



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Propuesta de calibración en redes de distribución mediante  
software computacional para la gestión de recursos hídricos-  
Pillcomarca 2022

**AUTOR:**

Ortega Bazan, Eli (orcid.org/0000-0003-0278-2336)

**ASESOR:**

MBA. Vildoso Flores, Alejandro (orcid.org/0000-0003-3998-5671)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y adaptación al cambio climático

**HUARAZ — PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Dedico mi investigación a Dios, por el amor, la sabiduría y la salud que nos brinda cada día, también a mis padres; Ricardo y Epifanía por apoyo incondicional, por inculcarme valores, principios, cariño y la paciencia también a mi sobrino John Ricardo y mi novia efro, y en la memoria de Hna. yovana.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por la vida, a mis padres por ese ánimo y la fuerza para seguir creciendo profesionalmente, también a la Universidad César Vallejo por permitirme desarrollar profesionalmente para optar mi título profesional. y a mi asesor Ing. Alejandro Vildoso por el tiempo y la paciencia y a los profesionales ingenieros, Yony Rodríguez Minaya por transmitir ese conocimiento y liderazgo.

## Índice de contenidos

<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
índice de tablas .....	v
índice de ilustraciones .....	vi
índice de figuras .....	vii
índice de ecuaciones .....	ix
<b>RESUMEN</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>I.- INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	5
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	39
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	39
3.2. Variables y operacionalización:.....	39
3.3. Población, muestra y muestreo.....	40
3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos.....	41
3.5. Instrumento de recolección de datos .....	41
3.6. Procedimientos.....	43
3.7 Análisis de datos.....	44
3.8 Aspectos éticos.....	44
<b>V. RESULTADOS</b> .....	45
<b>VI. DISCUSIÓN</b> .....	81
<b>VII. CONCLUSIONES</b> .....	86
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	88
Referencias .....	89
<b>ANEXOS</b> .....	94

## Índice de tablas

<b>TABLA 1: Velocidad Máxima En Tuberías De La Red De Distribución De Agua</b>	
Para Consumo Humano.....	19
TABLA 2: Coeficiente De Hazan-Williams.....	27
TABLA 3: Coeficientes De Manning Según Material.....	28
TABLA 4 Presiones Medidos En Campo De Los (08) Nodos Correspondientes	
Al Gradiente Hidráulicos. ....	58
TABLA 6: Caudal Medido En Campo En Los Ocho Nodos Correspondientes A	
Gradientes Hidráulicas.....	58

## Índice de Ilustraciones

<b>ILUSTRACIÓN 1</b>	Coloración De Las Tubería.....	53
<b>ILUSTRACIÓN 2</b>	Puntos De Dispersión.....	57
<b>ILUSTRACIÓN 3</b>	Reservorio De 100 M3. Del Sector 04.....	67
<b>ILUSTRACIÓN 4</b>	Puerta De Ingreso Al Reservorio De 100 M3. Del Sector 04.....	67
<b>ILUSTRACIÓN 5</b>	Recolección De Datos En Campo.....	68
<b>ILUSTRACIÓN 6</b>	Medición De Datos En Campo.....	69
<b>ILUSTRACIÓN 7</b>	Resultados De Las Encuestas.....	70
<b>ILUSTRACIÓN 8</b>	Resultados De Las Encuestas.....	70
<b>ILUSTRACIÓN 9</b>	Resultado De Las Encuestas.....	71
<b>ILUSTRACIÓN 10</b>	Respuesta De La Encuestas.....	71
<b>ILUSTRACIÓN 11</b>	Resultados De Las Encuestas.....	72
<b>ILUSTRACIÓN 12</b>	Resultado De Las Encuestas.....	72
<b>ILUSTRACIÓN 13</b>	Resultados De Las Encuestas.....	73
<b>ILUSTRACIÓN 14</b>	Resultados De Las Encuestas.....	73
<b>ILUSTRACIÓN 15</b>	Resultado De Las Encuestas.....	74
<b>ILUSTRACIÓN 16</b>	Resultado De Las Encuestas.....	74
<b>ILUSTRACIÓN 17</b>	Resultado De Las Encuestas.....	75
<b>ILUSTRACIÓN 18</b>	Resultados De Las Encuestas.....	75
<b>ILUSTRACIÓN 19</b>	Resultado De Las Encuestas.....	76
<b>ILUSTRACIÓN 20</b>	Resultado De Las Encuestas.....	76
<b>ILUSTRACIÓN 21</b>	Resultado De Las Encuestas.....	77
<b>ILUSTRACIÓN 22</b>	Resultado De Las Encuestas.....	77
<b>ILUSTRACIÓN 23</b>	Resultado De Las Encuestas.....	78
<b>ILUSTRACIÓN 24</b>	Realizando Encuesta A La Población.....	78
<b>ILUSTRACIÓN 25</b>	Realizando Encuestas A La Población.....	79
<b>ILUSTRACIÓN 26</b>	Puerta De Ingreso Al Reservorio De 100 M3. Del Sector 04.....	125
<b>ILUSTRACIÓN 27</b>	Reservorio De 100 M3. Del Sector 04.....	125
<b>ILUSTRACIÓN 28</b>	Realizando Encuestas A La Población.....	126
<b>ILUSTRACIÓN 29</b>	Realizando Encuesta A La Población.....	126
<b>ILUSTRACIÓN 30</b>	Realizando Encuestas A La Población.....	127
<b>ILUSTRACIÓN 31</b>	Verificación De Presiones Del Agua.....	127

## Índice de figuras

<b>figura 1</b>	Metodología De Investigación. (Diagrama De Flujo) .....	8
<b>Figura 3</b>	Teorema De Bernoulli .....	17
<b>Figura 4</b>	Ecuación De La Energía En Un Tramo De Tubería.....	21
<b>Figura 5</b>	Equilibrio De Fuerzas En Una Porción De Tuberías. ....	24
<b>Figura 6 Diagrama</b>	De Perdidas Hidráulicas.....	29
<b>Figura 7</b>	Algoritmo Genetico .....	32
<b>Figura 8</b>	Gestion De Recursos Hidricos .....	36
<b>Figura 9</b>	Esquema De Influencia. ....	37
<b>Figura 10</b>	Mapa Politico Del Perú.....	45
<b>Figura 11</b>	Mapa Del Departamento De Huanuco .....	46
<b>Figura 12</b>	Mapa De La Provincia De Huánuco. ....	46
<b>Figura 13</b>	Mapa Politico De Pillcomarca.....	47
<b>Figura 14</b>	Redes De Distribución Del Sector 04. ....	48
<b>Figura 15</b>	Conexiones Principales de la Red de Distribucion .....	49
<b>Figura 16</b>	Curvas De Nivel Del Sector 04.....	49
<b>Figura 17</b>	Red De Conexiones De Acuerdo A Su Topografía.....	50
<b>Figura 18</b>	Conexiones Domiciliaria De La Red En Formato Shp.....	51
<b>Figura 19</b>	Caudales Unitarios En La Tabla De Atributos Del Arcgis .....	51
<b>Figura 20</b>	Redes De Distribución En El Watercad.....	52
<b>Figura 21</b>	Importación De Elevación De Terrenos A Nodos, Válvula Reductora De Presión Y Reservorio.....	54
<b>Figura 22</b>	Importación De Elevación De Terreno A Nodos, Válvulas Reductoras De Presión Y Reservorio. ....	55
<b>Figura 23</b>	Simulación Hidráulica En La Red.....	55
<b>Figura 24</b>	Ubicación De Nodos Para La Medición De Presión Y Tramos De Tubería Para La Medición De Caudal.....	56
<b>Figura 25</b>	Colocando Valores De Gradiente Hidráulica Y Caudal Para La Calibracion.....	58
<b>Figura 26</b>	Restricción A La Rugosidad De La Tubería. ....	59
<b>Figura 27</b>	Resultado De Calibracion De La Gradiente Hidráulica.....	60
<b>Figura 28</b>	Resultado De Calibracion Del Caudal. ....	60

<b>Figura 29</b>	Valores Asignados Y Ajustados De Las Demandas En Los Nodos. ....	61
<b>Figura 30</b>	Valores Iniciales Y Ajustados De Rugosidad En Las TUBERIAS.....	62
<b>Figura 31</b>	Representación Gráfica De La Calibración De La Gradiente Hidráulica. ....	63
<b>Figura 32</b>	Representación Gráfica De La Calibración De La Gradiente Hidráulica. ....	63
<b>Figura 33</b>	Comportamiento De Las Demandas Del Modelo Inicial Y El Calibrado.....	64
<b>Figura 34</b>	Comportamiento De La Gradiente Hidráulica Del Modelo Y El Calibrado.....	64
<b>Figura 35</b>	Reservorio De 100 M3 En El Sector 04.....	65
<b>Figura 36</b>	Corte Y Detalles Del Reservorio De 100 M3 .....	66
<b>Figura 37</b>	Planta Del Reservorio De 100 M3-Refuerzos De Pared Cilíndrica, Anillo Y Cúpula.....	66
<b>Figura 25</b>	Colocando Valores De Gradiente Hidráulica Y Caudal Para La Calibracion. ....	81
<b>Figura 27</b>	Resultado De Calibración De La Gradiente Hidráulica.....	81
<b>Figura 28</b>	Resultado De Calibración Del Caudal. ....	82
<b>Figura 26</b>	Restricción A La Rugosidad De La Tubería. ....	83
<b>Figura 30</b>	Valores Iniciales Y Ajustados De Rugosidad En Las Tuberías.....	83
<b>Figura 31</b>	Representación Gráfica De La Calibracion De La Gradiente Hidráulica. ....	84
<b>Figura 32</b>	Representación Gráfica De La Calibracion De La Gradiente Hidráulica. ....	85
<b>Figura 30</b>	Valores Iniciales Y Ajustados De Rugosidad En Las Tuberías. ....	86
<b>Figura 27</b>	Resultado De Calibración De La Gradiente Hidráulica.....	86

## Índice de Ecuaciones

<b>ECUACIÓN 1</b>	Teorema De Bernoulli. ....	17
<b>ECUACIÓN 2</b>	Energía Potencial .....	18
<b>ECUACIÓN 3</b>	Efectos De La Viscosidad .....	18
<b>ECUACIÓN 4</b>	Efecto De La Gravedad.....	18
<b>ECUACIÓN 5</b>	Velocidad .....	19
<b>ECUACIÓN 6</b>	Presión .....	20
<b>ECUACIÓN 7</b>	Conservación De La Masa. ....	20
<b>ECUACIÓN 8</b>	Conservación De Las Masas. ....	21
<b>ECUACIÓN 9</b>	Ecuación De Energía.....	22
<b>ECUACIÓN 10</b>	Ecuación De Potencia.....	23
<b>ECUACIÓN 11</b>	Darcy-Weishbach.....	24
<b>ECUACIÓN 12</b>	Ecuación De Darcy Para El Flujo Turbulento.....	25
<b>ECUACIÓN 13</b>	Ecuación De Flujo .....	25
<b>ECUACIÓN 14</b>	Coeficiente De Darcy. ....	25
<b>ECUACIÓN 15</b>	Ecuación De Hazen-Williams.....	26
<b>ECUACIÓN 16</b>	La Ecuación De Hazen-Williams.....	26
<b>ECUACIÓN 17</b>	Ecuación De Manning.....	27
<b>ECUACIÓN 18</b>	Velocidad De Chezy.....	27
<b>ECUACIÓN 19</b>	Caudal De Flujo. ....	27
<b>ECUACIÓN 20</b>	Perdidas De Carga.....	27

## RESUMEN

La importancia de la calibración en una red de distribución es comparar los datos observados en campo y los datos simulados por un modelo para identificar los errores, para determinar una correcta toma de decisiones, para dar una solución óptima, fiable y con mayor entendimiento para una mejor operación y mantenimiento de un sistema de una red de distribución de agua potable. Por ello esta investigación tiene como objetivo proponer la calibración en redes de distribución mediante un software computacional para la gestión de recursos hídricos Pillcomarca 2022. La metodología empleada en esta investigación es cualitativo, cuantitativo, de manera descriptivo, transversal con un enfoque mixto. con diseño no experimental de nivel correlacional, la población y la muestra fue de manera aleatorio conexiones domiciliarias perteneciente a un nudo. técnica empleada son observaciones, análisis documentales, encuestas. Instrumentos empleados fueron, fichas técnicas de diagnóstico, fichas técnicas de campo, planos topográficos, planos catastrales, revisiones bibliográficas, reportes del software computacional, información del INEI. Realizando ya el trabajo de campo y gabinete se obtuvo un resultado que el modelo calibrado sirve para identificar errores, permite entendimiento, soluciona problemas de manera cuantitativamente ayudando a una buena decisión en la gestión técnica, gestión económica y gestión social.

**PALABRA CLAVE:** Calibración, redes de distribución, gestión de recursos hídricos.

## **ABSTRACT**

The importance of calibration in a distribution network is to compare the data observed in the field and the data simulated by a model to identify errors, to determine correct decision making, to provide an optimal, reliable and better understanding solution for a better operation and maintenance of a drinking water distribution network system. Therefore, this research aims to propose calibration in distribution networks using computer software for the management of water resources Pillcomarca 2022. The methodology used in this research is qualitative, quantitative, descriptive, transversal with a mixed approach. With a non-experimental correlational level design, the population and the sample were randomly connected to households belonging to a node. technique used are observations, documentary analysis, surveys and instruments used were, diagnostic technical sheets, field technical sheets, topographic plans, cadastral plans, bibliographic reviews, computer software reports, INEI information. Carrying out the field and cabinet work, a result was obtained that the calibrated model serves to identify errors, allows understanding, solves problems quantitatively, helping to make a good decision in technical management, economic management and social management.

**KEYWORDS:** Calibration, distribution networks, water resources management.

## I.- INTRODUCCIÓN

En el ámbito internacional: (DIA MUNDIAL DEL AGUA, 2014) Debido al crecimiento poblacional en este siglo XXI, se propone un modelo de calibración con un software computacional para la gestión de recursos hídricos para facilitar y enfrentar a un desafío del cuidado y condición de sensibilizar en el cuidado del agua, en lugares de falta de agua sobre todo en zonas áridas y semiáridas. donde se han venido creando ONG, fundaciones, organizaciones gubernamentales, simposios de gobiernos. Así mismo en las investigaciones se venido trabajando implementando como; herramientas, métodos, para así poder incrementar del desarrollo socioeconómico y humano en de manera explícita e intensa. los gobernantes agendan y debaten políticas públicas por preocupaciones debido a esta problemática, más allá de satisfacer la necesidad a la población con un sistema de redes distribución mejor planificado para su abastecimiento. Por tal efecto se busca una elección que propone un modelo de calibración en redes de distribución de manera que sea fácil de usar para llegar a una solución más sostenible de este líquido elemental, siendo una necesidad para una sociedad moderna. Sin embargo. A nivel nacional: En las tres regiones naturales, falta un análisis general de velar nuestros recursos hídricos para realizar un modelo de calibración en las redes de distribución, ya que hay un incremento poblacional donde seguimos viendo en déficit la necesidad de este elemento primordial del agua potable para el consumo humano. debido a las pérdidas de agua, la mala gestión de los recursos hídricos y la mala calidad del agua. En el año móvil febrero 2019-2020, el 90,8% (29 millones 472 mil 50) de la población accede a agua potable para consumo humano proveniente de una red pública, íntimamente a la vivienda, excepto el vivero. Según área de las habitantes, el 95,0% de la población del lado urbana accede al servicio, en tanto en el ámbito rural representa el 75,5%. Sin embargo, no cuenta con una gestión hídricos las 24 horas. sin variar funcionabilidad y sin perdidas optimizando el agua potable. en tal efecto debido a esta problemática, esta investigación va agregar las propuestas de calibración para una mejor planificación, toma de decisiones en uso adecuado de los recursos hídricos en el Perú. Por otro lado, a nivel regional: Conociendo las zonas altas, como bajas del departamento de Huánuco y sus provincias, seguimos careciendo de agua potable debido a qué no se cuenta con un modelo de calibración

en redes de distribución para una gestión de recursos hídricos, ocasionando la falta de agua con una restricción casi un 54 % de consumo. por ello esta investigación propone implementar procedimientos para gestionar adecuadamente los recursos hídricos y calibración en redes de distribución de agua potable. para obtener un desarrollo factible y resultados óptimos, que permite una gestión del recurso hídrico mediante la operación adecuada de la infraestructura, incrementando su productividad aprovechando sus funciones para toda la población huanuqueña.

Por ello, se plantea la **problemática general** ¿De qué manera influirá la propuesta de calibración en redes de distribución mediante software computacional en la gestión de recursos hídricos - Pillcomarca 2022? en efecto se formularon los **problemas específicos** ¿Qué parámetros son los que influyen en la calibración de redes de distribución? ¿Cuál es el planteamiento del modelo para realizar la calibración en redes de distribución? ¿El modelo calibrado de redes de distribución influirá en la gestión de recursos hídricos?

En efecto la **justificación teórica** Es para estimar las presiones dinámicas existentes en las redes de distribución y calibración hidráulica para agua potable en distintas regiones y zonas similares del Perú, para su mejor gestión de recursos hídricos usando las herramientas propuesta en esta investigación. y tambien crear un antecedente más para las futuras investigaciones aportando una mejor visión para los años venideros. y para optimizar el cuidado de los recursos hídricos.

Además, se tiene una **justificación metodológica**: Para ejecutar y cumplir los objetivos propuestos con guías metodológicas de la investigación, se llevará, evaluaciones, formulas matemáticos, datos estadísticos, métodos de recolección de datos en campo, antecedentes con investigaciones similares y toda la recopilación de datos necesarios. Esta investigación es cuantitativa, del procesamiento y análisis de toda esta información se obtendrá un resultado con el cual se va evidenciar la afirmación o la negación de las hipótesis planteadas en esta investigación, lo cual nos servirá como una alusión posterior a las investigaciones del tema. Así mismo la propuesta es calibración a redes hidráulicas de agua potable, que permitirá utilizar para futuros trabajos similares en otras regiones.

Por otro lado, la **justificación técnica**: Ya teniendo antecedentes que inferir de calibración, evaluaciones de redes de distribución de agua potables como; en zonas

urbanas y rurales en proyectos existentes y futuras y esa necesidad de contar con una propuesta de guías, herramientas y manuales, para mejorar la gestión de los recursos hídricos para una causa justa y óptimo. adoptando positivamente a ese modelado analizado y evaluado para una función hidráulica para evitar pérdidas de flujo, la falta de abastecimientos, y correcto funcionamiento.

Así mismo en la **justificación social**: Esta investigación permitirá una mejor visión de tomar decisiones para mejorar y generar beneficios a la población, en sus redes calibrados de distribución de agua potable como: acceso a la cantidad y calidad adecuada del recurso hídrico. como tambien mejorar la planificación en los proyectos de ingeniería hidráulica cuidando su abastecimiento, contaminación, sensibilización al cuidado del agua potable, cuidando el medio ambiente de manera íntegra.

En justificación económica: Con esta propuesta de calibración de redes de distribución veremos tambien las actividades económicas que genera déficit en las empresas y/o en la población que administran sus recursos hídricos. además, permitirá atender las nuevas necesidades y consultas que genere una gestión de recursos de manera adecuada con las empresas prestadoras de servicio de saneamiento, tendrán menor inversión en trabajos de operación y mantenimiento y los usuarios tendrán la posibilidad de realizar un pago a través de tarifas razonables por el servicio. por tanto, la justificación ambiental Se contará con mejor cuidado en la evaluación y calibración hidráulica en las redes de distribución de agua potable, identificando para que sean sostenibles, practicables, replicables e implementadas para su gestión de los recursos hídricos, a través de consumo del volumen necesario, con la cual se optimizara el uso del recurso. fundamentados siempre con las normas técnicas, guías y manuales del ministerio del ambiente y entidades relacionadas que es muy importante. De tal manera el objetivo general Es Proponer la calibración en redes de distribución mediante software computacional para la gestión de recursos hídricos, Pillcomarca 2022. Siendo los objetivos específicos Establecer los parámetros de calibración de las redes de distribución con un software computacional para recursos hídricos, Pillcomarca 2022. Elaborar el modelo calibrado de las redes de distribución con un software computacional, Pillcomarca 2022. Proponer metodologías de gestión de recurso hídricos en base a modelo calibrado, Pillcomarca 2022.

la **hipótesis general**; La propuesta de calibración en redes de distribución mediante software computacional influye positivamente en el planteamiento de una gestión de recurso hídricos, Pillcomarca 2022.

las **hipótesis específicas**; Los parámetros que influyen en la calibración de las redes de distribución son el coeficiente de rugosidad, caudal y estado de las infraestructuras. El planteamiento del modelo para calibración de redes de distribución se realiza mediante datos de campo con el uso de software computacional. El modelo calibrado de redes de distribución influye de manera positiva en la gestión de recurso hídricos.

## II. MARCO TEÓRICO

A los antecedentes para esta investigación a nivel internacional: Se tiene a (ARMENDARIZ, 2020) En este análisis se tiene como objetivo Construir un modelo funcional, sencillo de entender y de manejar para los usuarios, y con un tiempo de cálculo reducido para que sirva como herramienta durante la explotación de la red. por ello los usuarios puedan adelantarse y prever el comportamiento de la red ante cualquier actuación o avería. de la misma manera los operarios, trabajadores de mantenimiento, podrán ejecutar las maniobras con mayor seguridad y convencimiento. utilizando datos observados después de la calibración del modelo ya que los resultados se considerarán fiables. Se empleando una metodología cuasi-estático y se ha usado como el programa de computador Epanet y la instrumento de Toolkit. Para realizar el modelamiento, tambien ser fragmento del guía de GIS en el que se encuentra el conjunto de la red, con los datos considerados. Opteniendo Resultados El modelo calibrado nos muestra los resultados. donde es posible seleccionar y verificar qué parámetros se quiere mostrar en las tuberías y en los nudos. Cada tubería y nudo tendrá su valor y un color relacionado con el resultado obtenido. Para mostrar los resultados hay una escala de colores que es muy fácil de modificar. Además, las tuberías de la red adoptarán un grosor diferente dependiendo del resultado haciendo el modelo más vistoso y fácil de interpretar. Por ejemplo, las tuberías que llevan más caudal tendrán una densidad mayor y las que lleven menos se incorporarán más exquistas. En conclusiones en este modelo calibrado se ha conseguido el objetivo de bajar el error medio del modelo del 5% en presiones y niveles de depósitos, y del 10% en caudales, teniendo un modelo fiable de toda la red con resultados acordes a los establecidos en los ecuánimes. así mismo reduciendo tiempo de todas formas, hay que tener en cuenta que hay más componentes que afectan en la calibración, como pueden ser los caudalímetros. Estos aparatos de medición contienen errores a la hora de medir los caudales repercutiendo en la calibración del modelo. pero el modelo calibrado pueda ser de una gran ventaja para la tomar de disposiciones en el Telemando de las redes de suministro de agua potable de la Comarca de Pamplona.

