0.95	
	Identificación de fallas	Ficha de campo de trabajo						
	Preguntas relevantes							
IV	Diseño actual con WaterGEMS del sistema de agua potable						0.97	
	Parametros de Diseño	Trabajo en gabinete						
	Caudal de diseño							
	Poblacion Actual							
	Diametro de Tuberia asumido							
Presion Generada en el Sistema, Modelado con WaterGEMS								
V	Levantamiento Topografico del Proyecto actual						0.99	
	Datos topograficos (Coordenadas UTM Norte, Este, Altura)	Inspección in situ y procesamiento en gabinete						
	Procesamiento de curvas de Nivel del area de estudio							
VI	Calculo Hidraulico de los Sistemas de Agua Potable N°01 y N°02						0.98	
	Formulas	Software GaterGEMS						
	Software							
VII	Incorporación de válvula reductora en el Sistema Actual						0.99	
	Puntos estrategicos de colocacion de Valvulas	WaterGEMS						
	Analisis de diagrama de presiones con válvula reductora de presión							
VIII	Planos definitivos como una propuesta con valvulas reductoras de presión						0.98	
	Plano en Planta del Sistema de Agua Potable N°1	AutoCAD y WaterGEMS						
	Plano en Planta del Sistema de Agua Potable N°2							

<b>DATOS</b> NOMBRE DEL EXPERTO : <i>Gregorio Quispe Quispe</i> REGISTRO CIP : <i>78146</i> ESPECIALIDAD : <i>Ingeniero Civil</i>	 GREGORIO QUISPE QUISPE CIP: 78146 INGENIERO CIVIL FIRMA
--	---

**EXPERTO N° 2**

**INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN**  
**Análisis de Validez y Confiabilidad**

**PROYECTO DE TESIS: "MEJORAMIENTO DE OPERATIVIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA SU FUNCIONAMIENTO ÓPTIMO UTILIZANDO VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN - CHOQUELIHUE - PUNO 2021"**

**AUTORES: PAURO MAMANI, Joaquin Diego y VILCA CALLATA, Fidel Isidro**

Validación de los Instrumentos de Medición		VALIDEZ - RANGO						TOTAL:
		Instrumento	Validez nula: 0.53 a menos	Validez baja: 0.54 a menos 0.59	Valida: 0.60 a 65	Muy Valida: 0.66 a 71	Exelente Validez: 0.72 a 0.99	Validez Perfecta: 1
								0.94
Items	Aspectos Generales						0.99	
I	Ubicación							
	Localidad : Choqueilihue							
	Departamento : Puno							
	Pais : Perú							
II	Condiciones del Sistema Actual						0.85	
	Funcionamiento deficiente en cuanto a presion Diagrama de presiones sin válvula reductora de presion	Inspección in situ WaterGEMS						
III	Recoleccion de Datos (FICHA DE CAMPO)						0.90	
	Identificación de fallas	Ficha de campo de trabajo						
	Preguntas relevantes							
IV	Diseño actual con WaterGEMS del sistema de agua potable						0.95	
	Parametros de Diseño							
	Caudal de diseño	Trabajo en gabinete						
	Poblacion Actual							
	Diametro de Tuberia asumido							
Presion Generada en el Sistema, Modelado con WaterGEMS								
V	Levantamiento Topografico del Proyecto actual						0.99	
	Datos topograficos (Coordenadas UTM Norte, Este, Altura)	Inspección in situ y procesamiento en gabinete						
	Procesamiento de curvas de Nivel del area de estudio							
VI	Calculo Hidraulico de los Sistemas de Agua Potable N°01 y N°02						0.95	
	Formulas	Software GalerGEMS						
	Software							
VII	Incorporación de válvula reductora en el Sistema Actual						0.95	
	Puntos estrategicos de cobcacion de Valvulas	WaterGEMS						
	Analisis de diagrama de presiones con válvula reductora de presion							
VIII	Planos defenitivos como una propuesta con valvulas reductoras de presion						0.95	
	Plano en Planta del Sistema de Agua Potable N°1	AutoCAD y WaterGEMS						
	Plano en Planta del Sistema de Agua Potable N°2							

DATOS	 ROGELIO APAZA CAHUACHIA INGENIERO CIVIL CIP 65996	
NOMBRE DEL EXPERTO :		ROGELIO APAZA CAHUACHIA
REGISTRO CIP :		65996
ESPECIALIDAD :		INGENIERO CIVIL

**FIRMA**

**EXPERTO N° 3**

**INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN**  
**Análisis de Validez y Confiabilidad**

**PROYECTO DE TESIS: "MEJORAMIENTO DE OPERATIVIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA SU FUNCIONAMIENTO ÓPTIMO UTILIZANDO VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN - CHOQUELIHUE - PUNO 2021"**

**AUTORES: PAURO MAMANI, Joaquin Diego y VILCA CALLATA, Fidel Isidro**

Validación de los Instrumentos de Medición		VALIDEZ - RANGO						TOTAL:
		Instrumento	Validez nula: 0.53 a menos	Validez baja: 0.54 a menos 0.59	Valida: 0.60 a 65	Muy Valida: 0.66 a 71	Exelente Validez: 0.72 a 0.99	Validez Perfecta: 1
								0.95
Items	Aspectos Generales						0.98	
I	Ubicación							
	Localidad : Choqueh hue							
	Departamento : Puno							
	País : Perú							
II	Condiciones del Sistema Actual						0.89	
	Funcionamiento deficiente en cuanto a presión	Inspección in situ						
	Diagrama de presiones sin válvula reductora de presión	WaterGEMS						
III	Recolección de Datos (FICHA DE CAMPO)						0.94	
	Identificación de fallas	Ficha de campo de trabajo						
	Preguntas relevantes							
IV	Diseño actual con WaterGEMS del sistema de agua potable						0.96	
	Parametros de Diseño	Trabajo en gabinete						
	Caudal de diseño							
	Poblacion Actual							
	Diametro de Tuberia asumido							
	Presion Generada en el Sistema, Modelado con WaterGEMS							
V	Levantamiento Topografico del Proyecto actual						0.98	
	Datos topograficos (Coordenadas UTM Norte, Este, Altura)	Inspección in situ y procesamiento en gabinete						
	Procesamiento de curvas de Nivel del area de estudio							
VI	Calculo Hidraulico de los Sistemas de Agua Potable N°01 y N°02						0.99	
	Formulas	Software						
	Software	WaterGEMS						
VII	Incorporación de válvula reductora en el Sistema Actual						0.94	
	Puntos estrategicos de colocacion de Valvulas	WaterGEMS						
	Análisis de diagrama de presiones con válvula reductora de presión							
VIII	Planos definitivos como una propuesta con valvulas reductoras de presión						0.95	
	Plano en Planta del Sistema de Agua Potable N°1	AutoCAD y WaterGEMS						
	Plano en Planta del Sistema de Agua Potable N°2							

DATOS		 WILLIAM F. FLORES ALEJO INGENIERO CIVIL CP: 59818 FIRMA
NOMBRE DEL EXPERTO :	William F. Flores Alejo	
REGISTRO CIP :	59816	
ESPECIALIDAD :	Ingeniero Civil	