(ROMERO, 2020) En esta investigación se detalla su objetivo como Formar una asistencia para la ayuda de una misión de la localidad de Machetá Cundinamarca,

con un prototipo y calibración en el software de Watercad. Ejecutando una sedición de catastro de las redes de colocación del fluido. A posterior realizar el Calibrado del prototipo con el fin de ganar un modelo que manifieste los contextos del sistema hidráulico. y planear un recurso de procedimiento a las problemáticas encontradas. aplicando una **metodología** cualitativa y descriptiva conceptualizando sus técnicas para precisar el proyecto de las problemas planteadas y Identificadas con el fluido bebible y el alcantarillado que es elemental, en las que se examinan ilustraciones, bosquejos y proyectos de edificación. Asumiendo en abalorio como disconformidad de los usuarios, por las fugas y o deterioros en redes de tuberías inconvenientes de infiltración y exfiltración en las redes de suministro de agua, errores periódicos en los vehículos de acopio de basura en las superficies y o fugas de lixiviados en los colmados sanitarios. opteniendo **resultados** donde accede contar las condiciones del abastecimiento existente de la red, en adverso demandas futuras del motivo de éxito para el tiempo de bosquejo para 2045 y establecer la perspectiva de la ayuda de tareas bajo las mismas condiciones. **conclusiones** La grafología de sensibleria de las inconstantes de calibración demostró que la red de disposición considera una incorporación de receptibilidad a la calibración presentando modelos con mayor adaptación, a la calibración por rugosidades, donde confrontando el desliz del prototipo original y la guía común amoldando por esta volátil no es característica, obligado a las minimas velocidades de la red. El estudio para la deliberación de la alternativa de mayor compostura se comete asumiendo en consideración los aspectos de recursos, las cuales se encuentran bajo la normatividad semejante. (ROMERO, 2020).

**(PATIÑO, 2021)**Se toma a modo objetivo Realizar un guía de gestión de suministro de red potable para las familias de la comunidad en la vereda Chaqira, municipio Carmen de Carupa, valuando las opciones del suministro, dirección al agua, sus actores alianzas, efectuar una ruta de gestión para el derecho al agua. empleando la metodología El desarrollo del proyecto social se distribuye por etapas en las cuales incentivaremos la participación comunitaria y la transferencia de conocimiento de la siguiente forma: recolección de datos, análisis de datos, evaluación, construcción de modelo de gestión de agua. opteniendo resultados y demostrar el aumento de vidas que se perciben mejorados por el modelo de gestión; por núcleo familiar que pertenecen a 12 familias para un total de 38 beneficiados. Tiempo de continuación en

la zona se muestra que el 58% de la población existe en la zona de influencia del proyecto hace más de 30 años y un 42% sobrante hace menos de 30 años, tiempo en el cual no han accedido al servicio del agua potable. conclusión se plantea un modelo de gestión de agua potable hacia las familias puedan permitir al servicio. Se ha verificado también que institucionalmente ha sido perjudicado el derecho al agua potable y por ende otros como la mesura humana y salud, ya que la ventaja de líquido vital mejora las situaciones de la población directamente beneficiada y se priorice el medio ambiente y que contribuyan con el mejoramiento continuo de la calidad de vida de esta población rural.

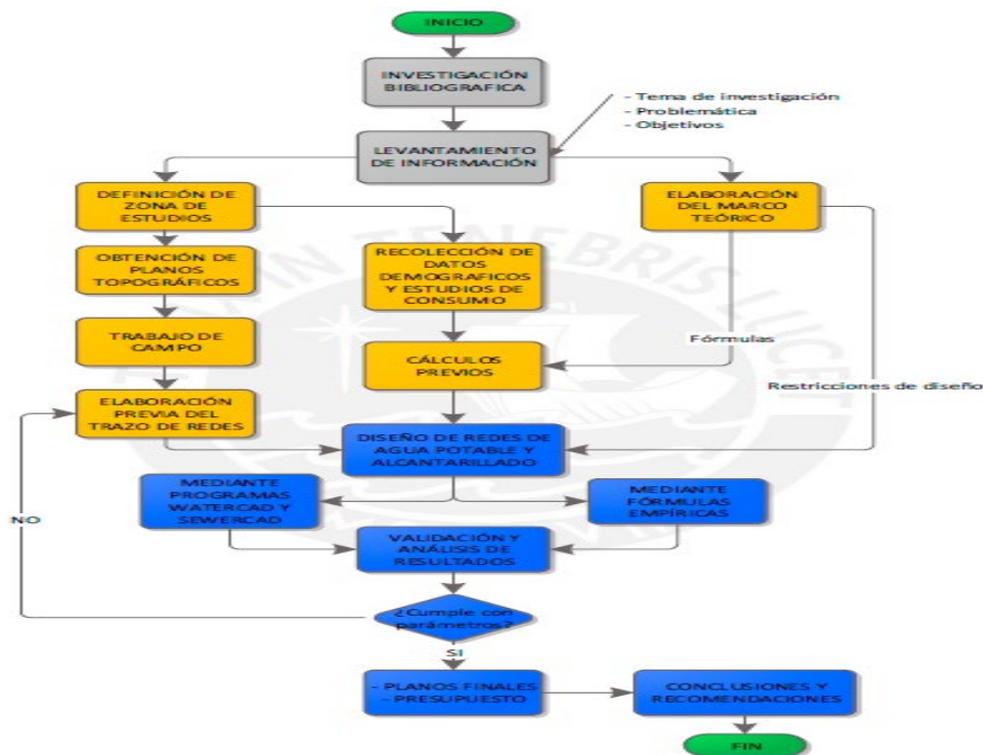
Adicionalmente contamos con **antecedentes nacionales** a (CHUQUIVIGUEL NUREÑA, 2017) Teniendo a modo **objetivo** Valuar el diseño de una red existente de agua potable sectorizada en empleo los factores de rugosidad y variación horaria calibrados. Utilizando la **metodología** Descriptiva. Diseño de Indagación, Experimental. obteniendo **resultados** variaciones existentes en la colaciones de presión y velocidad, opteniendo desiguales escenarios y parámetros calibrados reglados opteniendo; presiones y condiciones estáticas, comparaciones de condiciones de fuga, comparaciones de velocidad de condiciones estáticas, comparación de velocidades condición incendio, Comparación de Velocidades Condición Fuga. Llegando a **conclusiones** Para las redes calibradas y analizadas, se lograron en insitu los datos calibrados del Coeficientes de Rugosidad y factor de diferenciación en el horario que nivelan el lugar de de análisis. las atmósferas simuladas a escindir de la condición estáticas permitiendo lograr resultados que aportaron a la diferenciación media entre los modelos calibrados y normados OS 0.50, Una de los adelantos que logramos proponer gracias a la indagación de la red calibrada mediante EPS es el acontecimiento de la bombas, sistema de tuberías, por el patrón, como presiones en los nodos más críticos se encuentran dentro del estado que establece el RNE.

(VASQUEZ, 2020) El **objetivo** del proyecto es diseñar las redes de agua potable y alcantarillado de la Comunidad Campesina La Ensenada de Collanac en la Quebrada de Manchay condado de Pachacamac. En la cual se calculará el aprovisionamiento, posesiones medias habitual, caudal mayor diario, beneficios máximos horarios y arraigar las prácticas concretas y limitaciones de croquis en las redes de fluido potable y alcantarilla y utilizando los programas WaterCAD y SewerCAD proporcionalmente.

empleando la **metodología** En esta localización se sirve una atracción ascendente de determinar la línea de distribución de las acciones para proyectar la investigación. de esa manera esgrime un esquema de expansión metodológico que se muestra de la siguiente manera.

**Figura 1**

*Metodología de Investigación. (diagrama de flujo)*



Fuente: *Autor*

Obteniendo **resultados** Obtenidos se descende a permitir un interpretación equitativa en el plan de red del flujo con el programa watercad, y se confirmó la presión dinámica en puntos establecidos en toda la red sea máximo a 10 m. del término del flujo. (10 m H<sub>2</sub>O) y la presión estática a 50 m. También se verifico para evitar el deterioro por velocidades de afecto adentro de las tuberías Que no sobre pasan 3.0 m/s, adonde la velocidad máxima es de 0.99 m/s, de misma manera en las redes primarias la celeridad de necesidad ser máximo a los 0.60 m/s para excusar sedimentos por poca actividad de arrastre. Por partida el esquema seria adecuada por ejecutar con las normas OS. 050 de redes de colocación del flujo para consumo. También de los resultados del software wátercad se realiza el perfil hidráulico en la que se respeta las presiones cualquier jurisdicción de la red. Evidenciando el mérito

de la cámara reductora y controlando las presiones de pacto con las restricciones de la medida. Llegando a la **conclusión** Que se consiguió perfilar la red de consumo de flujo y alcantarillado en la Quebrada de Manchay paraje de Pachacamac. Por lo que se perfecciona la necesidad de representar la memoria de consumo para inquietar la posesión, de forma que se adquiera la infraestructura recomendada por la norma. Además, al proceder el análisis de consumo se considera el caudal más similar y precisa para obtener resultados considerando la Norma OS. 050. el software WaterCAD admite causar desiguales escenarios en adonde se puede convertir las características y diferentes fundamentos como el diámetro y material de las tuberías, caudales.

(VEGA, 2019)Esta investigación diseña como **objetivo** Calibrar la acontecimiento y modelo del procedimiento de suministro de flujo empleando el software Watercad, en el bosquejo de la red de agua. en San Antonio de Mala. utilizando la **metodología** descriptiva, correlacionales, explicativos y aplicativas y el enfoque es cuantitativo porque se consigue datos numéricos con respecto al modelamiento del sistema de flujo para el programa de las redes de práctica con el software Watercad. para el modelamiento de un sistema de redes de distribución potable. Llegando a los **resultados** El Watercad no es un programa sino un software más completo que beneficia con un sinfín de herramientas para su mejor presentación y modelamiento para distinto proyectos relacionados. obteniendo la **conclusión** Del modelamiento del sistema de abastecimiento de agua potable se realizó utilizando el programa Watercad, el cual se a usado de manera directa en el las redes de colocación, porque, representando diferentes modelos en software, se llega a diferir el más apto, el cual cumple con los requisitos de velocidad y presión.

(CHÁVEZ GARAY, 2020 )En la siguiente investigación se tiene como **objetivo** Ejecutar la sectorización de las redes de agua potable para el crecimiento de eficacia en el sistema de agua potable en Piura. Aplicando la **metodología** de búsqueda no práctico cuantitativa con las encuestas que se cumple sin transportar expresivamente los variables. Lo que se realiza y analiza es la investigación no real es analizando errores tal como se dan en su técnica, de manera consecutiva a investigar. La pesquisa que es aplicada, no experimental. la presente información se realiza la exploración para evidenciar la mejora del sistema de fluido con una información acogida de la red hidráulica. Llegando a **resultados** la plaza favorecida es 532,279

usuarios y para el año 2041 (espacio del diseño) es 822,547 usuarios. Los consumos máximos horarios de cada lista se establecieron para los años 2022 y 2041. Según la Norma OS.10 del R.N.E. La caudal nimia en el procedimiento de líquido bebestible es 10.31 m.c.a. Lo cual muestra que los servicios de las presiones del sistema son las correctas según la Norma OS.10 RNE. obteniendo las **conclusiones** De la captación que abastecimiento a distrito de castilla, Piura corre caudales máximos de 70 m<sup>3</sup>/s. que también suministra represa Poechos. por ello se determina los caudales máximos horarios para el sistema de acumulación a separar y predecir para los años 2022 y 2041. con el modelo en el software WaterGEMS obteniendo valores como presiones adecuadas en el sistema sectorizando del sistema de depósito de flujos en los distritos de Castilla, Piura. efectuando válvulas de control para brindar parámetros hidráulicos y presiones en los nodos para su funcionamiento aceptable.

Para realizar el estudio de una más amplia se tomará en cuenta como una guía a los siguientes. artículos publicados (GONZALES, 2019) Bajo el **objetivo** de establecer la velocidad media de circulación en el tubo, el autor emplea la enunciación de Martínez y Cabrera (2006). Dicha propuesta encuentra sustento para esta aplicación por la extensa condición de variación de profundidades de circulación de flujo de la conducción pasados entre 1954 y 2008 en el tubo. Con una **metodología** cualitativa, emplean para las descargas en canales con dispositivos de volumen establecidas, presencia de evaluaciones de parámetros, suficientemente seguras, para un amplio rango de variación de transporte de flujo y en caudales. Dando como **resultado** indicando la fórmula de Darcy aprueba verificar el valor de caudal reportado por carácter numérico. Llegando a las **conclusiones** evidencia del empleo de ecuaciones. En este sentido ha quedado demostrado que antes de la rehabilitación, la rugosidad del canal conservó una predisposición al alisamiento. La correcta evaluación de medidas de dificultosa cuantificación, en este asunto del coeficiente de rugosidad y por tanto de la rugosidad absoluta, admitió evaluación más objetiva del caudal de circulación en la sección de volumen del tubo.

(DOMINGOS DA SILVA, y otros, 2017)“En esta investigación se tiene como **objetivo** elaboración de un prototipo implícita de elevaciones (MDE) de aceptación con un valor espacial, con antecedentes de otras fuentes, para el modelo de métodos hidrológicos e hidráulicos, como fragmento de una habilidad para la delineación de una red de derrame pluvial. Usando **metodología** Aplicativa y modelación rigurosa. Se

emplearon métodos del estudio de Fourier y el filtrado digital para mitigar las dudas que representan en el MDE. En el asunto de filtrado del MDE se afirmó que el filtro elegido eliminaría de manera total las fluctuaciones específicas de altas frecuencias y desistiera solo los mecanismos de tendencias requeridas, de minimas repeticiones. Como **resultados** Se puede percatar, filtros fugaces presentando unas peculiaridades de extensiones que indican su baja calidad. donde indica que requiere mejorar la técnica para así encontrar y mejorar las holguras de un filtro semejante, al emplear de reiteradas veces y sucesivas. Muestra los factores de filtros bidimensionales de promedio gaussiano de 3x3 en técnicas de mando en el tiempo. Llegando a las **conclusiones** Donde se logra optimizar la eficacia de un modelo asignado a sistemas hidráulicas, creando su uso de manera resaltante de esta herramienta de manera ejemplar de Fourier y del afinado dactilar. Los experimentos analizados exponen que cuando se coloca un filtro con tipos de holguras de bajas aumenta consecutivamente un resultado de mayor calidad y conocimiento a la vez. la muestra que representa del MDE en el ambiente del tiempo (o del espacio) se aprecia subjetivamente una reducción de las amplitudes de las vacilaciones locales, lo que equivale a destacar las componentes de línea suave. Esta suavización se aprecia de manera objetiva a través de la representación de los MDE resultantes del filtrado. Estos espectros muestran la moderación lenta hasta la generar de los dispositivos de ruidos locales de altas repeticiones.

(VALENCIA, 2021) en esta indagación se coloca como **objetivos** emplear métodos de investigación geográfica (SIG) para la optimización del tiempo y delineación en tramas de colocación de agua potable para elaboración de identificaciones de ingreso a manera de las alturas, áreas concernientes y demanda en base de los lugares de conexión en técnica, asimismo de efectuar modales al diseño por intermedio de estudio topológico a través del estudio de las instrumentales del ArcGIS. Un SIG se precisa a manera del conjunto que adopta hardware, software y datos geográficos para mostrar una representación gráfica. la **metodología** Para el proyecto de redes de estructuración de agua potable a quiasi-descriptivo. El presente trabajo asume como objetivo manifestar el uso de los SIG para la optimización de los proyecto de redes de disposición en la obtención de las fichas de entrada como son las elevaciones, áreas aferentes y demandas base en los puntos de conexión del sistema, obteniéndose resultados de una forma más legible, vertiginosa y confiable

para llevar a un software de modelación hidráulica, pero en particular Epanet, a avalado un diseño óptimo y calidad. **resultados** se parte en tres períodos inmediatas de igual que la sistemática explicada, primeramente, exponiendo los efectos conseguidos en la activación de un SIG en un prototipo de red de distribución. Trazado de la red, Ejecutando del SIG, Simulación de la red obteniendo a las **conclusiones** Como efecto de completar los beneficios de Los SIG y las técnicas de modelado hidráulico, las dos son utilizados para el modelo de sistemas de canal para trabajar una reparación de mejora que se presta a la comunidad. Los datos que se alcanzaron de una forma más sencilla y rápida. resaltando los mejores beneficios con este sistema de aviso geográfica, ya que se logra mostrar en mínimo periodo brindando un informe de muy buena calidad. Finalmente, en este proyecto se comprueba que la implementación del SIG en el proyecto de redes de distribución para la optimización del tiempo que es de gran avío, permitiendo alcanzar datos con mayor observación y destreza acorde a los problemas mostradas.

(BY, y otros, 2017)As a background in this research project, its **objective** is seen that calibration in drinking water is to allow the optimization of water through a model. Performing through field observation and a predicted model. Where you see the pressures in joints, also flows in the pipe, also tank levels and control valve adjustments. **methodology.** The methodology for this research process is descriptive, non-experimental, in which a research model for “an optimization calibrator is developed to facilitate the process of a water distribution network system. Parameters are obtained by minimizing the discrepancy between model predicted and field observed values of junction pressures (hydraulic degrees) and pipe flows for given boundary conditions, such as tank levels, control valve settings, and pump speeds. **results** the comparison of the traditional calibrated model and more the calibrated model with the use of computational software. a great difference and accuracies are obtained. so it results in the traditional takes more time. and carry out several regulations to be able to arrive at an approximate result, but with errors. but the model with the use of the software is much more precise and an automatic model with a multiple demand. **conclusions** improves productivity the model calibrated in terms of time and cost. When making the calibrated model, we must take into account the speed of the pumps, pressure control valves, pipes in distribution networks. As well as the calibrated model, the entire system can be modified and automatic calibration can

be included, but always respecting the parameters. also includes the Varied Demand and the boundary situations can also be simulated simultaneously for a calibration run. The request load circumstance can be transformed globally for the whole system at different times.

(Sharif Hossain, y otros, 2021)**objective** It is to optimize the processes of the calibrated model within its hydraulic functions, expanding its wds parameters, building variables, guaranteeing its efficiency and sustainability for its correct operation in all distribution, water tanks and among others. **methodology** The method used in this investigation was quantitative and explanatory observation. so that the data collection of the water distribution networks was collected in the region of south australia. **results** According to the results obtained in the calibration of distribution networks, a strong correlation of flows was obtained, in which the matrices oscillated, also the maximum and minimum flows, realizing the seasonal deviation, also generating temperature changes, obtaining all these results of ha given as a result the variance to consumption and demand **conclusions** the calibration in the hydraulic model of the water distribution system in the EPANET software, has allowed modeling patterns and obtaining a better calibration by fine-tuning the parameters of the linear calibrated model and also using as a SCADA database the initial data of network. during the simulation. Obtaining the logarithms has also been allowed for the improvement of the Gauss-Leverberg Marquardt complex evolution. Finally, the calibrated model has given a good result.

(Ariele Zanfei 1, 2020)**objective** Make a calibration model of a water demand and distribute the roughness of the pipes of an ill-posed problem. Adjust and modify the most sensitive parameters of a network to minimize differences between simulated results and real measurements. **methodology** The methodology used is formulated according to an optimization problem due to solve in an effective and optimal and complex and non-linear way possible using a probability of 25% to a probability of 90% due to the unique stochastic nature of the procedure for a solution performing 100 runs. of the proposed algorithms. **Results** The results of the calibration proposal have been used four important approaches, to reach an adequate result of the model, simulated pressures have been used in each identified nodes and the flows established in each pipe that make up the drinking water modeling distribution network. giving as a solution an absolute average identifying their error behaviors. in

the model created in a skeletonized way for the model formulated assuming the extended demands distributed throughout the entire distribution network.

**Conclusions** The proposal of the following investigation is to identify and demonstrate calibration problems by performing a sensitivity analysis for its optimal performance. The methodology used for the final solution of the proposed calibration, the student's t test has been carried out. Overcoming problems based on the piping system. As in its roughness and water demand. Proceeding calibration based on Puglia using a reference network to resemble a real large network demonstrating a reliable hydraulic result for pressures addressed in the future.

Acuerdo a las **bases teóricas** se plantea en esta propuesta de investigación, la de calibración en redes de distribución de aguas potables, mediante software computacional en la que se utilizara el software de Watercad, para realizar su modelamiento y analizar los resultados mediante los temas planteada. tambien se va proponer una gestión de recursos hídricos. aplicados en esta investigación relacionado con las redes de distribución. para su mejor tratamiento, cuidado, calidad de servicios y más.

Para este trabajo de modelamiento y calibración hidráulica en red puntos de distribución de agua potable se tomará datos de campo, ubicación de trabajo en un sector determinado identificando puntos para su modelación correspondiente en ello se realizará la calibración para distintos puntos a evaluar con sus resultados obtenidos se verificará la evaluación. anteriormente se realizaba la calibración manualmente que de manera tradicional y era pues precisamente tedioso y se necesitaba más tiempo, y se obtenía resultados con errores, por ello realizar los ajustes era complicado concordar en los datos obtenido en campo.

Así mismo, para evitar los inconvenientes en realizar es te proceso de calibración se llevará a cabo de una asistencia computacional para determinar los errores que se pueda ocurrir. para eso se necesita recopilar datos exactos para generar de manera exacta la identificación de los errores de cada red de distribución. para así adaptar en las tuberías de agua potable como en su rugosidad, caudal y estado. para a si adaptar la calibración para su mejora y aplicar el modelo propuesto.

Más específicamente, el modelo de calibración automatizada coincidió exactamente con los flujos y presiones medidos en el sistema, pudo identificar si una válvula estaba cerrada y dónde estaban ubicadas las demandas. Con datos suficientes, fue capaz de identificar la rugosidad de la tubería. Se presentaron incompatibilidades cuando el número de incógnitas excedió en gran medida el número de mediciones. El modelo es consistente independientemente de la ecuación de pérdida utilizada (Hazen-Williams, Darcy-Weisbach o Manning). En conclusión, la calibración automatizada mediante el Darwin Calibrator (Calibrador Darwin) fue exitosa. (CAPCHA, 2019 págs. 9-10).

Dentro de concepto básicos para poder determinar y entender la **calibración** es el proceso de comparar datos, valores obtenidas de una forma de medición utilizando instrumentos identificando puntos, sectores, guía de patrones. Un ejemplo sin evaluar aclararía en modo errónea la investigación que se obtenga en un área o de estación existente y luego, no admitiría efectuar todos los beneficios activos y de inspección primeramente indicadas. Sin calibración, no tiende ejecutar una modelación de disposición en la red de distribución la cual se quiera percibir disposiciones para una inspección detallada y de calidad. (CAPCHA, 2019). La calibración consiste en variar ciertos parámetros que se desconocen, para conseguir que los valores calculados con el modelo coincidan al máximo con los observados. Estos parámetros se consideran variables y en este caso son, el nivel de iniciación de las llaves, el coeficiente emisor de las fugas, rugosidad de las tuberías y las pérdidas en las acometidas de la red producidos por codos, caudalímetros, cambios de sección y bifurcaciones. (ARMENDARIZ, 2020).

Calibración con Algoritmos genético este sistema de calibración con algoritmos es también conocido como (calibrador Darwin) que es programa utilizado mayor en el software de WaterCAD y WaterGEMS. y su forma de aplicar este algoritmo genético es en procesos para un adecuado análisis para correcta interpretación para luego ser aplicada en parámetros necesarios a calibrar, tanto en rugosidad de las tuberías, el caudal, reservorios almacenamientos, bombas de agua, estados situacionales de las redes de distribución. siempre en un sistema de red con este algoritmo habrá incógnitas en el lugar que se tomado o el punto identificado de trabajo a calibrar generando desconfianza en el proceso. Evidentemente existen demasiadas soluciones que pueden coincidir con los caudales de flujos y las presiones observadas, sin embargo no es probable que las tuberías

con características similares tengan valores de rugosidad muy diferentes o que los nodos en un área determinada del sistema necesiten grandes ajustes para lograr la calibración, por tanto, para el éxito de una calibración automatizada, es conveniente que las tuberías y nodos que se están ajustando se coloquen en grupos logrando encontrar una solución óptima y evitando problemas en los que varias tuberías idénticas terminarían con valores de rugosidad muy diferentes debido a pequeñas imprecisiones en la medición de campo (Walski et al, 2006). (CAPCHA, 2019).

Asimismo, los **conceptos hidráulicos** a considerar para esta investigación son los puntos de repartimiento de aguas potable como **flujos** cuando nos referimos a esta definición dentro de esta investigación es de que vemos el comportamiento de acuerdo a su velocidad caudal variable con relación del tiempo, su densidad, también la magnitud de efectuar en un vector velocidad. pero como una definición continua debe ser en relación a homogéneo y sin complicaciones, facilitando un flujo de avería aprox. de 0.005% dentro de su volumen inicial por cada kilogramo empleado en cm<sup>2</sup> de presión considerada.

Como también esta definición dada en el autor los **tipos de flujo** que de esta manera se diferencia en sus unidades definitivas y que no presenta diferenciaciones de sus peculiaridades hidráulicas como (caudal, presión, velocidad, área hidráulica, etc.) respecto al tiempo.

**Movimiento no permanente:** los tipos hidráulicas, en una sección cualquiera, varían en relación al periodo.

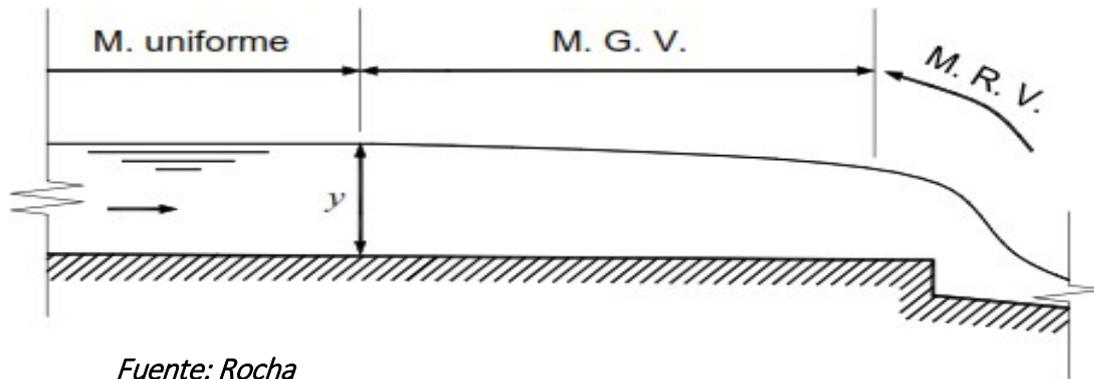
**Movimiento uniforme:** cuando la singularidad de las conducciones es constante para alguna sección de un trayecto de conducto.

**Movimiento variado:** Aunque las particularidades de conducciones varían en un tramo de tubería.

**Movimiento rápidamente variado:** cuando la variación de características hidráulicas se causa una reducida longitud de tubería.

Movimiento gradualmente variado: la diferenciación de las tipologías de conducciones se origina perezosamente a lo largo de una extensión. En resumen, la no semejanza es la diferenciación de la moderación del corriente con relación al área y el traslado de administración de corriente con relación al periodo. (FELICES, 2007).

*de Flujo*

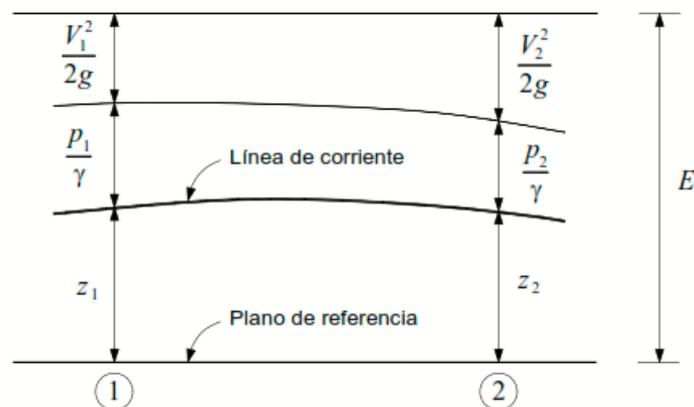


Fuente: Rocha  
(FELICES, 2007)

### Teorema de bernoulli

“El teorema de Bernoulli, señala que para una línea de corriente la suma de la energía cinética ( $V^2/2g$ ) y la potencial ( $P/\gamma + Z$ ) es constante (condición válida para fluidos sin viscosidad).” (FELICES, 2007)

**Figura 2**  
Teorema de Bernoulli



Fuente: Rocha

(HIDRAULICA, 2018)

En condiciones reales de flujo, evidentemente existe una disminución de energía entre 1 y 2 ya que una fracción de la energía se transfigura en calor debido a la fricción ( $hf_{1-2}$ ). Por tanto, la ecuación de energía queda definida como:

**Ecuación 1**  
Teorema de Bernoulli.

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + Z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + h_{f_{1-2}}$$

## Ecuación 2

$$E_1 = E_2 + h_{f_{1-2}}$$

Al definir la energía potencial es importante diferenciar la presión manométrica (o relativa) y la presión absoluta. En la investigación se hará referencia a la presión sobre de la tubería como presión relativa medido mediante un manómetro.

## Efecto de la viscosidad

(FELICES, 2007)

### Ecuación 3

*Efectos de la Viscosidad*

$$R_e = \frac{VL}{\vartheta}$$

Donde:

$V$ : Velocidad media del escurrimiento.

$L$ : Longitud característica (diámetro de la tubería).

$\vartheta$ : Viscosidad cinemática que es igual a la relación entre la viscosidad dinámica o absoluta (relación entre un esfuerzo y una velocidad de deformación) y la densidad del fluido ( $\vartheta = \mu/\rho$ ).

(FELICES, 2007).

## Efecto de la gravedad

“El resultado de la mayor o menor influjo de las fuerzas gravitacionales sobre las condiciones del escurrimiento se expresa por la cuantificación adimensional denominado algarismo de Froude definido por la expresión” (FELICES, 2007)

### Ecuación 4

*Efecto de la Gravedad.*

$$F = \frac{V}{\sqrt{gL}}$$

Dónde:

$V$ : Velocidades media del escurrimiento.

$g$ : Aceleración de las gravedades.

$L$ : Longitud característica en diámetros de las tuberías.

## Conceptos básicos de tuberías hidráulicas

Conceptos considerados para esta investigación.

### Velocidad

La velocidad expresa la relación del flujo ( $Q$ ), caudal de escurrimiento o gasto, por unidad de área ( $A$ ) por lo que, y a partir de la ecuación de continuidad, se establece que:

#### Ecuación 5

*Velocidad.*

$$V = \frac{Q}{A}$$

Las unidades más comunes son:

Metros por segundo m/s

Pies por segundo fps

Las normas técnicas I.S. 010 de Edificaciones. indica, en el separado f del art. 7°- Red de Distribución, las velocidades mínimas será de 0.6 m/s y las velocidades máximas como en la siguiente tabla.

**Tabla 1: Velocidad máxima en tuberías de la red de distribución de agua para consumo humano**

	<b>Velocidad máxima</b>
<b>Diámetro (mm)</b>	<b>(m/s)</b>
15 (1/2")	1,90
20 (3/4")	2,20
25 (1")	2,48
32 (1 1/4")	2,85
40 y mayores (1 1/2" y mayores).	3,00

Fuente: norma técnica I.S. 010

## Presión

La presión se concreta como la correlación entre la fuerza sobre un área de aplicación.

### Ecuación 6

*Presión.*

$$P = \frac{F}{A}$$

Las unidades de presión más comunes son:

psi	Libras/pulgadas <sup>2</sup> .
Newton/m <sup>2</sup>	Pascal.
kPa	Kilo Pascal (10 <sup>3</sup> Pascales).
MPa	Mega Pascal (10 <sup>6</sup> Pascales).
Bar	Bares (100 kPa).
psf	Libra/pie <sup>2</sup> .
Atm	Atmósfera (14.7 psi ó 101325 Pa ó 10.33 mca).
mca	Metros de columna de agua (0.01 MPa ó 0.1 Bar).

Las redes de Agua potable señalan que la presión estática no permite mayor de 50 m en cualquier punto de una red. Pero en situaciones de máxima horaria la presión dinámica tampoco será inferior a 10 m. Igualmente, la norma muestra que en texto de abastecimiento la presión mínima será de 3.5 m a la salida de las piletas (050, 2021).

## Conservación de Masa

La ecuación de conservación de la masa se define como igualdad la masa entrante y la masa saliente en un nodo de análisis. Por tanto, para un fluido incomprensible bajo condiciones estáticas se tiene la siguiente ecuación:

### Ecuación 7

*Conservación de la Masa.*

$$\sum Qi - U = 0$$

Dónde:

$Qi$ : Flujo en la tubería  $i$ -ésima que entra en el nodo.

$U$ : Consumo del nodo.

Para el caso de una modelación en periodo extendido, en el que existe almacenamiento mediante tanques, la siguiente ecuación de conservación de las masas se puede expresar de la siguiente forma:

### **Ecuación 8**

*Conservación de las Masas.*

$$\sum Qi - U - \frac{dV}{dt} = 0$$

Dónde:

$Qi$ : Flujo en la tubería  $i$ -ésima que entra en el nodo.

$U$ : Consumo del nodo.

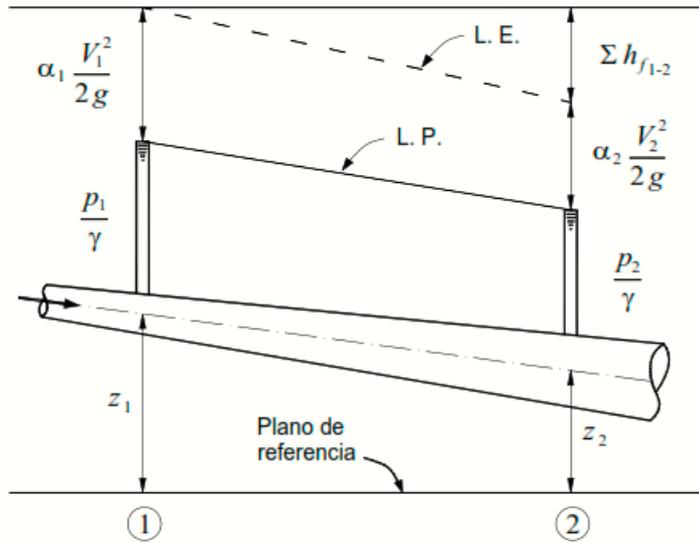
$dV / dt$ : Variación de volumen de almacenamiento

### **Ecuación de Energía**

Haciendo uso del Teorema de Bernoulli para el caso de un tramo de tubería, observando una línea de corriente, se tiene que:

### **Figura 3**

*Ecuación de la Energía en un Tramo de Tubería.*



**Fuente:** (FELICES, 2007).

### Ecuación 9

*Ecuación de Energía.*

$$\alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \sum h_{f1-2}$$

Dónde:

$\frac{V_i^2}{2g}$ : Energías de velocidad o energías cinéticas y representa la altura desde.

que debe caer libremente un cuerpo, que parte del reposo, para adquirir una velocidad  $V$ .

$\frac{p_i}{\gamma}$ : Altura de presión,  $z_i$  representa la elevación y la suma de ambos representa la energía potencial constituyendo la cota piezométrica.

$\alpha_i$ : Coeficiente de Coriolis que permite extender el teorema de Bernoulli, aplicado a una línea de corriente, a toda la sección transversal de la tubería, por lo que representa la relación entre la energía real y la que se obtendría considerando una distribución uniforme de velocidades en una sección dada de un tramo de tubería.

$$\left( \alpha = \frac{\int V_h^3 dA}{V^3 A} \right)$$

L.P: líneas de gradientes hidráulicas o cota piezométrica.

$hf_{1-2}$ : representa el aumento de todas las pérdidas de carga o energía que

ocurren entre 1 y 2.

El Teorema de Bernoulli, indica para una línea de corriente de flujo la sumatoria de la energía cinética como potencial es invariable. La línea de gradiente hidráulica presenta las siguientes características:

La elevación sobre el eje de un conducto indica la presión en cualquier lugar del mismo. En tuberías con semejante rugosidades y diámetros, en cuanto a mayor es la diferencia la inclinación será mayor la rapidez en el flujo hidráulica. La línea de pendiente conducción muestra por su baja energía la pérdida entre dos dispositivos, razón de un corriente uniforme. (FELICES, 2007).

### **Pérdidas de Carga**

En las pérdidas de cargas se encuentran dos tipos de pérdidas: continuas debido a la fricción y locales (provocado de manera singularidad, así como válvula, codo, etc.). las tuberías de redes de agua a presión generalmente se desarrolla un tipo de flujo turbulento para lo cual existen expresiones empíricas que ayudan a determinar las pérdidas de carga. Y las ecuaciones más usadas y conocidas que determinan las pérdidas de carga por fricción.

son: Darcy-Weisbach y Hazen - Williams y Manning. (FELICES, 2007).

### **Potencia**

Se llama potencia de una corriente líquida a su energía por unidad de tiempo.

#### **Ecuación 10**

*Ecuación de Potencia.*

$$Pot = \gamma Q H$$

: es el peso específico del fluido en kg/m<sup>3</sup>.

*Q*: es el gasto en m<sup>3</sup>/s.

*H*: es la energía total con respecto al plano de referencia que es en metros, *Pot*: es la potencia en kg-m/s (teórica).

Para obtener esta potencia en: (FELICES, 2007)

$$\text{HP (Horse power)} \quad Pot = \frac{\gamma Q H}{76}$$

$$\text{HP (Cabalos de vapor)} \quad Pot = \frac{\gamma Q H}{75}$$

KW (Kilowatt)

$$Pot = \frac{\gamma QH}{102}$$

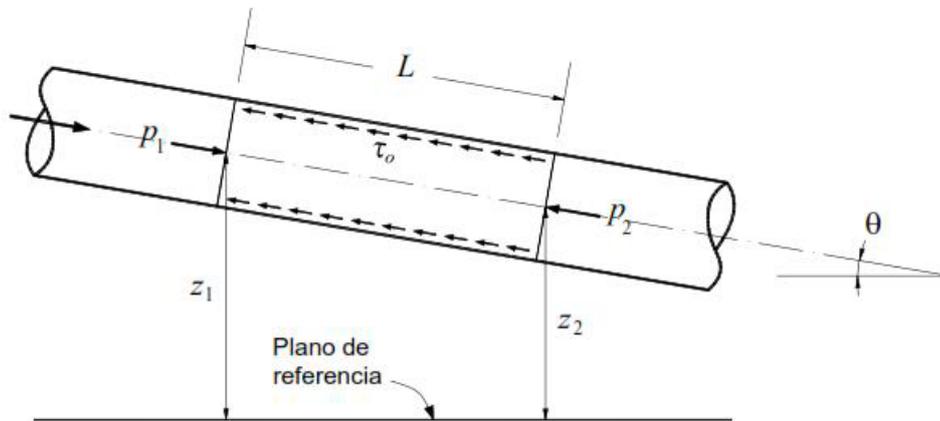
(FELICES, 2007)

▪ **Ecuación de Darcy-Weisbach**

Para el desarrollo de esta ecuación Se plantea a partir del diagrama de cuerpo libre del siguiente esquema:

**Figura 4**

*Equilibrio de Fuerzas en una porción de Tuberías.*



**Fuente:** (felices 2007)

(FELICES, 2007)

considerando esta ecuación se tiene equilibrio de fuerzas en una porción de tubería en su eje "y" donde se obtiene la siguiente ecuación.

**Ecuación 11**

*Darcy-Weishbach.*

$$(p_1 - p_2)A + \gamma L \text{ sen } \theta A = \tau_0 PL$$

Dónde:

A ... Sección transversal de tubería.

P ... Perímetro de tubería.

$\tau_0$  ... Corte medio sobre el contorno de la tubería.

$\gamma$  ... Peso específico del agua.

Se sabe que:

$$\tau_0 = \gamma RS$$

$$V = CVRS$$

$$\Rightarrow \tau_0 = \frac{\gamma}{C^2}$$

Operando la ecuación 11, al dividir ambos miembros por  $\gamma A$  y reemplazando el valor de  $\tau_0$ , se tiene:

### **Ecuación 12**

*Ecuación de Darcy para el Flujo Turbulento.*

$$\left(\frac{p_1}{\gamma} + z_1\right) - \left(\frac{p_2}{\gamma} + z_2\right) = \frac{V^2 P}{C^2 A} L$$

$$h_f = L \frac{V^2}{C^2} \frac{4}{D} \left(\frac{2g}{2g}\right), \text{ haciendo } f = \frac{8g}{C^2} \text{ (Coeficiente de Darcy)}$$

Finalmente, reemplazando en la ecuación 12, se tiene la ecuación de Darcy para flujo turbulento.

### **Ecuación 13**

*Ecuación de flujo.*

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

Dónde:

$h_f$  ... Perdidas de carga.

$f$  ... Coeficientes de Darcy o coeficiente de fricción ( $f = \frac{8g}{C^2}$ ).

$L$  ... Longitud de tubería en análisis.

$D$  ... Diámetro de tubería.

$V$  ... Velocidad del tramo en análisis.

$g$  ... aceleración de la gravedad.

Para la condición de flujo laminar, de manera similar, se puede determinar el término de las perdidas de carga, a partir de la ecuación de Poiseuille.

$$\left(V = \frac{\gamma S R^2}{2\mu}\right).$$

Para lo cual, el coeficiente de Darcy toma la forma:

### **Ecuación 14**

*Coeficiente de Darcy.*

$$f = \frac{64}{R_e}$$

Dónde:

f...coeficiente, de Darcy o coeficiente, de fricción para flujo lamiar.

$$R_e \dots \text{Número de Reynolds } (R_e = \frac{VL}{\theta})$$

- **Ecuación de Hazen-Williams.**

Esta fórmula se determinó de manera empírica para las condiciones de flujo turbulento, diámetro de tubería mayor a 2" y velocidad máxima de 3m/s. la ecuación de Hazen-Williams. se expresa de la siguiente forma:

**Ecuación 15**

*Ecuación de Hazen-Williams.*

$$Q = 0.000426 C_H D^{2.63} S^{0.54}$$

Dónde:

$Q$  ... Gasto o caudal de flujo en litros por segundo.

$C_H$  ... Coeficiente de Hazen-Williams.

$D$  ... Diámetro de Tubería en pulgadas.

$S$  ... Pendiente de línea de energía en metros por kilómetro. (FELICES, 2007)

La ecuación de Hazen-Williams, reduciendo a una constante los valores conocidos de longitud, diámetro y coeficiente de fricción, se puede expresar de la siguiente forma:

**Ecuación 16**

*La Ecuación de Hazen-Williams.*

$$Q = K h_f^{0.54}$$

*En el que*  $K = 0.000426 C_H D^{2.63} L^{-0.54}$

Los valores de los coeficientes de Hazen-Williams fueron determinados de manera experimental, los mismos que se manifiestan en la sucesivo tabla. (SANEAMIENTO, 2006)

Tabla 2: Coeficiente de Hazen-Williams.

TIPO DE TUBERÍA	"C"
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido dúctil con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno	140
Poli(cloruro de vinilo)(PVC)	150

Fuente: Ministerio de Vivienda (2006)

#### ▪ Ecuación de Manning

La ecuación de Manning establece que el coeficiente C es igual a:

Ecuación 17  
*Ecuación de Manning.*

$$C = \frac{R^{1/6}}{n}$$

Al sustituir en la expresión de velocidades de Chezy se tiene que.

Ecuación 18  
*Velocidad de Chezy.*

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

Por lo que la ecuación del caudal de flujo es igual a:

Ecuación 19  
*Caudal de Flujo.*

$$Q = \frac{AR^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

donde la R presenta el radio hidraulico a partir del teorema de bernoulli se puede despejar el valor de la pérdida de carga en términos de:

Ecuación 20

$$h = 4^{4/3} \frac{Ln^2V^2}{D^{4/3}}$$

Dónde:

$n$  ... coeficiente de rugosidad de Manning.

**Tabla 3: Coeficientes de Manning según material.**

<b>Material</b>	<b>n</b>
Tubería Lisa	0.009
Cemento de Granulometría fina	0.010
Tubería AC	0.011
Concreto Ordinario	0.013
Hierro Fundido	0.015

*Fuente: Ministerio de Vivienda (2006)*

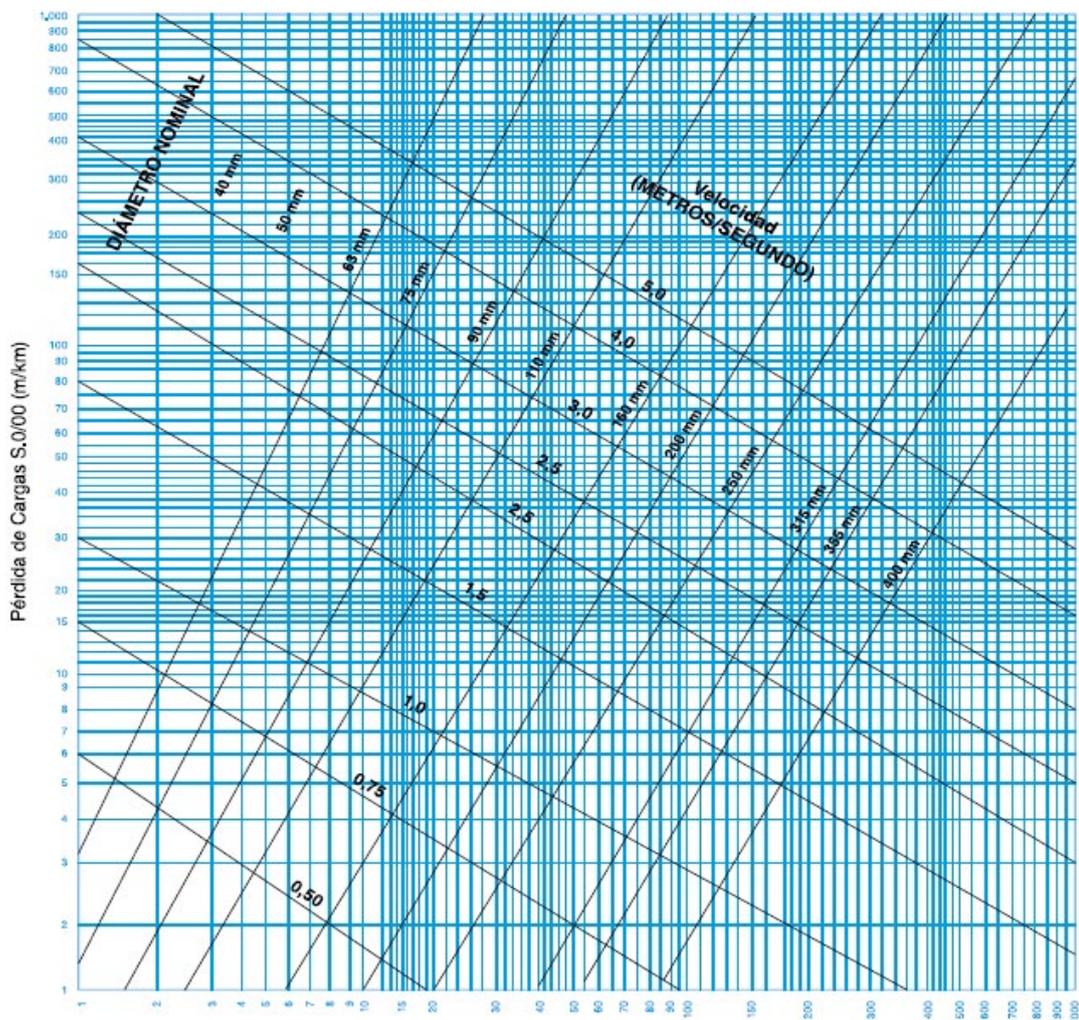
## Pérdida de cargas.

Figura 5

Diagrama de Perdidas Hidráulicas.

### Diagrama de pérdida hidráulica

Abaco para cálculo hidráulico de tuberías de PVC  
NTP ISO 1452 – SERIE 6.6 (CLASE 15)



Caudal  $Q=L/s$

Formula de Hazen & Williams

$$Q = 0,2788 C \cdot D_{2.63} (S.)^{0.54}$$

$$C = 150$$

(EUROTUBO, 2012)

## **Hidráulica de tuberías.**

### **Descripción de redes de distribución.**

**Red de distribución.** Es un procedimiento de conjuntos de conductos que transporta el agua potable a lo extenso de correderas de un lugar hacia su consumo de los beneficiarios. (GABRIEL, 2009).

Es también un conjunto de accesorios que está compuesta por tuberías, válvulas de control de distintos tipos de acuerdo a su diseño por donde se conducen las aguas iniciando desde la captación, luego al reservorio, almacenamiento de luego ser conducido mediante una red de distribución hasta llegar a las conexiones domiciliarias. con el objetivo de abastecer el agua potable para todos de esta manera permitiendo mitigar la necesidad del agua potable.

**Conexiones.** Es un conjunto de tubería que tienen el objetivo de conducir fluidos por una red de distribución uniendo los tubos de lado a otro de manera continua o cambiando su sistema, pero cuidando sus propiedades de una red considerando sus diámetros, también su longitud, tipo de material y sus rugosidades.

**Nodos.** Es sistema de interceptaciones de uniones y tuberías, que puede ser con cambio de diámetros permitiendo continuidad de la misma en una red de distribución, considerando su aportación y ubicación también su elevación topográfica, su demanda, y sus coordenadas de acuerdo a su zona de ubicación.

### **Elementos que componen una red de distribución.**

#### **a) tuberías.**

Es el dispositivo de carga de fluidos por excelencia. Las tuberías vienen específicas por su diámetro, material de composición y tipo de acoplamiento. (MOLIÁ, 1987).

Es un canal que efectúa una ocupación importante de trasladar fluidos, gases, también tiene distintos tipos de materiales como polietilenos. concreto, cobre, acero entre otros.

#### **b) Almacenamientos.**

Es un dónde se acumula o se guarda una cierta cantidad de agua potable para respectiva distribución y consumo. Almacenamiento también es significa el acopio de sustancias líquidas en un reservorio diseñada de formas geométricas de acuerdo al tiempo necesario que puede ser natural o artificial con una sola función almacenar agua.

### **c) Elementos de una red de distribución.**

Enlaces entre alineaciones (codos, te, reducción, etc.).

- Llaves de corte (vavulas).
- Llaves purgadores.
- Drenajes y purgadores.
- Llaves (Válvulas) de retenciones.
- Llaves reguladoras, de presión, caudal.
- Hidrantes.

(MOLIÁ, 1987)

### **Características.**

Es un conjunto de instalaciones de una red de abastecimiento que están compuesta desde una captación, almacenamiento, planta de tratamiento, purificación, cloración para luego ser llevado por tubos de conducción, aducción, conexiones llegando hasta los suministros.

### **Metodologías de calibracion.**

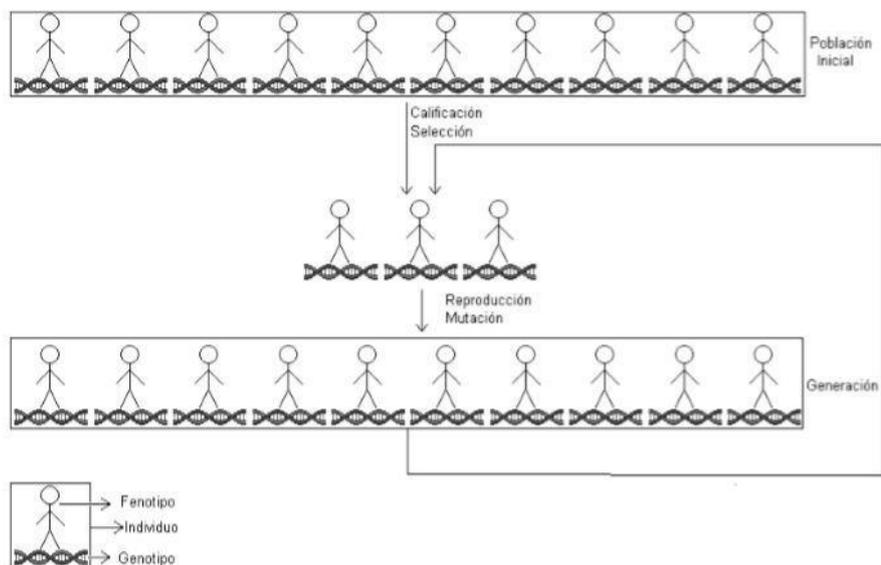
Los métodos de calibracion son formas de medir los parámetros, para las cuales se aplican (técnicas, enfoques) para ser calculado consiguiendo la mayor exactitud posible de los datos observados, siempre considerando los instrumentos de medición y su disponibilidad, también confirmando el tiempo y el costo.

- **Algoritmos genéticos.** Son forma de medir siguiendo una serie de pasos de situaciones muy complejas con esta metodología de algoritmo genético se puede modelar viendo las magnitudes, medidas, realizando con eficacia. observando y calculando su mayor uso, y se aplica con mayor énfasis es en las líneas de la inteligencia artificial. Esta técnica es modelo que es estrechamente idóneo cuando para tratar en circunstancias que logran modelarse fundamentando moderación

intacta, lugar que requiere el uso de funciones ecuánime y explícitas. (P. Amparo López Jiménez, y otros, 2003).

**Figura 6**

*Algoritmos Genéticos.*



**Fuente:** (SANCHEZ, 2007)

- **Modelos Numéricos.** Se aplica es modelo es par determinar parámetros y analizar y conocer su comportamiento y de esa manera identificar las variables. Para ejecutar la discretización existen tres tópicos principalmente, diferencias finitas, rudimentos finitos y volúmenes finitos, el ultimo es más ligero para la discretización de las ecuaciones fundamentales de la mecánica de fluidos (GARCIA, 2016).”La conceptualización del sistema acuífero permite disponer de un marco simplificado, pero aún continuo y con los elementos reales del sistema hidrogeológico, tales como ríos, límites hidrológicos y/o geológicos, tasas de precipitación, entre otros.” (LABBE, 2012)
- **Modelos eulerianos.** “Trabajan en una moldura de informe fijo, lo cual, resulta en que su sistematización resulte usual. Además, la sinopsis algorítmico euleriano es el que insta a menores caudales informáticos. En contrapartida, la principal desventaja que presentan es el procedimiento confuso” (CELORIO, 2011)
- **Modelos Lagrangianos.** “Son métodos de tendencia imprevisto, son herramientas correctamente establecidas para la gestión de la extensión de las descargas de contaminantes en el dominio acuático. Estos modeladores alternan

tales descargas como sueltas regulares de partículas discretas, quedando figurada un aumento definida” (CELORIO, 2011).

Tambien hay metodologías como: redes neuronales, lógica difusa, algoritmos genéticos, ciacua.

### **Tipos de software.**

#### **Software para la calibracion.**

Hoy en día hay unas infinidades de software en el mercado que permiten realizar trabajo de diseño, modelamiento entre otras necesidades que requiere el trabajo. permitiendo de manera rápido de esa asistencia computacional tanto en el tiempo como tambien el costo. por ello en esta investigación se mencionará alguna que han venido siendo una herramienta muy importante en los distintos trabajos en la ingeniería hidráulica. y una de ellas se usará con el impulso de este plan de observación.

**CYPEPLUMBING Water Systems.** Es un software que permite realizar un sinfín de procesos tanto diseño, modelado de una red de distribución, tambien realiza importaciones y gestiones de presupuestos.

Está integrado en el creciente de cometido Open BIM, a través del estándar IFC que contiene nueva de un dechado BIM anterioridad especificada. Además, CYPEPLUMBING Water Systems. (CYPE, 2018)

#### **características.**

- Importa modelos geométricos.
- trabaja mediante el flujo OPEN BIM.
- Tiene almacenamiento de materiales configurables.
- Realiza cálculos hidráulicos.
- Muestra indicadores de errores de los resultados.
- Tambien genera una lista de resultados y realiza comprobaciones.
- Genera planos de manera muy detallada
- permite generar rápida las exportaciones a distintos formatos BC3.
- Permite realizar gestión de presupuestos de obra.

**EPANET.** Es un software que tiene una capacidad de modelar un sistema de red hidráulica de manera rápida, cuenta también con distintas versiones fáciles de manejar, presenta esquemas, gráficas, tablas, también permite importar y exportar.

EPANET es un software de computadora que realiza simulaciones en periodos prolongados del proceder hidráulico y de la eficacia del agua en redes de abastecimiento a presión. Una red puede conducirse constituida por tuberías, nudos, uniones de tuberías, bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses (ROSSMAN, 2000).

**WATERCAD V8i SS5.** Es un software que tiene elementos completos que permite calcular presiones, calidad del agua, gradiente hidráulico, caudales permitiendo realizar modelos, diseño optimizando el modelo Darwin designer. también se realiza dimensionar bombas, se puede realizar simulaciones de un sistema de red de distribuciones en horas de mayor consumo como también, durante el día verificando cada hora se puede analizar el consumo y costo de energía. analiza la calidad del consumo del agua, permite dimensionar de manera detallada los tanques hidroneumáticos, se realiza calibraciones y detección de pérdida de fugas como también vulnerabilidad de un sistema, también te permite trabajar como en; ArcGIS, Stand alone, Micro station, AutoCAD y muchas más...

**características:**

- Realiza interpolación, Microsoft, adobe, Oracle, SAP, Intel, Fiatch, Ogc, IAI.
- Formatos XUL, aecVML, XMp Lant, Trans XML, GML, DMG.
- Análisis de criticidad.
- segmentos & criticidad.
- Detección de fugas.
- Reporte, color Coding/ annotation.
- Flex table, gráficos, perfiles, contornos, modelos económicos.
- plataforma ArcGIS.

Para ello se usará el siguiente software para el desarrollo de este proyecto de investigación, ya que garantiza y cuenta con todo lo necesario para efectuar mi calibración en redes de agua potable. (INSTITUTE, 2010).

## **Gestión de recursos hídricos en sistemas de agua potable.**

La Gestión de caudales hídricos en el Perú tiene una programación para verificar y gestionar costo, tiempo, por ello en esta proyecto de investigación se determinara criterios que generen responsabilidades ante un manejo de gestión tanto las empresas prestadoras de servicio como tambien los usuarios, de esta manera articular de cuanto beneficia en aspectos técnicos, económicos, y social (MINAGRI-ANA, 2012).

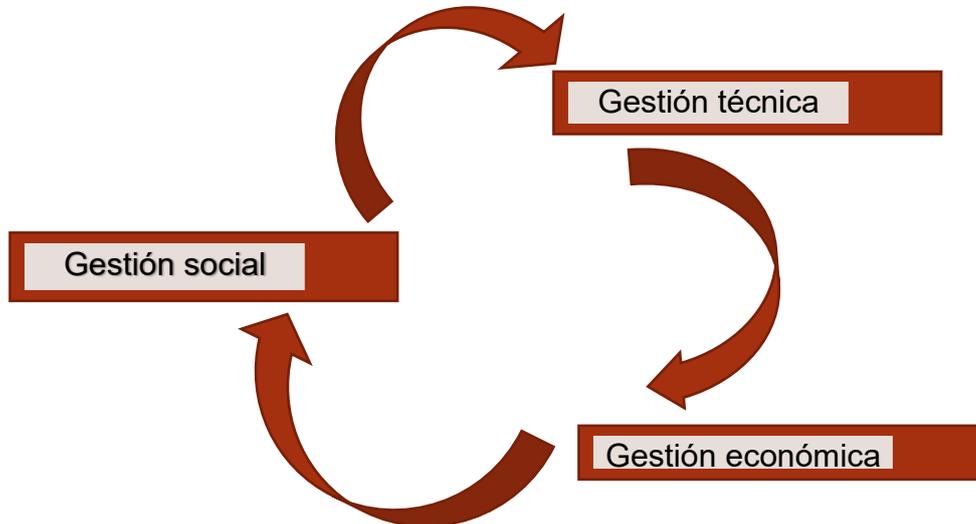
“Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos es de obligación de una potestad única y desconcentrada. La gestión pública del agua comprende igualmente la de sus bienes asociados, naturales o artificiales” (REPUBLICA, 2009).

El acuerdo de GRH asiste a establecer y desplegar los recursos hídricos en modo sostenible y equilibrada, teniendo en balance los beneficios sociales, económicos y ambientales. Reconoce los diferentes grupos de beneficio que compiten entre sí, poniendo énfasis desde local a internacional (ORELLANA, 2021).

La gestión integrada de los caudales hídricos es un asunto que se apoya en la planificación de acciones como herramienta de gestión para lograr ciertos objetivos y como tal se inicia con el principio de los parámetros hidrológicos. (AGRICULTURA, y otros, 2004).

**Figura 7**

*Gestión de Recursos Hídricos.*



**Fuente:** *propia.*

**Gestión técnica.** En efecto se busca mejorar los sistemas de regulación del agua potable contribuyendo haciendo un balance hídrico, tanto en zonas urbana y rurales para un mejor cuidado del agua. para realizar una gestión responsable, planificada, si importar las zonas geográfica y limites geográfico de esta manera se mejorará su mantenimiento y gestión hídrica.

El tiento de los recursos hídricos es un derecho intransferible que se otorga por un dictamen del Autoridad Nacional para el progreso de proyectos, que reserva un volumen de agua para su uso en el marco del régimen de gestión de recursos hídricos (REPUBLICA, 2009).

**Gestión económica.** Para una gestión económica conoceremos el verdadero costo de la gestión de recursos, como desde su captación, conducción, distribución y conexiones y de esta manera igualar y realizar productividad económica. De esa manera tambien se permitir sensibilizar y a tener una cultura de ahorro para un manejo necesario de los recursos hídricos.

la habilidad diseñada para proporcionar el ahorro y las medidas de optimización, planeado finalmente es el razonamiento de “hacer más con menos”, es señalar menos

uso del agua y realizar una producción beneficioso. (VICTOR CARTUCHE, y otros, 2021).

La gestión económica es muy importante, porque permite a las juntas de agua el uso correcto de los recursos, tomando decisiones adecuadas para obtener resultados positivos en su administración, dotando del servicio de agua potable operando adecuadamente. (GUDIÑO, 2022)

**Gestión social.** Es considerar igual de oportunidades donde se busca el beneficio para todos con un sistema de red de distribución, cuanto a su cantidad y calidad del agua dan efecto para una mejor gestión y decisión. involucrando a todos las autoridades respetando sus funciones para una mejor misión y visión proyectando plazos como breves, medianos y largos plazos. de este modo generar la sensibilización y empatía en el uso de los recursos hídricos de manera colectiva.

**Figura 8**  
*Esquema de Influencia.*



**Fuente:** *Propia*

#### **Integrantes del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos:**

1. La Autoridad Nacional. (ANA)
2. Los Minam, Minagri, Mvcs, Minsa, Produce, Minem.
3. las autoridades regionales, locales de acuerdo a sus competencias.
4. las formaciones de interesados agrícolas y no agrícolas.
5. los entes ejecutores de fragmentos hidráulicos, de representación sectorial y multisectorial.

6. los entes del lugar y entidades nativas.

7. los sujetos administradores similares con la gestión de los recursos hídricos (REPUBLICA, 2009).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación.

**Tipo de investigación:** **Mixta** (cualitativa – cuantitativa), **no experimental** y de corte **transversal** en la que se observará y se medirá datos estadísticos, se comprobará las hipótesis y las variables como muestra, también se aplicará conocimientos, técnicas y procesos luego se analizarán las propuestas según su tipo de aplicación.

**Diseño de investigación:** Será **No experimental** de corte transversal para esta indagación ya que se aplicará un plan que se desarrollará mediante el uso de datos estadísticos, datos recolectados en campo, modelos establecidos en los antecedentes para analizar y comparar y responder a la problemática accionada en este proyecto de investigación.

**Nivel de investigación:** Para esta investigación será nivel **correlacional** para ello se está haciendo una propuesta en base a un modelo de calibración en acople a una red de agua potable para la gestión de recursos hídricos.

**Enfoque de investigación:** Es también **Mixta** la investigación ya que se ha recolectado datos estadísticos, campo, comparaciones con los modelos tanto numéricos y teóricos. para poder probar las hipótesis realizado con el modelo calibrado hacia la gestión de recursos hídricos.

#### 3.2. Variables y operacionalización:

##### Variable del estudio

**Variables Independiente:** Propuesta de calibración en redes de distribución mediante software computacional para la gestión de recursos hídricos.

**variable dependiente:** Propuesta de gestión de los recursos hídricos, tanto técnica, económica y social.

**Definición conceptual:** Se realizará un tipo de calibración en redes de distribución de agua potable con la asistencia de un software computacional que es el watercad, para efectuar la gestión de recursos hídricos mejorando así técnicamente, económica y social.

### 3.3. Población, muestra y muestreo.

#### a) Población.

Para siguiente investigación se tomará como población toda el sistema redes de agua potable del distrito de Pillcomarca, pertenecientes a la provincia de Huánuco, ubicado en la margen izquierda del rio Huallaga.

#### b) Muestra.

Acuerdo a muestra para la indagación será el sector N° 04 de la red distribución del distrito de Pillcomarca, pertenecientes a la provincia de Huánuco, ubicado en la orilla izquierda del rio Huallaga. ya que la calibracion de redes de distribución se realiza en un sistema determinado (sector hidrométrico).

#### c) Muestreo.

La cantidad de muestra se determinará mediante la fórmula estadística de cálculo de muestra para la población finita, y el muestreo se realizará de manera aleatoria, de 330 personas en el sector aplicando la fórmula de población finita se encuestara 34 personas. y la ubicación de los nodos se aplica de manera no probalístico de 8 nodos de todo el sector 04.

$$n = \frac{NZ^2pq}{E^2(N - 1) + Z^2pq}$$

dónde:

N= Tamaño de la población = 30,587 hogares (medidores).

z= 1.96 para un nivel de confianza del 95%.

E= 0.05 error estándar.

p= 0.50 probabilidad de éxitos.

q= 0.50 Probabilidad de fracasos.

$$n = (330 * 1.96^2 * 0.05 * 0.95) / (0.07^2 * (330 - 1) + 1.96^2 * 0.05 * 0.95)$$
$$= 33.55 \approx 34$$

34 Encuestas empleadas.

### **3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos.**

#### **Técnica**

- Observaciones.
- Análisis documental.
- Encuesta.

#### **Instrumentos**

- Ficha técnica de diagnóstica.
- Fichas técnicas de campo.
- Plano topográfico, información del INEI y plano catastral, revisión bibliográfica.
- Reportes del software computacional.
- Propuestas de mejora de la gestión técnica y económica.
- Cuestionario.

#### **Técnica de investigación**

La técnica consiste en indagar en campo en definiciones con instrumentos de cuadros, gráficos, lista también almacenamiento de datos.

#### **Observación directa**

La observación será mediante los cuadros comparativos de manera directa por el investigador de este proyecto. Datos recolectados en campo como también datos históricos y trabajos modelados, sin considerar temas planteadas en discusión sin prevalecer directamente sentido común de la investigación.

### **3.5. Instrumento de recolección de datos**

Para llevar el desarrollo de recolecciones de los datos de mayor exacto posible, es utilizar todos los detalles posibles, como datos, instrumentos, equipos, programas computacionales que garanticen en el diseño de recolección de dato para realizar en campo ya que se observara y se procesara de manera asistida.

### **Validez**

La efectividad de los resultados obtenidos sea realmente para la variable independiente. para la valoración se necesitarán de tres (03) expertos especialistas en el tema evidenciando la confiabilidad en el desarrollo de esta investigación.

### **Confiabilidad**

Para el procedimiento de esta investigación se guiará con expertos en el tema, también con informaciones de confiabilidad, como normativas, manuales, reglamentos, fichas técnicas, planos topográficos fuentes del INEI, bibliografías. asesorado siempre por un especialista en la materia.

### **3.6. Procedimientos.**

Inicialmente, para realizar nuestra investigación se localizará y se determinará el lugar de trabajo como también el área de influencia, para poder identificar los puntos críticos para su respectivo modelo de calibración en red de distribución.

Se recolectarán los datos en campo usando técnicas de observación no experimental, llevando al gabinete como en campo donde se analizarán, encuestas de manera determinada. utilizando instrumentos de campo como; fichas técnicas de diagnóstico, fichas de campo, planos topográficos, catastrales, bibliografías, reportes del software computacional, propuesta de mejora de gestión como técnica y económica y realizando cuestionarios.

Para realizar el modelo calibrado ya con los datos recolectados tanto en campo como las técnicas e instrumentos se procederá a llenar la base de datos para iniciar un modelo de calibrado de manera aleatoria. esquelitizaremos nuestra red de distribución por la magnitud que tiene. por ello se distribuirá por sectores para poder identificar nuestros nodos y para poder calibrar en nuestro modelo.

#### **1. Análisis de datos recolectados en campo.**

La recopilación de datos es muy importante para el desarrollo de nuestro análisis, porque trabajaremos base a esa información de campo, encuestas realizadas a la población, desde eso casi es el 50 % de nuestra investigación. pues de ella analizaremos según los diagnósticos realizadas como en la red de colocación y gestión de recursos.

para lograr los resultados se realizará los modelos de calibración en las redes de distribución para agua potable siempre verificando las NTP. comparando gráficos, antecedentes, bibliografías, formatos Excel, reportes del software. y cuanto influye a modo técnica, económica y social.

#### **2. Instrumentos.**

Fichas técnicas de diagnóstico: En donde se empleará un diagnóstico físico de la infraestructura, y como también la presión del servicio a los usuarios.

Fichas de campo: La cual nos permitirá medir el caudal, presión, de las redes de distribución durante las 24 horas, dimensiones del reservorio.

Encuestas: Se formularán cuestionarios para realizar un diagnóstico recopilando la percepción de la población en dicho sector.

### **3. muestreo.**

Siempre se guiará con las NTP. se realizará un muestreo muy cuidadosa mente, detallada, para determinar la condición situacional que se encuentra las redes de distribución, las respuestas de la población antes las encuestas. en esta etapa del muestreo se determina la cantidad necesaria de la información para realizar nuestra calibracion. siguiendo modelos, reportes realizados y comprobaciones. Llegando a un modelo final de calibracion.

### **3.7 Análisis de datos.**

Para llega al estudio de fichas se verificar los datos y proceso realizados en el gabinete, como los reportes del software, modelo empleado en el proceso de la calibracion. se comprobará con las NTP. nuestros antecedentes, cuadros, bibliografías, y datos analizados.

Comprobara con nuestras variables y nuestro enfoque empleado durante este proyecto de investigación. que es mixta cuantitativa – cualitativa.

### **3.8 Aspectos éticos.**

Esta investigación cumple con todas las normas exigidas por la universidad, como tambien escritas de manera legítima. respetando las citas, bibliografías, enumeraciones, año y fecha. tambien se ha tomado antecedentes relacionados al tema de investigación, tanto teorías, características y modelos. de esa manera cumpliendo la normativa ISO – 690 séptima edición, y este trabajo de investigación se ha realizado con datos de campo, gabinete y más, desarrollando de manera concisa para su resultado.

## IV. RESULTADOS

### Descripción de la zona de estudio

Propuesta de calibración en redes de distribución mediante software computacional para la gestión de recursos hídricos, Pillcomarca, 2022.

### Ubicación política

La presente investigación se realizó en el distrito de Pillcomarca, provincia de Huánuco, en el departamento de Huánuco.

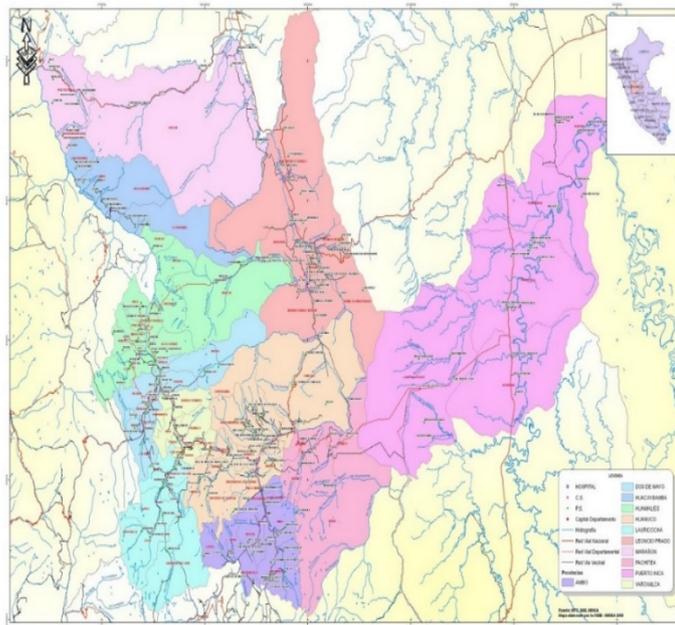
### Figura 9

*Mapa Político del Perú.*



**Figura 10**

*Mapa del Departamento de Huánuco.*



*Directorio Nacional de Municipalidades Provinciales y Distritales INEI, 2017*

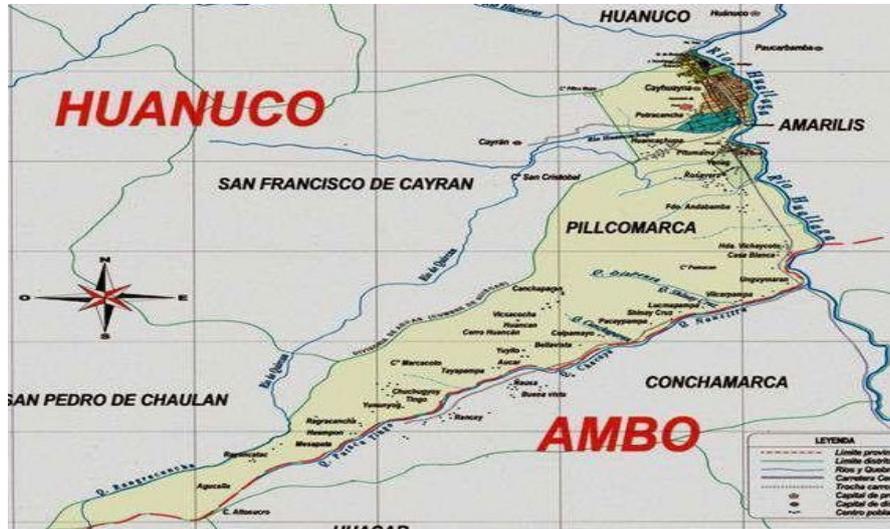
**Figura 11**

*Mapa de la Provincia de Huánuco.*



**Figura 12**

*Mapa Político del Distrito de Pillcomarca.*



### **Límites**

**Norte** : Con el distrito de Huánuco.

**Sur** : Con el distrito de conchamarca.

**Este** : Con el distrito de Amaris.

**Oeste** : Con el distrito de san pedro de chulan.

### **Ubicación Geográfica.**

El Distrito de Pillcomarca se encuentra ubicado en la zona Sur de la capital de la provincia de Huánuco, con altitud de 1968 m.s.n.m, y latitud Sur de 09°95'25", con una longitud Oeste de 76°24'61" en la cuenca alta del río Huallaga (margen izquierda), que atraviesa de Sur a Norte la región Huánuco, con una población de 28941 habitantes según INEI, de fichas de censo familiares del año 2017.

### **Clima.**

El Distrito de Pillcomarca, muestra temperatura promedio de 24 °C, con temperaturas bajas en el invierno en los meses de julio y agosto (21 °C en el día y 17 °C en las noches) durante el año.

#### 4.1. SIMULACIÓN DE LA RED

Tomando como base la esquematización de las redes en AutoCAD en la que se muestra la configuración y diámetro de las tuberías se exportó dicha esquematización al Watercad, para la simulación hidráulica.

**Figura 13**  
*Redes de Distribución del Sector 04.*



**Fuente:** Elaboración Propia.

## Figura 14

*Conexiones Principales de la Red de Distribución.*

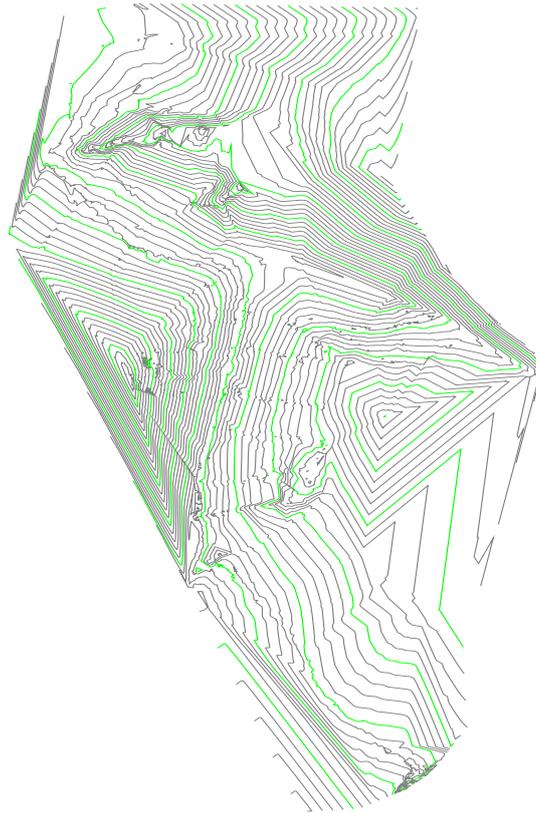


**Fuente:** Elaboración Propia.

Se hizo uso de la topográfica del terreno, que a través de las curvas de nivel han proporcionado las cotas de terreno para cada nodo en el modelo.

## Figura 15

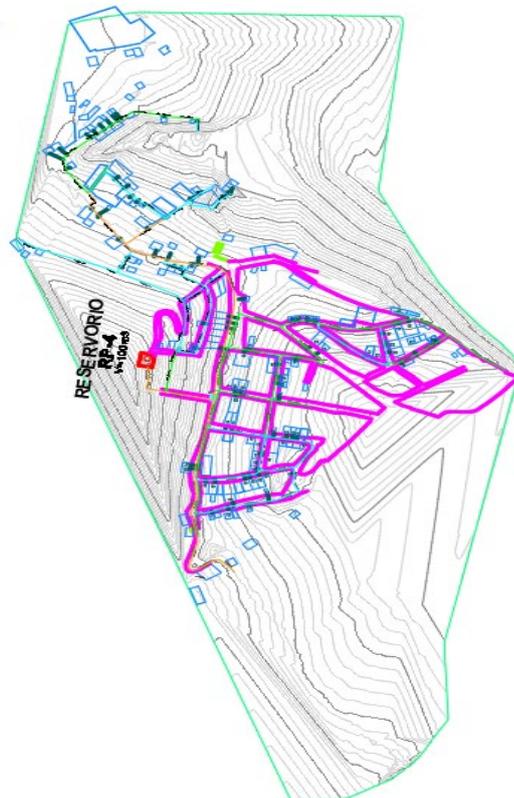
*Curvas de Nivel Sector 04.*



**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura 16**

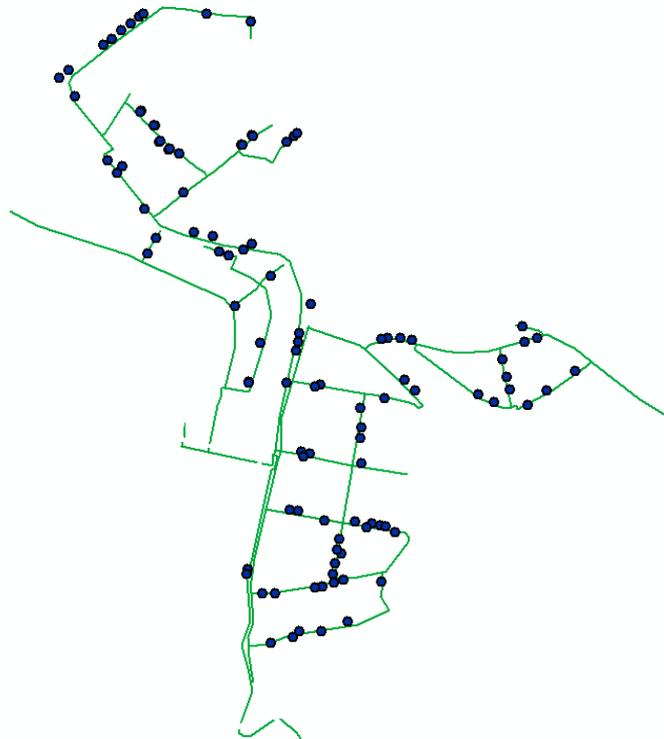
*Red de Conexiones de Acuerdo a su Topografía.*



**Fuente:** Elaboración Propia.

Se hizo uso de las conexiones domiciliarias de la red, las mismas que fueron convertidas en entidad Punto en formato SHP en Arcgis que permitió definir el caudal unitario de cada conexión.

**Figura 17**  
*Conexiones Domiciliaria de la Red en Formato SHP.*



**Fuente:** Elaboración Propia.

El caudal unitario por cada conexión se ingresó en la tabla de atributos de arcgis para luego ser ingresada a la red en el Watercad.

**Figura 18**  
*Caudales Unitarios en la Tabla de atributos del ArcGIS*

LAYER	COLOR	LINETYPE	ELEVATION	LINEWT	REFNAME	ORIG_FID	QDOM_L_S	HMINLINK
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		0	0.011574	118
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		1	0.011574	118
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		2	0.011574	118
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		3	0.011574	118
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		4	0.011574	40
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		5	0.011574	139
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		6	0.011574	71
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		7	0.011574	71
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		8	0.011574	117
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		9	0.011574	117
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		10	0.011574	85
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		11	0.011574	85
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		12	0.011574	132
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		13	0.011574	132
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		14	0.011574	76
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		15	0.011574	76
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		16	0.011574	135
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		17	0.011574	135
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		18	0.011574	135
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		19	0.011574	137
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		20	0.011574	137
CONEX. DOM. AGUA POTABLE EXIST.	138	Continuous	0	70		21	0.011574	139

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Nota.** Caudal unitario por conexión, expresado en l/s

Mediante la herramienta ModelBuilder del Watercad se importó las redes de distribución provenientes de AutoCAD al Watercad. Luego se definió el tipo de tubería (PVC en este caso) y el diámetro de cada tramo.

**Figura 19**  
*Redes de Distribución en el Watercad.*



**Fuente:** Elaboración Propia.

Los nodos son definidos en cada intersección de las polilíneas de la red, generalmente su ubicación concuerda con la ubicación de accesorios como cruz, codo y tee.

Además, cada color de la red corresponde a un diámetro en específico, la red del sector 04, tiene tramos con 110, 90 y 75 mm. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que en la simulación hidráulica se usan diámetros internos, los cuales son de 105, 84.2 y 67.8 mm.

**Ilustración 1**  
*Coloración de las Tubería.*

## Color Coding Legend Pipe: Diameter (mm)

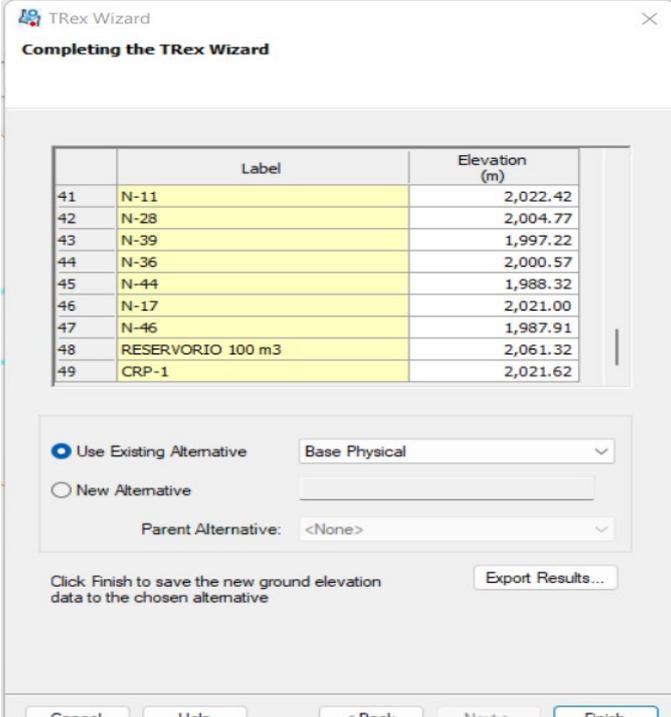
---

	<= 75.0
	<= 90.0
	<= 110.0

Mediante la herramienta TRex del Watercad se importó las elevaciones correspondientes a los nodos, válvula reductora de presión y reservorio.

### Figura 20

*Importación de Elevación de Terrenos a Nodos, Válvula reductora de Presión y Reservorio.*



The screenshot shows the 'Completing the TRex Wizard' dialog box. It contains a table with the following data:

	Label	Elevation (m)
41	N-11	2,022.42
42	N-28	2,004.77
43	N-39	1,997.22
44	N-36	2,000.57
45	N-44	1,988.32
46	N-17	2,021.00
47	N-46	1,987.91
48	RESERVORIO 100 m3	2,061.32
49	CRP-1	2,021.62

Below the table, there are options for alternative selection:

- Use Existing Alternative: Base Physical
- New Alternative
- Parent Alternative: <None>

Buttons at the bottom include: Cancel, Help, < Back, Next >, and Finish.

**Fuente:** Elaboración Propia.

Mediante la herramienta LoadBuilder del Watercad se importó los caudales unitarios a cada conexión domiciliaria, indicando que la asignación se hará a la tubería más cercana.

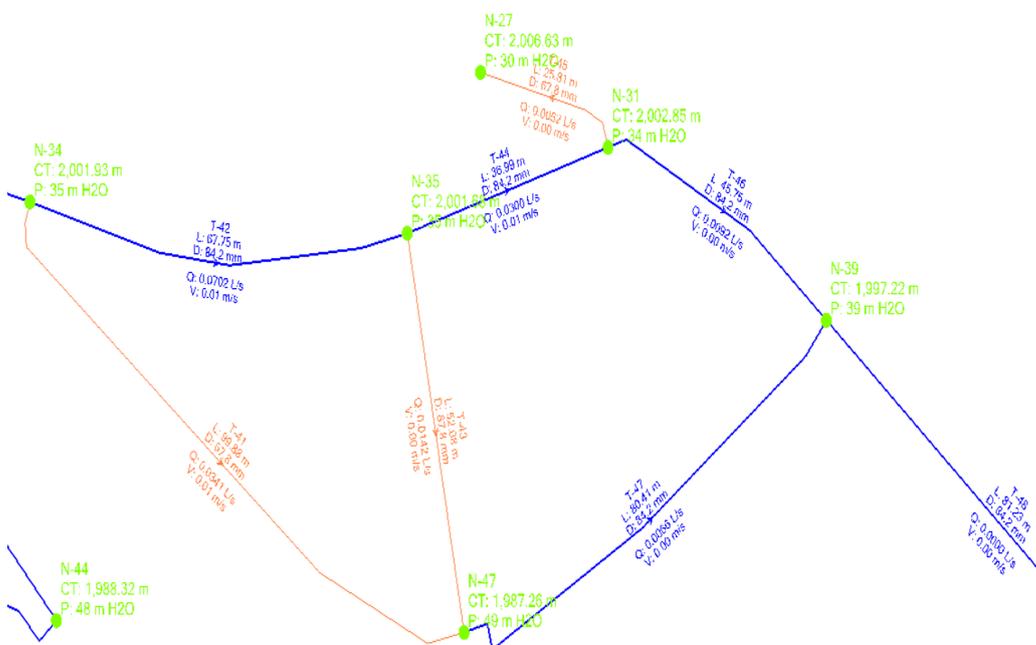
**Figura 21**  
 Importación de Elevación de Terreno a Nodos, Válvulas Reductoras de Presión y Reservorio.

Junctions	Hydrants	Tanks	Surge Tanks	Customer Meters
ID	Label	Demand (Base) (L/s)	Pattern (Demand)	Zone
1	105 N-20	0.0156	Fixed	<None>
2	68 N-8	0.0104	Fixed	<None>
3	48 N-11	0.0313	Fixed	<None>
4	66 N-35	0.0260	Fixed	<None>
5	65 N-47	0.0417	Fixed	<None>
6	62 N-43	0.0156	Fixed	<None>
7	60 N-37	0.0729	Fixed	<None>
8	58 N-42	0.0052	Fixed	<None>
9	57 N-38	0.0365	Fixed	<None>
10	55 N-40	0.0313	Fixed	<None>
11	53 N-33	0.0573	Fixed	<None>
12	51 N-29	0.0208	Fixed	<None>
13	121 N-17	0.0104	Fixed	<None>
14	49 N-48	0.0104	Fixed	<None>
15	119 N-44	0.0156	Fixed	<None>
16	118 N-36	0.0313	Fixed	<None>
17	46 N-26	0.0365	Fixed	<None>
18	45 N-22	0.0521	Fixed	<None>
19	115 N-39	0.0156	Fixed	<None>
20	43 N-7	0.0104	Fixed	<None>
21	113 N-28	0.0313	Fixed	<None>
22	40 N-4	0.0052	Fixed	<None>
23	38 N-10	0.0052	Fixed	<None>
24	37 N-6	0.0365	Fixed	<None>
25	35 N-31	0.0156	Fixed	<None>
26	34 N-27	0.0052	Fixed	<None>
27	32 N-32	0.0573	Fixed	<None>

Fuente: Elaboración Propia.

Como resultado de todo lo anterior, se obtiene la simulación hidráulica de la red, en la que se pueden observar datos como: caudal y velocidad en las tuberías y gradiente hidráulica y presión en los nodos.

**Figura 22**  
 Simulación Hidráulica en la Red.



Fuente: Elaboración Propia.

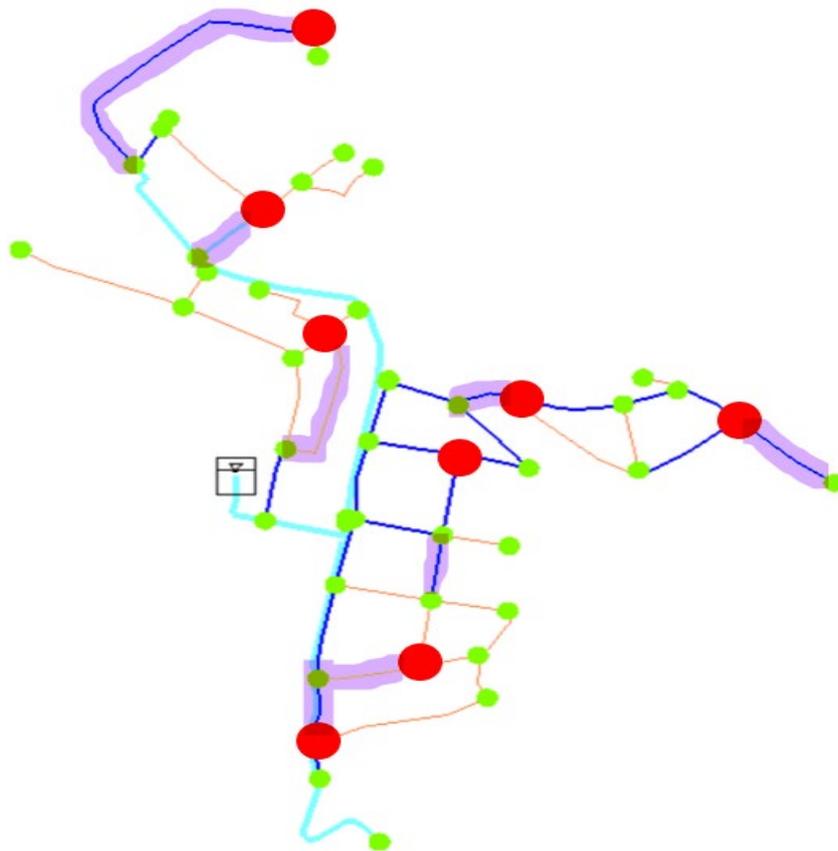
## 4.2.- CALIBRACIÓN DE LA RED DEL MODELO

**Objetivo general:** Es Proponer la calibración en redes de distribución mediante software computacional para la gestión de recursos hídricos, Pillcomarca 2022.

Se realizó la calibración en el cual se establecieron (08) ocho nodos y (08) ocho tuberías para calibrar la red, como se observa en la siguiente figura ubicado básicamente en zonas estratégicamente ubicados y en los nodos básicamente se midieron las presiones y en las tuberías se midieron los caudales para nuestra propuesta de calibración.

**Figura 23**

*Ubicación de Nodos para la Medición de Presión y Tramos de Tubería para la Medición de Caudal.*

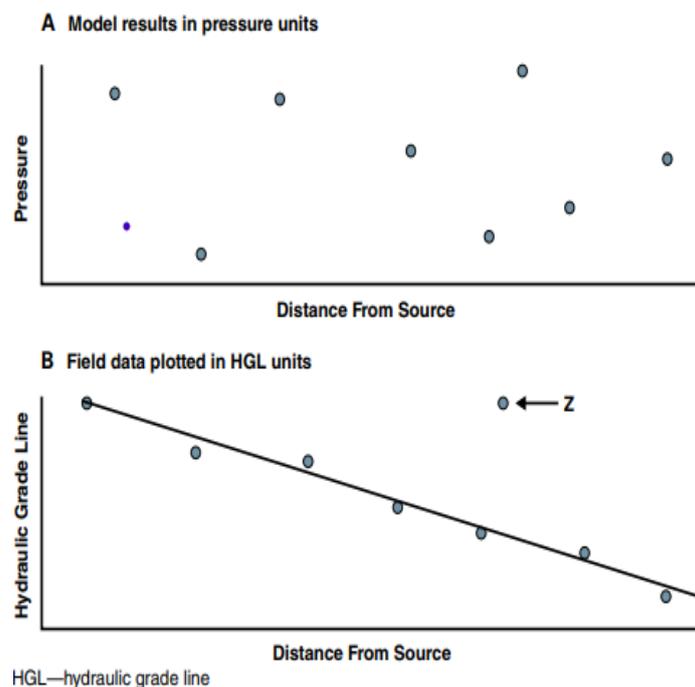


**Fuente:** Elaboración Propia.

Puntos en rojo corresponden a nodos seleccionados, (2) Tramos resaltados en morado corresponden a tuberías seleccionadas.

Para una adecuada calibración se recomienda usar la gradiente hidráulica en reemplazo de las presiones debido a que en función de la distancia desde el reservorio la gradiente hidráulica varía de forma continua, en cambio las presiones tienen variaciones que dependen de la cota del terreno.

**Ilustración 2**  
*Puntos de Dispersión.*



A: Displaying model results in pressure units does not provide a way to determine whether values are consistent, as illustrated, because they do not account for the elevation of the pressure measurement.

B: Plotting field data in HGL units makes it easy to identify inconsistent data such as point Z, as illustrated.

Mediante el uso de la herramienta Darwin Calibrator del Watercad se creó un estudio de calibración y se registraron los datos de gradiente hidráulica para los nodos y caudal en las tuberías, estos datos corresponden al promedio de los datos observados en campo.

Para determinar la gradiente hidráulica en cada nodo, se sumó la presión medida con la cota de terreno.

**Tabla 4**

*Presiones medidos en campo de los (08) nodos correspondientes al gradiente hidráulicos.*

Nodo	Presión medida (mca)	Cota de terreno (m)	Gradiente hidráulico (m)
N-13	16.125	2,021.53	2,037.66
N-33	30.315	2,002.47	2,032.79
N-36	31.154	2,000.57	2,031.72
N-34	32.455	2,001.93	2,034.39
N-39	32.541	1,997.22	2,029.76
N-6	28.637	2,031.80	2,060.44
N-22	15.92	2,017.84	2,033.76
N-32	26.204	2,002.47	2,028.67

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla 5:** *Caudal medido en campo en los ocho nodos correspondientes a gradientes hidráulicas.*

Tubería	Caudal (l/s)
T-33	0.21
T-32	0.1
T-25	0.24
T-40	0.55
T-48	0.001
T-5	0.12
T-49	0.51
T-55	0.18

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Figura 24**

*Colocando valores de Gradiente Hidráulica y Caudal para la Calibración.*

Observed Target Boundary Overrides Demand Adjustments				
	Field Data Set	Element	Attribute	Value
1	Calibración - GH y Caudal	N-13	Hydraulic Grade (m)	2,037.66
2	Calibración - GH y Caudal	N-33	Hydraulic Grade (m)	2,032.79
3	Calibración - GH y Caudal	N-37	Hydraulic Grade (m)	2,031.72
4	Calibración - GH y Caudal	N-34	Hydraulic Grade (m)	2,034.39
5	Calibración - GH y Caudal	N-39	Hydraulic Grade (m)	2,029.76
6	Calibración - GH y Caudal	N-6	Hydraulic Grade (m)	2,060.44
7	Calibración - GH y Caudal	N-22	Hydraulic Grade (m)	2,033.76
8	Calibración - GH y Caudal	N-32	Hydraulic Grade (m)	2,028.67
9	Calibración - GH y Caudal	T-33	Discharge (L/s)	0.2100
10	Calibración - GH y Caudal	T-32	Discharge (L/s)	0.1000
11	Calibración - GH y Caudal	T-25	Discharge (L/s)	0.2400
12	Calibración - GH y Caudal	T-40	Discharge (L/s)	0.3500
13	Calibración - GH y Caudal	T-48	Discharge (L/s)	0.0010
14	Calibración - GH y Caudal	T-5	Discharge (L/s)	0.1200
15	Calibración - GH y Caudal	T-49	Discharge (L/s)	0.3800
16	Calibración - GH y Caudal	T-55	Discharge (L/s)	0.1800

**Fuente:** Elaboración Propia.

Se indicaron al programa que en la calibración los grupos de tuberías por diámetro para que de ser necesario modifique la rugosidad multiplicando la rugosidad del PVC desde un factor de 0.500 a 1.500 con incrementos de 0.100.

**Figura 25**  
*Restricción a la Rugosidad de la Tubería.*

Roughness Demand Status Field Data Options Notes						
	Roughness Adjustment Group	Is Active?	Operation	Minimum Value	Maximum Value	Increment
1	Tubería PVC 110 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	Multiply	0.500	1.500	0.100
2	Tubería PVC 90 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	Multiply	0.500	1.500	0.100
3	Tubería PVC 75 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	Multiply	0.500	1.500	0.100

**Fuente:** Elaboración Propia.

El programa Watercad hace una calibración optimizada ajustando para ello la rugosidad y demanda y devuelve el resultado de la calibración, dependiendo de la preferencia del usuario el programa puede mostrar uno o mas resultados, en este caso se pidió que se muestre los dos mejores resultados, cabe indicar que el primer resultado es el que se ajusta mejor que los siguientes.

En la siguiente figura se muestra el resultado de la calibración de la gradiente hidráulica.

**Figura 26**  
*Resultado de Calibración de la Gradiente Hidráulica.*

The screenshot shows a software interface with two main sections. The top section, 'Simulated Results Browser', has a tree view on the left with 'Hydraulic Grade' selected. The main area contains a table with the following data:

Snapshot	Hydraulic Grade RMSE (m)
1 Calibración - GH y Caudal	1.80

The bottom section, 'Simulated Results', contains a larger table with the following data:

	Field Data Snapshot	Junction	Observed Hydraulic Grade (m)	Simulated Hydraulic Grade (m)	Difference (m)
1	Calibración - GH y Caudal	N-13	2,037.66	2,036.56	-1.10
2	Calibración - GH y Caudal	N-33	2,035.79	2,036.56	0.77
3	Calibración - GH y Caudal	N-37	2,034.72	2,036.56	1.84
4	Calibración - GH y Caudal	N-34	2,034.39	2,036.54	2.15
5	Calibración - GH y Caudal	N-39	2,037.76	2,036.54	-1.22
6	Calibración - GH y Caudal	N-6	2,062.44	2,064.57	2.13
7	Calibración - GH y Caudal	N-22	2,033.76	2,036.43	2.67
8	Calibración - GH y Caudal	N-32	2,034.67	2,036.41	1.74

**Fuente:** Elaboración Propia.

El resultado arroja un valor del Error de raíz cuadrada media (RMSE) de 1.80. El RMSE es un error estándar que se determina en función a los valores observados y predichos, un valor mas cercano a cero indicará una buena predicción.

Asimismo, en la figura anterior se observa los valores de las gradientes observadas en campo y los valores de la simulación hidráulica, observando que no hay grandes diferencias entre ellas.

Por otro lado, con respecto al caudal, se ha obtenido el siguiente resultado en la calibración.

**Figura 27**  
*Resultado de Calibración del Caudal.*

Attribute:		Snapshot	Flow RMSE (L/s)
Hydraulic Grade			
Flow	1	Calibración - GH y Caudal	0.0392

	Field Data Snapshot	Pipe	Observed Flow (L/s)	Simulated Flow (L/s)	Difference (L/s)
1	Calibración - GH y Caudal	T-33	0.2100	0.1123	-0.0977
2	Calibración - GH y Caudal	T-32	0.1000	0.0749	-0.0251
3	Calibración - GH y Caudal	T-25	0.2400	0.2288	-0.0112
4	Calibración - GH y Caudal	T-40	0.3500	0.3352	-0.0148
5	Calibración - GH y Caudal	T-48	0.0010	0.0003	-0.0007
6	Calibración - GH y Caudal	T-5	0.1200	0.0858	-0.0342
7	Calibración - GH y Caudal	T-49	0.3800	0.3812	0.0012
8	Calibración - GH y Caudal	T-55	0.1800	0.1548	-0.0252

**Fuente:** Elaboración Propia.

El resultado arroja un valor del Error de raíz cuadrada media (RMSE) de 0.0392. El RMSE es un error estándar que se determina en función a los valores observados y predichos, un valor más cercano a cero indicará una buena predicción. Es decir que en el caso del caudal valores observados y predichos se correlacionan mejor que lo obtenido con la gradiente hidráulica.

Por otro lado, en el proceso de calibración el programa a determinado que es necesario hace ajustes en las demandas de los nodos, en la siguiente figura se puede ver los valores asignados inicialmente antes de la calibración y los ajustados.

**Figura 28**  
*Valores Asignados y Ajustados de las Demandas en los Nodos.*

Adjustment Group Type	Adjustment Group	Demand Adjustment Factor	Emitter Coefficient (L/s/(m H2O) <sup>-n</sup> )	Number of Leakage Nodes
Demand				
Roughness	1	New Demand Group - 1	1.500	(N/A)
Status				0

Adjustment Group	Node	Original Demand (l/s)	Adjusted Demand (l/s)	Original Emitter Coefficient (L/s/(m H2O) <sup>-n</sup> )	Adjusted Emitter Coefficient (L/s/(m H2O) <sup>-n</sup> )
1	New Demand Group - 1	N-45	0.0151	0.0227	(N/A)
2	New Demand Group - 1	N-32	0.1666	0.2499	(N/A)
3	New Demand Group - 1	N-27	0.0151	0.0227	(N/A)
4	New Demand Group - 1	N-31	0.0454	0.0682	(N/A)
5	New Demand Group - 1	N-6	0.1060	0.1590	(N/A)
6	New Demand Group - 1	N-10	0.0151	0.0227	(N/A)
7	New Demand Group - 1	N-4	0.0151	0.0227	(N/A)
8	New Demand Group - 1	N-5	0.0303	0.0454	(N/A)
9	New Demand Group - 1	N-7	0.0303	0.0454	(N/A)
10	New Demand Group - 1	N-22	0.1515	0.2272	(N/A)
11	New Demand Group - 1	N-26	0.1060	0.1590	(N/A)
12	New Demand Group - 1	N-41	0.0909	0.1363	(N/A)
13	New Demand Group - 1	N-48	0.0303	0.0454	(N/A)
14	New Demand Group - 1	N-29	0.0606	0.0909	(N/A)
15	New Demand Group - 1	N-33	0.1666	0.2499	(N/A)
16	New Demand Group - 1	N-40	0.0909	0.1363	(N/A)
17	New Demand Group - 1	N-38	0.1060	0.1590	(N/A)
18	New Demand Group - 1	N-42	0.0151	0.0227	(N/A)
19	New Demand Group - 1	N-37	0.2120	0.3181	(N/A)
20	New Demand Group - 1	N-43	0.0454	0.0682	(N/A)
21	New Demand Group - 1	N-47	0.1212	0.1818	(N/A)
22	New Demand Group - 1	N-35	0.0757	0.1136	(N/A)

**Nota.** Solo se muestra parte de la totalidad de los nodos.

**Fuente:** Elaboración Propia.

De igual manera con respecto a la rugosidad de la tubería, el programa ajustado el valor de cada tubería de 150 a 120, aplicando un factor de 0.80 al valor inicial para todos los diámetros.

**Figura 29**

*Valores Iniciales y Ajustados de Rugosidad en las Tuberías.*

Adjustment Group Type	Adjustment Group	Hazen-Williams C
Demand		
Roughness	1	Tubería PVC 110 mm
Status	2	Tubería PVC 90 mm
	3	Tubería PVC 75 mm

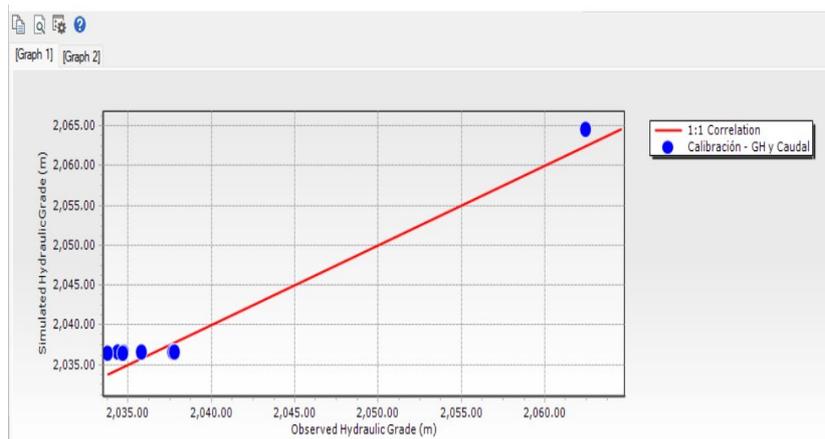
  

Adjustment Group	Link	Original Roughness	Adjusted Roughness
1	Tubería PVC 110 mm	T-13	150.000
2	Tubería PVC 110 mm	T-1	120.000
3	Tubería PVC 110 mm	T-49	120.000
4	Tubería PVC 110 mm	T-50	120.000
5	Tubería PVC 110 mm	T-15	120.000
6	Tubería PVC 110 mm	T-14	120.000
7	Tubería PVC 110 mm	T-3	120.000
8	Tubería PVC 110 mm	T-12	120.000
9	Tubería PVC 90 mm	T-28	120.000
10	Tubería PVC 90 mm	T-59	120.000
11	Tubería PVC 90 mm	T-16	120.000
12	Tubería PVC 90 mm	T-53	120.000
13	Tubería PVC 90 mm	T-36	120.000
14	Tubería PVC 90 mm	T-54	120.000
15	Tubería PVC 90 mm	T-44	120.000
16	Tubería PVC 90 mm	T-40	120.000
17	Tubería PVC 90 mm	T-46	120.000
18	Tubería PVC 90 mm	T-33	120.000
19	Tubería PVC 90 mm	T-27	120.000
20	Tubería PVC 90 mm	T-22	120.000
21	Tubería PVC 90 mm	T-29	120.000

**Fuente:** Elaboración Propia.

Por otro lado, en la siguiente imagen se muestra gráficamente el resultado de la calibración de la gradiente hidráulica, en la que la línea roja representa la correlación 1:1 entre lo observado y lo predicho y los puntos en azul son los valores calibrados.

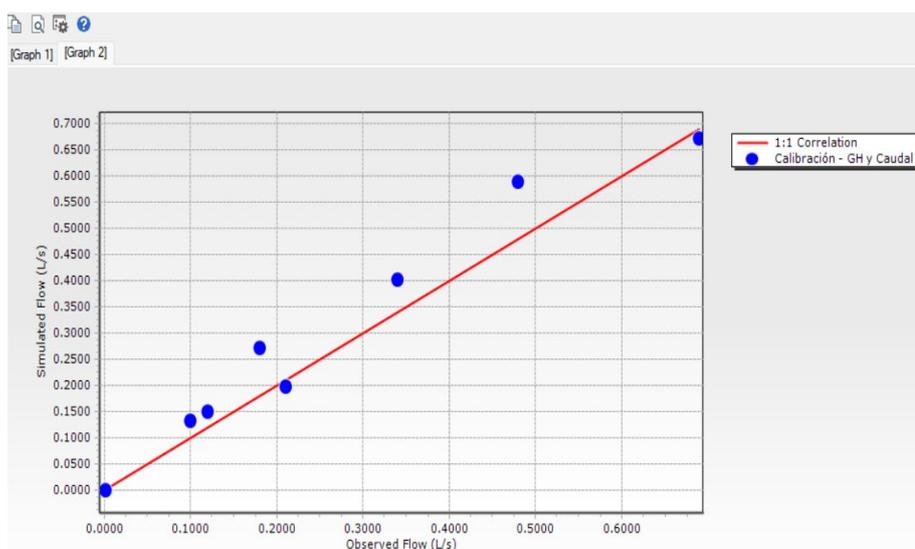
**Figura 30**  
*Representación Grafica de la Calibracion de la Gradiente Hidráulica.*



**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

Asimismo, en la siguiente imagen se muestra el resultado de la calibración del caudal.

**Figura 31**  
*Representación Grafica de la Calibracion de la Gradiente Hidráulica.*



**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

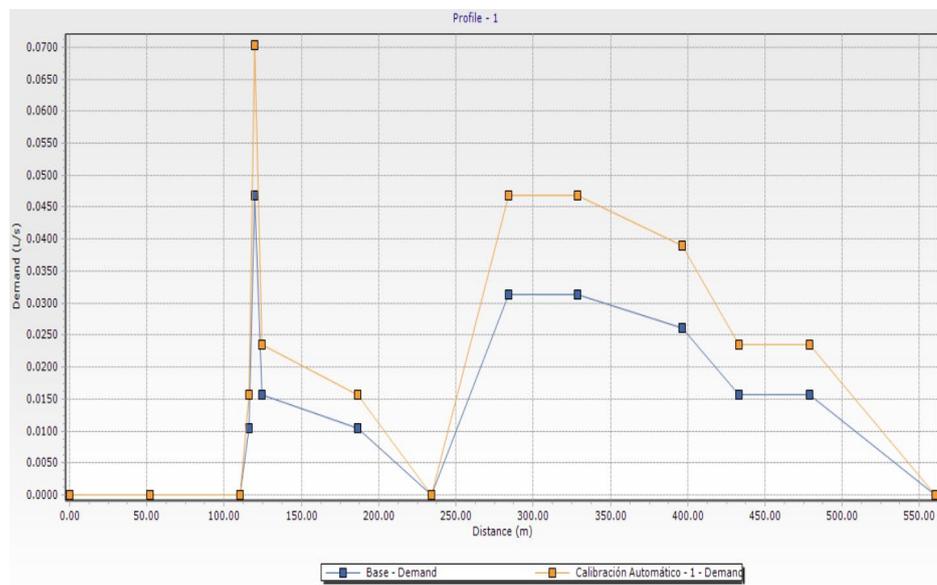
En ambos casos se observa una adecuada correlación.

Finalmente se exportó el modelo calibrado a un nuevo escenario y este representa el modelo calibrado de la red.

En base a ello se pudo ver el comportamiento de la demanda tanto para el modelo inicial y el calibrado.

**Figura 32**

*Comportamiento de las Demandas del Modelo Inicial y el Calibrado.*



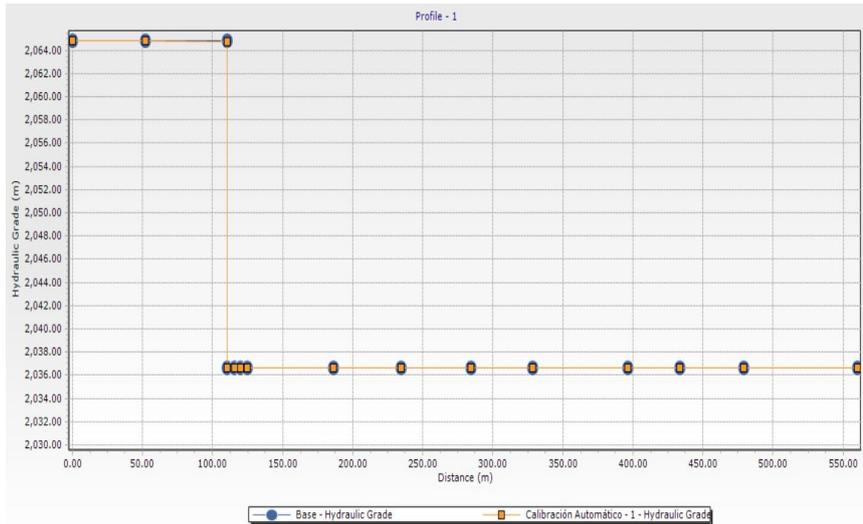
**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

Asimismo, se puede ver dicho comportamiento con respecto a la gradiente hidráulica, tal como se muestra en la siguiente imagen.

Como se puede ver no hay diferencia significativa entre ellas ya que están superpuestas.

**Figura 33**

*Comportamiento de la Gradiente Hidraulica del Modelo y el Calibrado.*

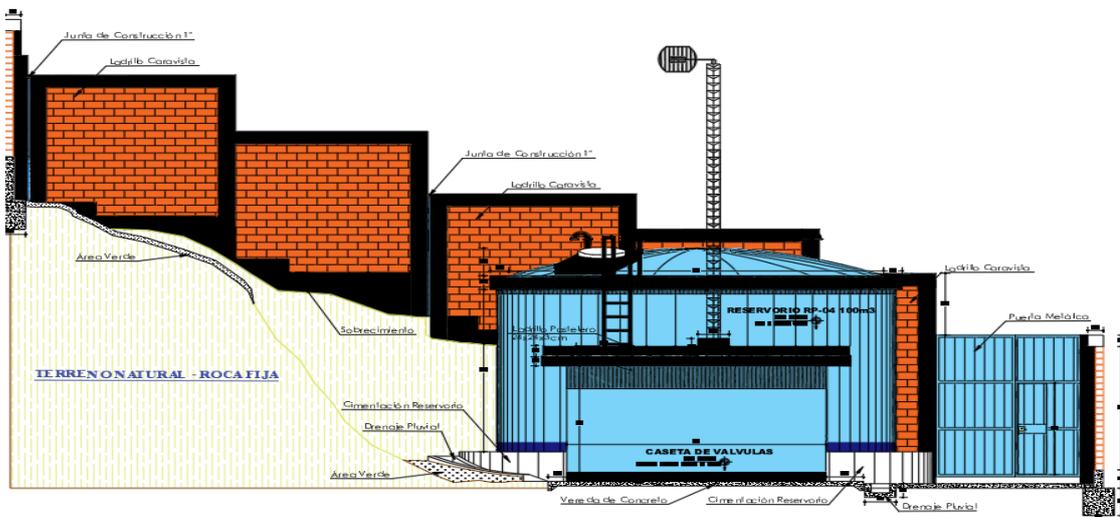


**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

### Reservorio 100 m3

Reservorio Circular Apoyado de C°A°, ubicado en la parte superior del Sector 04 que contempla la proyección de 01 Caseta de Válvulas de Albañilería, 01 línea de rebose con tubería de alcantarillado Ø 200mm, Cerco Perimétrico de Albañilería y áreas verdes, se encuentra en un estado mejor y de mantenimiento permanente.

**Figura 34**  
Reservorio de 100 m3 en el sector 04.



**Fuente:** Elaboración Propia.



**Fuente:** Elaboración Propia.

### **Ilustración 3**

*Reservorio de 100 m3. del Sector 04.*



**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

### **Ilustración 4**

*Puerta de Ingreso al Reservorio de 100 m3. del sector 04.*



**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

**Objetivo específico 1:** Establecer los parámetros de calibración de las redes de distribución con un software computacional para recursos hídricos, Pillcomarca 2022.

Los parámetros establecidos de esta calibración asistido por un software y considerado son:

- Gradiente hidráulico.
- Calidad del agua de consumo.
- Fugas y fallas en longitudes de las tuberías.
- geometría que compone el sistema de agua potable.
- Comportamientos hidráulicos que compone todo el sistema.
- Características del tipo del material empleado, CPVC, HDP, PVC, PEX, POLYPIPE, TUBERIAS GALVANIZADAS, TUBERIAS DE COBRE, TUBERIAS DE ACERO INOXIDABLES.
- Considerar diámetros, espesor, presiones, caudales de acuerdo a la geometría.
- Tipo de consumo.

#### **Redes de Agua Potable Sector S-4**

Instalación de alimentador 01 de Ø110mm L=721.00m, redes secundarias de Ø75mm L=1,454.60m, Ø90mm L=1,137.75m y Ø110mm L=410.05m, y 99 conexiones domiciliarias de agua potable.

**Objetivo específico 2:** Elaborar el modelo calibrado de las redes de distribución con un software computacional, Pillcomarca 2022.

#### **Ilustración 5**

*Recolección de Datos en campo.*



**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

### **Ilustración 6**

*Medición de Datos en Campo.*



**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

**Objetivo específico 3:** Proponer metodologías de gestión de recurso hídricos en base a modelo calibrado, Pillcomarca 2022.

#### **a. Gestión técnica.**

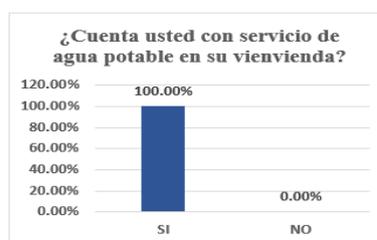
Propuestas de mejora de la infraestructura.

El modelo calibrado ayuda y diagnostica de manera mucho más confiable de todo un sistema de red existente donde conforman pues como los reservorios, tuberías existentes, válvulas, cámaras de rompe presión y todo un sistema, por ello la calibración ayuda a priorizar de manera técnica a tomar decisiones para un servicio de agua potable para que pueda brindar a cada población en su vivienda, mejorando la infraestructura del sistema de agua potable.

En este sector 04 la población encuestada cuenta al 100% con el servicio del agua potable, menos los nuevos usuarios que se están urbanizando en dicho sector.

**Ilustración 7**  
*Resultados de las Encuestas.*

RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	34	100.00%
NO	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>

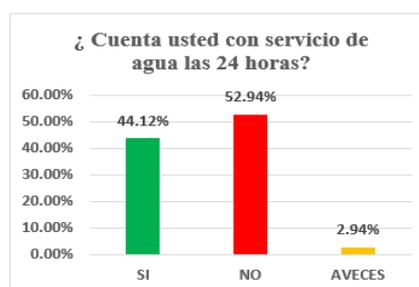


**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

Con el modelo calibrado se puede brindar el servicio del las 24 horas del día, ya que permite identificar errores del sistema de agua potable. el 52.94% de la población no cuenta con el servicio del agua, 44.12 si cuenta las 24 horas del agua potable y 2.94% de población a veces.

**Ilustración 8**  
*Resultados de las Encuestas.*

RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	15	44.12%
NO	18	52.94%
AVECES	1	2.94%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>



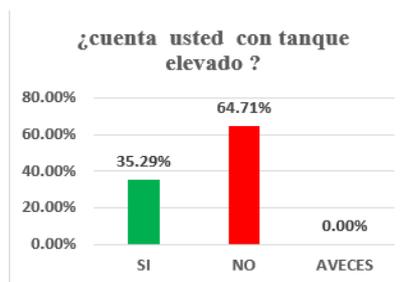
**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

El modelo calibrado ayudara que la población que no cuenta con tanque elevado que son de 64.71% de la población, el modelo garantiza el flujo constante con una buena calibracion para su consumo. 35.29% de la población pues si cuenta con un tanque elevado.

### Ilustración 9

*Resultado de las Encuestas.*

RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	12	35.29%
NO	22	64.71%
AVECES	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>



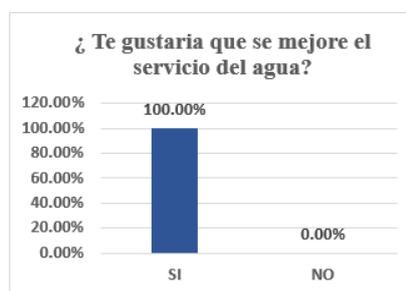
**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

El modelo calibrado ayuda a mejorar el servicio del agua, realizando un diagnostico general de la red y asistida por un software computacional generando una calibracion para mejorar el sistema existente. por que el 100% de la población le gustaría tener una mejor servicio del agua.

### Ilustración 10

*Respuesta de la Encuestas.*

RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	34	100.00%
NO	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>



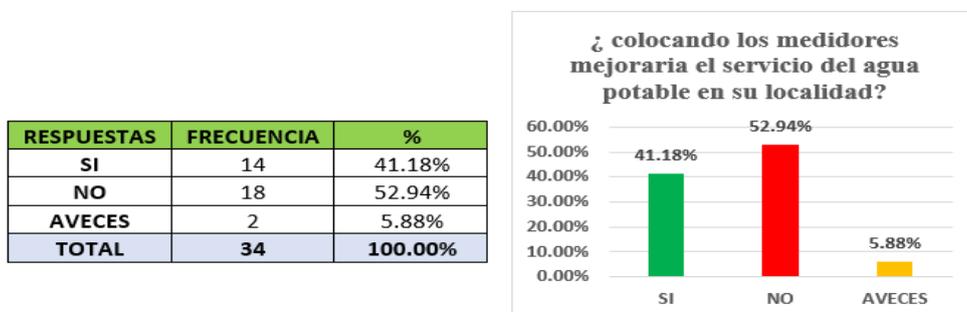
**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

- **Propuesta de opciones de sistematización.**

El modelo calibrado ayudara a mejorar el servicio del agua implementando un sistema de medidores digitales con sensores que emiten reportes para que los usuarios tenga

acceso a su información desde un celular en tiempo récord, también ayudando a sensibilizar al uso del agua y el cuidado como también económicamente.

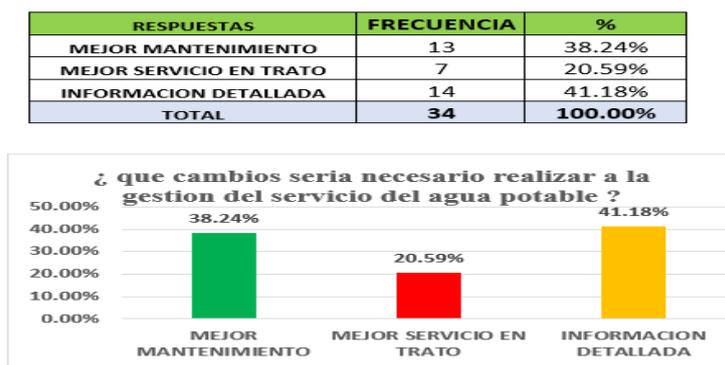
**Ilustración 11**  
*Resultados de las Encuestas.*



**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

El modelo calibrado nos brindara una serie de datos para realizar una gestión de servicio del agua potable en una red existente. como brindar un mejor mantenimiento que el 38.24% de la población exige, también mejorar en servicio y trato al usuario ya que el 20.59% de la población sugiere y brindar una información detallada de sus consumos al usuario ya que exige un 41.18% de la población encuestada.

**Ilustración 12**  
*Resultado de las Encuestas.*

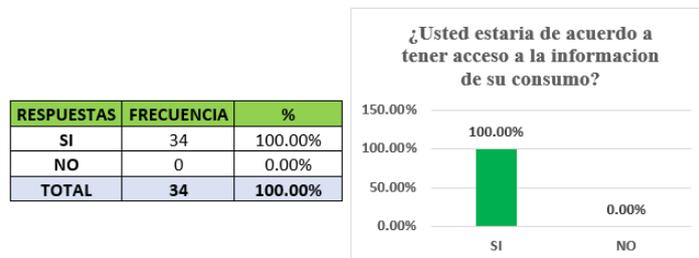


**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

Con el modelo calibrado se puede realizar una gestión de sistema digitalizado e identificado para tener acceso a la información de los consumos de agua que consume el usuario solamente con el número del DNI. O con el código de sus

medidores. Por qué el 100% de la población necesita informarse los datos de sus consumos.

**Ilustración 13**  
*Resultados de las Encuestas.*



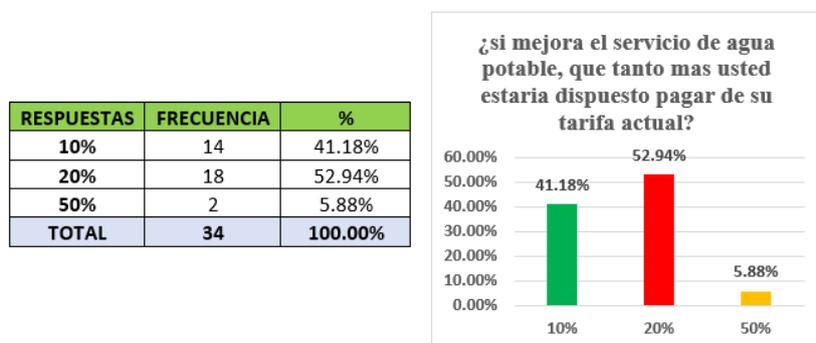
**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

**b. Gestión económica.**

- **Propuesta de ganancia de valor económico del modelo calibrado.**

Con este modelo calibrado también servirá para mejorar el servicio del agua potable, por que permite identificar la deficiencia de los servicios para mejorar su tarifa actual, ya que con la mejora el usuario pagaría justo y razonable por el servicio cuantificado estadísticamente. hasta un 20% de la tarifa consumida. contabilizada respondida de hasta 52.94 % de la población estaría dispuesto a pagar con la mejora con el modelo calibrado.

**Ilustración 14**  
*Resultados de las Encuestas.*

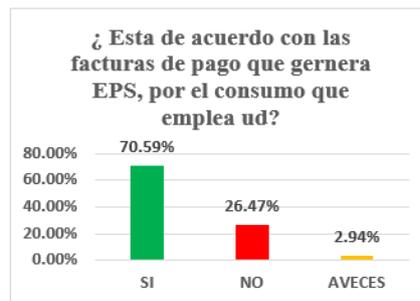


**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

El modelo calibrado permite identificar y generar el consumo y la demanda que genera un sistema de agua potable. por ello ayudara que el consumo sea razonable con para la facturación de su consumo dadas por las EPS. ya que 70.59% esta acuerdo con la facturación de la EPS. y el 26.47% esta en desacuerdo y 2.94% aveces.

**Ilustración 15**  
*Resultado de las Encuestas.*

RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	24	70.59%
NO	9	26.47%
AVECES	1	2.94%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>



**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

Con el modelo calibrado se optimizará el recurso económico en cual permitirá diagnosticar las perdidas y fallas ocasionados en una red de distribución de agua potable. por ello el 97.06% de la población optimizara el cuidado del agua, que afecta de manera económica.

**Ilustración 16**  
*Resultado de las Encuestas.*

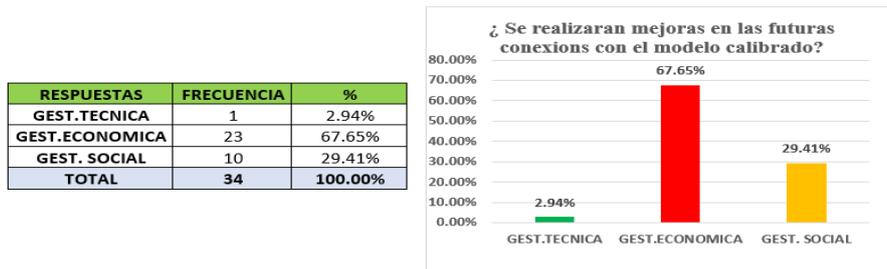
RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	33	97.06%
NO	1	2.94%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>



**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

El modelo calibrado permitirá realizar mejoras en las futuras conexiones donde se identifica errores de una red de distribución de agua potable. tanto en la gestión técnica, gestión económica, gestión social.

**Ilustración 17**  
*Resultado de las Encuestas.*



**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

- **Propuesta de costos de inversión.**

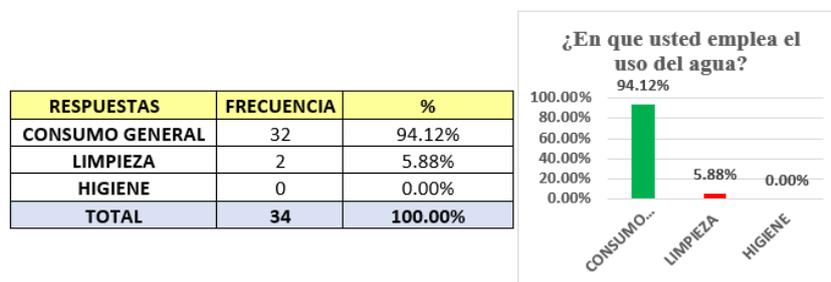
Con el modelo calibrado permitirá realizar una gestión a buen común, con una gestión de desarrollo sostenible de los proyectos de redes de distribución de agua potable priorizando su inversión de manera razonable y justa para el beneficio de la población.

**c. Gestión social.**

- **Percepción de la población del existente.**

El modelo calibrado permite priorizar la demanda de consumo del agua ya que el 94.12% de la población realiza en consumo general. por que el sector 04 en donde se realizo la calibracion la población consume y limpieza usa 5.88%.

**Ilustración 18**  
*Resultados de las Encuestas.*



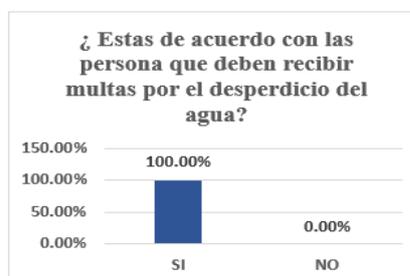
**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

Con el modelo propuesto de la calibracion se identifica los altos consumos, por eso de manera cuantitativamente se puede generar multas por uso inadecuado del agua

como: lavar carro, regar jardines. entre otros...por ellos el 100% de la población esta de acuerdo con las multas que deben pagar por uso inadecuado del agua.

**Ilustración 19**  
*Resultado de las Encuestas.*

RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	34	100.00%
NO	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>

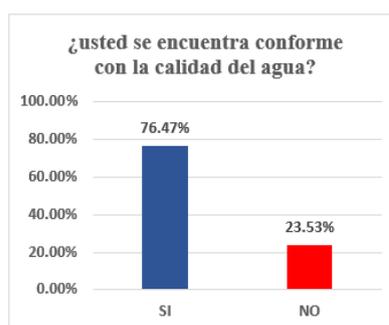


**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

El modelo calibrado tambien identifica la mala calidad del agua por ello la población el 76.47% esta de acuerdo con la calidad del agua que brinda las EPS SEDA HUANUCO. y el otro 23.53% de la población esta en desacuerdo con la calidad del agua. y este modelo calibrado ayuda a mejorar la calidad del agua mediante la cloración para su consumo optimo.

**Ilustración 20**  
*Resultado de las Encuestas.*

RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	26	76.47%
NO	8	23.53%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>



**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

▪ **Percepción de la población con el modelo calibrado.**

Este modelo de calibración propuesto para una red de distribución de agua potable, ayuda pues a tomar una decisión de mejora para tener los servicios de agua las 24 horas, ya permite identificar el problema. ya que se ha cuantificado que el 47.06% de

la población, requiere que se genere mas presiones para garantizar su necesidad del consumo del agua.

**Ilustración 21**  
*Resultado de las Encuestas.*

RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
Cambio de tuberías.	3	8.82%
Aumento de reservorios	12	35.29%
Generar <u>mas</u> presiones de agua	16	47.06%
Otros.	3	8.82%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>

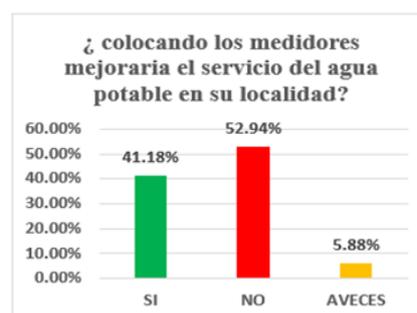


**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

Con el modelo calibrado se puede mejorar y ubicar de manera más planificada ordenada los medidores ya que se identifica los desperdicios, perdidas, fugas identificadas en la red de distribución diagnosticada, para mejorar sus servicio y su uso mas cuidado y ahorro del agua, el 52.94% de la población no quiere que se instale los medidores.

**Ilustración 22**  
*Resultado de las Encuestas.*

RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	14	41.18%
NO	18	52.94%
AVECES	2	5.88%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>



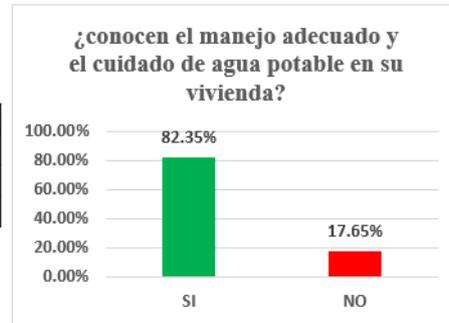
**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

Con este modelo calibrado se puede sensibilizar a la población al uso adecuado del agua potable, ya que estamos viviendo en era de la tecnología con videos compartidos por las redes sociales, radios, televisores, de toda las plataformas de

comunicación. pues el 17.65% de la población no conoce el cuidado y el manejo del agua.

**Ilustración 23**  
*Resultado de las Encuestas.*

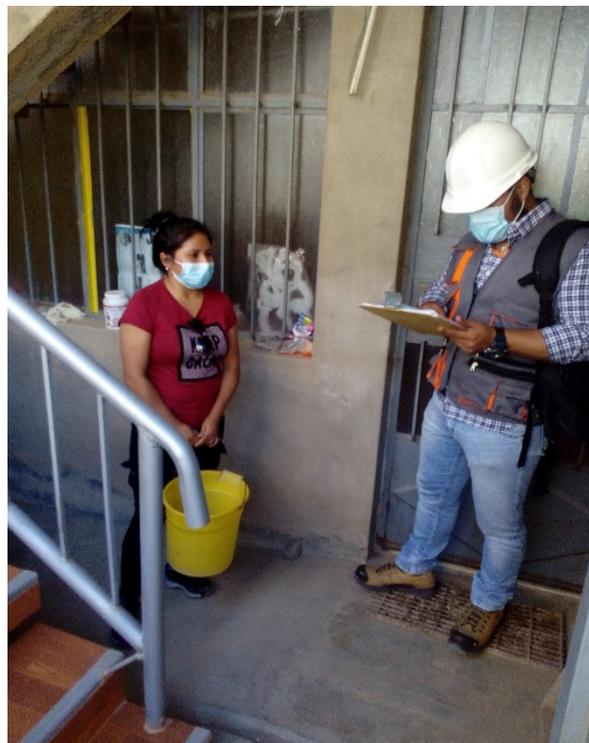
RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	28	82.35%
NO	6	17.65%
TOTAL	34	100.00%



**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

Encuestas realizadas a la población del sistema de red agua potable existente.

**Ilustración 24**  
*Realizando encuesta a la Población.*



**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

## **Ilustración 25**

*Realizando Encuestas a la Población.*



**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

### **4.3 CONTRASTACION DE HIPOTESIS**

#### **4.3.1 Contratación de Hipótesis General**

La propuesta de calibración en redes de distribución mediante software computacional influye positivamente en el planteamiento de una gestión de recurso hídricos, Pillcomarca 2022.

- La propuesta de la calibración realizada para esta investigación de una red de distribución del sistema de agua potable del distrito de Pillcomarca, influye de manera positiva ya que es posible realizar un modelo de calibración ya que permite tomar decisiones tanto datos recolectados en campo como datos simulados por un modelo asistido por un software computacional, permitiendo realizar una gestión de recursos hídricos.

### **4.3.2 Contrastación de hipótesis específicas**

HE. 01 Los parámetros que influyen en la calibración de las redes de distribución son el coeficiente de rugosidad, caudal y estado de las infraestructuras.

- Los parámetros que incluyen en una calibración de redes de distribución son pues los coeficientes de rugosidad, caudal y estado de las infraestructuras. al realizar la calibración se realiza pues el diagnóstico general de una red existente en la cual nos permite llegar a una decisión para priorizar la inversión de la infraestructura como el tiempo de servicio, gradientes hidráulicos, generar mayor presión, caudal y que permita pues la mejor operabilidad del sistema de una red de distribución.

HE. 02 El planteamiento del modelo para calibración de redes de distribución se realiza mediante datos de campo con el uso de software computacional.

-Para su mejor planteamiento de un modelo de calibración de redes de distribución, se realiza una buena recolección de datos en campo como el caudal, presión. con herramientas que nos va a garantizar los datos adecuados para una calibración. también es importante la asistencia de un software computacional que te garantice todo el proceso necesario para una buena calibración, permitiendo la confiabilidad y necesarios para identificar los procesos, errores del sistema modelado existente.

HE. 03 El modelo calibrado de redes de distribución influye de manera positiva en la gestión de recursos hídricos.

- El modelo calibrado de una red de distribución influye de manera positiva y confiable para una gestión de recursos hídricos. que te permite cuantitativamente la gestión técnica, también en la gestión económica para cual es pues importante ya que se ve de manera económica y en impacto que genera el sistema calibrado, y también de manera social para que todo tipo de una red de distribución agua potable sea con mayor cuidado para uso inteligente de este recurso para que todos se beneficien con este vital consumo del agua.

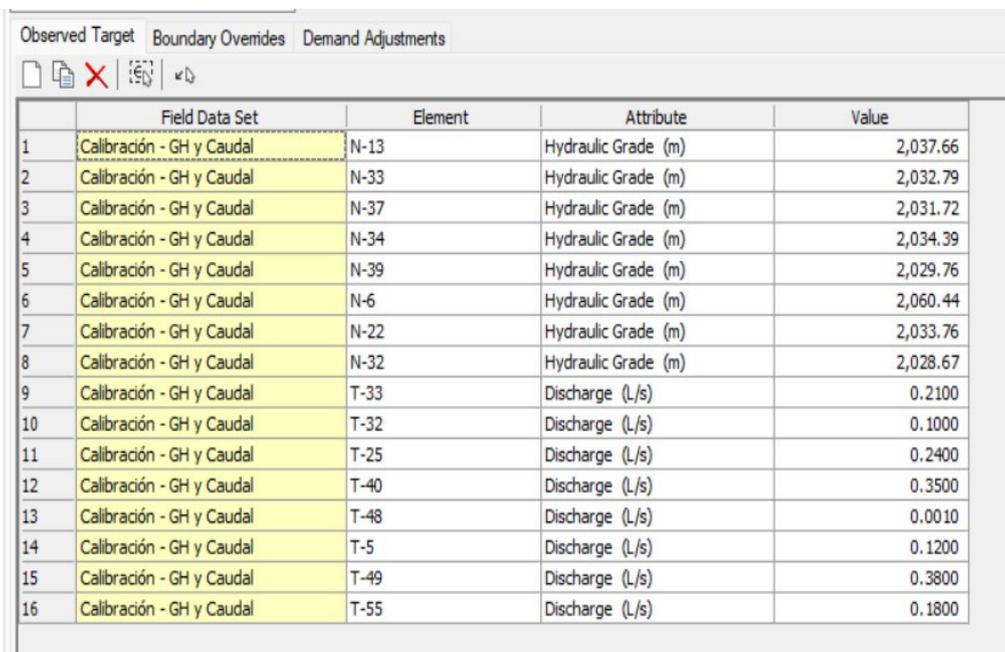
## V. DISCUSIÓN

### 5.1- CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS OPTENIDOS DE PRESION CALCULADOS Y OBSERVADOS DEL MODELO.

Para una correcta calibración se recomienda usar la gradiente hidráulica en reemplazo de las presiones, debido a que en función de la distancia desde el reservorio la gradiente hidráulica varia de forma continua, en cambio las presiones tienen variaciones que dependen de la cota del terreno. Para determinar la gradiente hidráulica en cada nodo, se sumó la presión medida con la cota de terreno.

**Figura 37**

*Colocando valores de Gradiente Hidráulica y Caudal para la Calibracion.*



	Field Data Set	Element	Attribute	Value
1	Calibración - GH y Caudal	N-13	Hydraulic Grade (m)	2,037.66
2	Calibración - GH y Caudal	N-33	Hydraulic Grade (m)	2,032.79
3	Calibración - GH y Caudal	N-37	Hydraulic Grade (m)	2,031.72
4	Calibración - GH y Caudal	N-34	Hydraulic Grade (m)	2,034.39
5	Calibración - GH y Caudal	N-39	Hydraulic Grade (m)	2,029.76
6	Calibración - GH y Caudal	N-6	Hydraulic Grade (m)	2,060.44
7	Calibración - GH y Caudal	N-22	Hydraulic Grade (m)	2,033.76
8	Calibración - GH y Caudal	N-32	Hydraulic Grade (m)	2,028.67
9	Calibración - GH y Caudal	T-33	Discharge (L/s)	0.2100
10	Calibración - GH y Caudal	T-32	Discharge (L/s)	0.1000
11	Calibración - GH y Caudal	T-25	Discharge (L/s)	0.2400
12	Calibración - GH y Caudal	T-40	Discharge (L/s)	0.3500
13	Calibración - GH y Caudal	T-48	Discharge (L/s)	0.0010
14	Calibración - GH y Caudal	T-5	Discharge (L/s)	0.1200
15	Calibración - GH y Caudal	T-49	Discharge (L/s)	0.3800
16	Calibración - GH y Caudal	T-55	Discharge (L/s)	0.1800

**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

los datos proporcionados recolectados en campo como modelado se han obtenido un resultado por el programa Watercad realizando una calibración optimizada ajustando para ello la rugosidad y demanda obteniendo resultado de la calibración, cabe indicar que el primer resultado es el que se ajusta en la siguiente figura se muestra el resultado de la calibración de la gradiente hidráulica.

**Figura 38**

*Resultado de Calibracion de la Gradiente Hidráulica.*

Attribute:		Snapshot	Hydraulic Grade RMSE (m)
Hydraulic Grade			
Flow			
		1 Calibración - GH y Caudal	1.80

	Field Data Snapshot	Junction	Observed Hydraulic Grade (m)	Simulated Hydraulic Grade (m)	Difference (m)
1	Calibración - GH y Caudal	N-13	2,037.66	2,036.56	-1.10
2	Calibración - GH y Caudal	N-33	2,035.79	2,036.56	0.77
3	Calibración - GH y Caudal	N-37	2,034.72	2,036.56	1.84
4	Calibración - GH y Caudal	N-34	2,034.39	2,036.54	2.15
5	Calibración - GH y Caudal	N-39	2,037.76	2,036.54	-1.22
6	Calibración - GH y Caudal	N-6	2,062.44	2,064.57	2.13
7	Calibración - GH y Caudal	N-22	2,033.76	2,036.43	2.67
8	Calibración - GH y Caudal	N-32	2,034.67	2,036.41	1.74

**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

De la tabla anterior, el resultado arroja un valor del Error de raíz cuadrada media (RMSE) de 1.80. El RMSE es un error estándar que se determina en función a los valores observados y predichos, un valor mas cercano a cero indicará una buena predicción. Asimismo, se observa los valores de las gradientes observadas en campo y los valores de la simulación hidráulica, observando que no hay grandes diferencias entre ellas.

Por otro lado, con respecto al caudal, se ha obtenido el siguiente resultado en la calibración.

**Figura 39**  
*Resultado de Calibracion del Caudal.*

Attribute:		Snapshot	Flow RMSE (L/s)
Hydraulic Grade			
Flow			
		1 Calibración - GH y Caudal	0.0392

	Field Data Snapshot	Pipe	Observed Flow (L/s)	Simulated Flow (L/s)	Difference (L/s)
1	Calibración - GH y Caudal	T-33	0.2100	0.1123	-0.0977
2	Calibración - GH y Caudal	T-32	0.1000	0.0749	-0.0251
3	Calibración - GH y Caudal	T-25	0.2400	0.2288	-0.0112
4	Calibración - GH y Caudal	T-40	0.3500	0.3352	-0.0148
5	Calibración - GH y Caudal	T-48	0.0010	0.0003	-0.0007
6	Calibración - GH y Caudal	T-5	0.1200	0.0858	-0.0342
7	Calibración - GH y Caudal	T-49	0.3800	0.3812	0.0012
8	Calibración - GH y Caudal	T-55	0.1800	0.1548	-0.0252

**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

El resultado arroja un valor del Error de raíz cuadrada media (RMSE) de 0.0392. El RMSE es un error estándar que se determina en función a los valores observados y predichos, un valor más cercano a cero indicará una buena predicción. Es decir que en el caso del caudal valores observados y predichos se correlacionan mejor que lo obtenido con la gradiente hidráulica.

## 5.2 CONTRASTACIÓN DE RESTRICCIÓN A LA RUGOSIDAD DE LA TUBERIAS

Se indicó al software de watercad que en la calibración los grupos de tuberías por diámetro para que de mejor resultado debe ser necesario que modifique la rugosidad multiplicando la rugosidad del PVC desde un factor de 0.500 a 1.500 con incrementos de 0.100.

**Figura 40**

*Restricción a la Rugosidad de la Tubería.*

	Roughness	Demand	Status	Field Data	Options	Notes	
	Roughness Adjustment Group		Is Active?	Operation	Minimum Value	Maximum Value	Increment
1	Tubería PVC 110 mm		<input checked="" type="checkbox"/>	Multiply	0.500	1.500	0.100
2	Tubería PVC 90 mm		<input checked="" type="checkbox"/>	Multiply	0.500	1.500	0.100
3	Tubería PVC 75 mm		<input checked="" type="checkbox"/>	Multiply	0.500	1.500	0.100

**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

De igual manera con respecto a la rugosidad de la tubería, el programa a ajustado el valor de cada tubería de 150 a 120, aplicando un factor de 0.80 al valor inicial para todos los diámetros.

**Figura 41**

*Valores Iniciales y Ajustados de Rugosidad en las Tuberías.*

Adjustment Results		Adjustment Group	Hazen-Williams C
Demand		1 Tubería PVC 110 mm	0.8
Roughness		2 Tubería PVC 90 mm	0.8
Status		3 Tubería PVC 75 mm	0.8

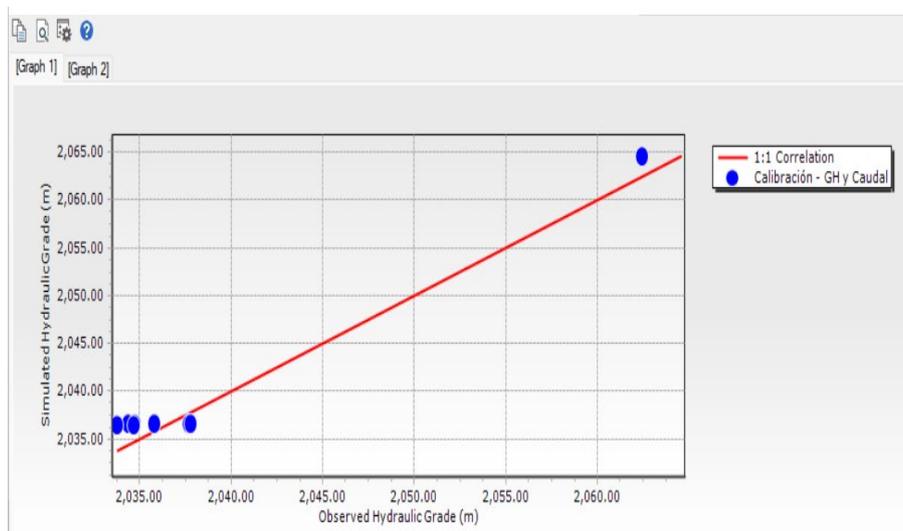
  

Adjustment Group	Link	Original Roughness	Adjusted Roughness
1 Tubería PVC 110 mm	T-13	150.000	120.000
2 Tubería PVC 110 mm	T-1	150.000	120.000
3 Tubería PVC 110 mm	T-49	150.000	120.000
4 Tubería PVC 110 mm	T-50	150.000	120.000
5 Tubería PVC 110 mm	T-15	150.000	120.000
6 Tubería PVC 110 mm	T-14	150.000	120.000
7 Tubería PVC 110 mm	T-3	150.000	120.000
8 Tubería PVC 110 mm	T-12	150.000	120.000
9 Tubería PVC 90 mm	T-28	150.000	120.000
10 Tubería PVC 90 mm	T-59	150.000	120.000
11 Tubería PVC 90 mm	T-16	150.000	120.000
12 Tubería PVC 90 mm	T-53	150.000	120.000
13 Tubería PVC 90 mm	T-36	150.000	120.000
14 Tubería PVC 90 mm	T-54	150.000	120.000
15 Tubería PVC 90 mm	T-44	150.000	120.000
16 Tubería PVC 90 mm	T-40	150.000	120.000
17 Tubería PVC 90 mm	T-46	150.000	120.000
18 Tubería PVC 90 mm	T-33	150.000	120.000
19 Tubería PVC 90 mm	T-27	150.000	120.000
20 Tubería PVC 90 mm	T-22	150.000	120.000
21 Tubería PVC 90 mm	T-29	150.000	120.000

**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

En la siguiente imagen se muestra gráficamente el resultado de la calibración de la gradiente hidráulica, en la que la línea roja representa la correlación 1:1 entre lo observado y lo predicho y los puntos en azul son los valores calibrados.

**Figura 42**  
*Representación Grafica de la Calibracion de la Gradiente Hidráulica.*

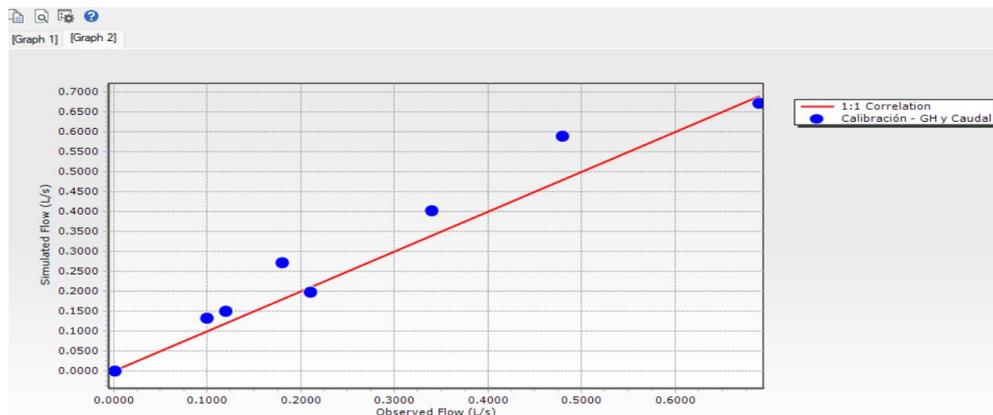


**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

Asimismo, en la siguiente imagen se muestra el resultado de la calibración del caudal

**Figura 43**

*Representación Gráfica de la Calibración de la Gradiente Hidráulica.*



**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

En ambas figuras obtenidas del gradiente hidráulico se observa una adecuada correlación. para una mejor precisión a falta de datos se recomienda emplear, escáner, o otra herramienta que de datos más exactos.

## VI. CONCLUSIONES

1. Para elaborar el modelo calibrado se realizó un diagnóstico a un sistema de redes de distribución existente, del distrito de Pillcomarca, 2022. comprobando su estructura existente de reservorio, sistemas de conexiones, observando las presiones, caudales de todo el sistema existente. para su mejor funcionamiento y operación del sistema.
2. Realizando la calibración del sistema con un software computacional de watercad se llegó a ajustar el valor de cada tubería de 150 a 120 mm, aplicando un factor de 0.80 mm a todos los diámetros.

**Figura 44**

*Valores Iniciales y Ajustados de Rugosidad en las Tuberías.*

Adjustment Group Type		Adjustment Group	Hazen-Williams C
Demand		1 Tubería PVC 110 mm	0.8
Roughness		2 Tubería PVC 90 mm	0.8
Status		3 Tubería PVC 75 mm	0.8

Adjustment Group	Link	Original Roughness	Adjusted Roughness
1 Tubería PVC 110 mm	T-13	150.000	120.000
2 Tubería PVC 110 mm	T-1	150.000	120.000
3 Tubería PVC 110 mm	T-49	150.000	120.000
4 Tubería PVC 110 mm	T-50	150.000	120.000
5 Tubería PVC 110 mm	T-15	150.000	120.000
6 Tubería PVC 110 mm	T-14	150.000	120.000
7 Tubería PVC 110 mm	T-3	150.000	120.000
8 Tubería PVC 110 mm	T-12	150.000	120.000
9 Tubería PVC 90 mm	T-28	150.000	120.000
10 Tubería PVC 90 mm	T-59	150.000	120.000
11 Tubería PVC 90 mm	T-16	150.000	120.000
12 Tubería PVC 90 mm	T-53	150.000	120.000
13 Tubería PVC 90 mm	T-36	150.000	120.000
14 Tubería PVC 90 mm	T-54	150.000	120.000
15 Tubería PVC 90 mm	T-44	150.000	120.000
16 Tubería PVC 90 mm	T-40	150.000	120.000
17 Tubería PVC 90 mm	T-46	150.000	120.000
18 Tubería PVC 90 mm	T-33	150.000	120.000
19 Tubería PVC 90 mm	T-27	150.000	120.000
20 Tubería PVC 90 mm	T-22	150.000	120.000
21 Tubería PVC 90 mm	T-29	150.000	120.000

**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

3. Para obtener el resultado de la calibración de manera óptima se realiza un ajuste en la rugosidad y demanda. dando resultado de calibración del gradiente hidráulico y datos observados de los puntos asignados y estratégicos de la red de distribución del sector 04 del distrito de Pillcomarca.

**Figura 45**

*Resultado de Calibración de la Gradiente Hidráulica.*

Attribute:		Snapshot	Hydraulic Grade RMSE (m)	
Hydraulic Grade		1	Calibración - GH y Caudal	1.80
Flow				

	Field Data Snapshot	Junction	Observed Hydraulic Grade (m)	Simulated Hydraulic Grade (m)	Difference (m)
1	Calibración - GH y Caudal	N-13	2,037.66	2,036.56	-1.10
2	Calibración - GH y Caudal	N-33	2,035.79	2,036.56	0.77
3	Calibración - GH y Caudal	N-37	2,034.72	2,036.56	1.84
4	Calibración - GH y Caudal	N-34	2,034.39	2,036.54	2.15
5	Calibración - GH y Caudal	N-39	2,037.76	2,036.54	-1.22
6	Calibración - GH y Caudal	N-6	2,062.44	2,064.57	2.13
7	Calibración - GH y Caudal	N-22	2,033.76	2,036.43	2.67
8	Calibración - GH y Caudal	N-32	2,034.67	2,036.41	1.74

**Fuente:** Datos de campo. Elaboración propia.

- Este modelo calibrado sirve como una herramienta de toma decisiones para una adecuada gestión de recursos hídricos, identificando errores, permite entendimiento, solucionar problemas cuantitativamente ayudando a tomar una buena decisión tanto en la gestión técnica, gestión económica y gestión social.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda al realizar una calibración de una red de distribución de agua potable, realizar prueba de datos recolectados en campo para ingresar al modelo, usando equipos calibrados e instrumentos evitando compensaciones (error) para mantener buenos resultados.
2. También se recomienda repetir las pruebas si en el sistema cambia en el modelo calibrado. Registrando las condiciones al momento de realizar el modelo no ignorar el impacto de fugas especialmente en sistemas antiguas para mantener buenos resultados.
3. Como una recomendación se debe sistematizar todo el sistema de red de distribución con equipos digitales, con análisis de sensibilidad para realizar un seguimiento y llevar un control en la salida de los reservorios de esta manera tomar una decisiones para una gestión de recursos hídricos.
4. En el desarrollo de esta investigación se solicitó una información a la EPS para conocer las demandas a la cual no tuvimos respuestas, permitiendo dificultades por ello se sugiere un mecanismo más rápidas para obtener la información necesaria de esa manera no generar pérdidas de tiempo.

## Referencias

**050, NORMA TECNICA O.S. 2021. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO . 2021.**

**AGRICULTURA, MINISTERIO DE, y otros. 2004. Estrategia Nacional para la Gestión de los Recursos Hídricos Continentales del Perú. LIMA : s.n., 2004.**

**Ariele Zanfei 1, \*, Andrea Menapace 1, Simone Santopietro 2 and Maurizio Righetti 1. 2020. CALIBRATION PROCEDURE FOR WATER DISTRIBUTION SYSTEMS:. lozano : 1421, 2020. 10/3390/w12051421.**

**ARMENDARIZ, IBAI ALDAZ. 2020. MODELADO HIDRÁULICO Y CALIBRADO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA COMARCA DE PAMPLONA. PAMPLONA : s.n., 2020.**

**BY, ZHENG Y, y otros. 2017. Calibrating Water Distribution Model Via Genetic Algorithms. USA : s.n., 2017.**

**CAPCHA, JOHN PAUL PALACIOS. 2019. "CALIBRACIÓN DE MODELO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA[version PDF]. HUANUCO : s.n., 2019. págs. 9-10.**

**CELORIO, MARIA LUISA SAMANO. 2011. DESARROLLO E INTEGRACIÓN DE MODELOS NUMÉRICOS DE CALIDAD DEL AGUA EN UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. SANTANDER : s.n., 2011.**

**CHÁVEZ GARAY, HAYDEÉ ROSA- PRADO FERNANDEZ, KEVIN ENRIQUE. 2020 . SECTORIZACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL SISTEMA EN LOS DISTRITOS DE CASTILLA Y PIURA. LIMA-PERU : s.n., 2020 .**

**CHUQUIVIGUEL NUREÑA, CAROLD STEFANNY. 2017. EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE UNA RED EXISTENTE DE AGUA POTABLE SECTORIZADA EN FUNCIÓN DE LOS. TRUJILLO : s.n., 2017.**

**CYPE. 2018. MANUAL DE USO CYPEPLUMBING (WATER SYSTEMS). 2018.**

**DIA MUNDIAL DEL AGUA. UNICEF. 2014. NUEVA YORK : s.n., 2014.**

*DIRECTORIO NACIONAL DE MUNICIPALIDADES, PROVINCIALES, DISTRITALES Y CENTROS POBLADOS . INEI. 2013. HUANUCO : s.n., 2013.*

**DOMINGOS DA SILVA, DIVALDO, ESCARTIN SAULETA, EMILIO RICARDO y GIMENEZ SAEZ, GERARDO CRESCENCIO. 2017.** *Análisis de Fourier para mejorar un MDE destinado a simulaciones hidrológicas e hidráulicas.* HABANA : s.n., 2017.

*El concreto.* **SANCHEZ, Diego. 2001.** s.l. : Bhandar Editores, 2001, Tecnología del concreto y del mortero, Vol. 5, págs. 20-25.

**ESPITIA, JULIÁN ALBERTO GALEANO MATEUS - HUGO ALEXANDER RAMIREZ. 2021.** *EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER.* CUNDIMARCA : s.n., 2021.

**EUROTUBO. 2012.** *CATALAGO Y MANUAL TECNICO NTP ISO-1452.* LIMA : EUROTUBO S.A.C, 2012. pág. 71.

**FELICES, ARTURO ROCHA. 2007.** *HIDRAULICA DE TUBERIAS Y CANALES.* LIMA : s.n., 2007.

**FLORES, GIANFRANCO VILLEGAS. 2017.** *METODOLOGÍA COMPUTARIZADA DE DIMENSIONAMIENTO DE REDES DE AGUA POTABLE.* PIURA : s.n., 2017.

**GABRIEL, RODRIGUEZ MARCOS. 2009.** *PROPUESTA DE PLAN DIRECTOR DE AGUA POTABLE PARA LAS LOCALIDADES DE UNQUILLO Y MENDIOLAZA.* BOGOTA-COLOMBIA : s.n., 2009.

**GARCIA, Víctor Alfonso García NELSON DELIPE MORENO CARDONA. VICTOR ALFONSO. 2016.** *Metodología de calibración de un modelo numérico de flujo bifásico para una estructura de control de caudales, a partir de un análisis de sensibilidad de los parámetros de turbulencia del modelo  $k-\varepsilon$  – Caso de estudio La Vegona. .* BOGOTA : s.n., 2016.

**GONZALES, YOEL MARTINEZ. 2019.** *Sobre el posible origen y calibración de la curva de descarga del canal de Vento.* HABANA : s.n., 2019.

**GUDIÑO, MARIA JOSE MENESES. 2022.** *GESTIÓN FINANCIERA PARA LAS JUNTAS ADMINISTRADORAS DE AGUA POTABLE DE IBARRA. CASO BASE JUNTA COCHAS LA MERCED.* IBARRA : s.n., 2022.

**HIDRAULICA, INGENIERIA. 2018.** MECÁNICA DE FLUIDOS: CLASIFICACIÓN DE FLUJOS Y PÉRDIDA DE ENERGÍA. *INGENIERIA HIRAUICA.* [En línea] 2018.

**INSTITUTE, BENTLEY. 2010.** *WaterCAD/GEMS V8i.* BOGOTA : Bentley Systems, Incorporated, 2010.

*Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales 2.* **CALLISTER, William D. 2007.** Barcelona : s.n., 2007, Reverté S.A.

**LABBE, IGNACIO TORO. 2012.** *GUÍA PARA EL USO DE MODELOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL SEIA.* CHILE : Servicio de Evaluación Ambiental, SEA, 2012. 978-956-9076-12-1.

*Mejora de la sostenibilidad y el comportamiento en servicio de estructuras de hormigón mediante el uso de fibras metálicas recicladas.* **GROLI, Giancarlo y PEREZ, Alejandro. 2017.** 286, Madrid : s.n., 30 de agosto de 2017, Hormigón y Acero, Vol. 69, págs. 223-233.

**MINAGRI-ANA. 2012.** *PLAN NACIONAL DE RECURSOS HIDRICOS.* LIMA : s.n., 2012. BID.

**MOLIÁ, RAFAEL. 1987.** *ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTOS URBANOS.* 1987.

**ORELLANA, RUBEN CLAROS. 2021.** *PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RECURSOS HÍDRICOS EN LA COMUNIDAD DE COTANI ALTO, MUNICIPIO DE TIRAQUE.* COCHABAMBA : s.n., 2021.

**P. Amparo López Jiménez, y otros. 2003.** *Metodología para la calibración de modelos de calidad de aguas.* valencia : s.n., 2003.

**PATIÑO, JEIMY VIVIANA FRESNEDA. 2021.** *MODELO DE GESTIÓN DE ACCESO AL AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE LA VEREDA CHARQUIRA MUNICIPIO CARMEN DE CARUPA CUNDINAMARCA.* BOGOTA : s.n., 2021.

**REPUBLICA, CONGRESO DE LA. 2009.** *LEY 29338 "GESTION DE RECURSOS HIDRICOS DE CUENCA DE CONSUMO DE AGUA"*. LIMA : EL PERUANO, 2009.

**ROMERO, OCTAVIO AUGUSTO DIAZ. 2020.** *MODELACIÓN Y CALIBRACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL ACUEDUCTO URBANO DEL MUNICIPIO DE MACHETA CUNDINAMARCA*. BOGOTÁ D.C : s.n., 2020.

**ROSSMAN, LEWIS A. 2000.** *"EPANET 2 USER'S MANUAL"*. [trad.] Fernando Martínez Alzamora. VALENCIA : I.S.B.N. : 978-84-697-2429-3, 2000. □Copyright versión española.

**SANCHEZ, CAROLINA VEGA. 2007.** *CALIBRACION DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE CON METODOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL*. BOGOTA : s.n., 2007.

**SÁNCHEZ, JOHNNY ESTEBAN ROMERO. 2021.** *Modelación hidráulica de la red de distribución de agua potable del cantón Nabón, sector Nabón Centro y zonas periféricas*. CUENCA : s.n., 2021.

**SANEAMIENTO, MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y. 2006.** *MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO*. 2006.

**Sharif Hossain, Guna A. Hewa y Christopher W. K. Chow. 2021.** *Modelling and Incorporating the Variable Demand Patterns to the Calibration of Water Distribution System Hydraulic Model*. [ed.] Hung Tao Shen. AUSTRALIA SUR : s.n., 2021.

**STEFANO, EDGAR, PRIETO FERNANDEZ, ALEJANDRO y LEON MENDEZ, ALCIDES. 2021.** *Recomendaciones básicas para modelar obras hidráulicas empleando la dinámica de los fluidos computacional (CFD)*. HABANA : s.n., 2021.

**VALENCIA, DIEGO IVAN SANCHEZ TAPIERO-MILANYELI MENDOZA. 2021.** *SIG APLICANDO A ALA OPTIMIZACION DEL TIEMPO DE DISEÑO EN REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE*. PAMPLONA COMLOMBIA : s.n., 2021.

**VASQUEZ, LUCIO DAVID VARGAS. 2020. DISEÑO DE REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA COMUNIDAD CAMPESINA LA ENSENADA DE COLLANAC DISTRITO DE PACHACAMAC MEDIANTE EL USO DE LOS PROGRAMAS WATERCAD Y SEWERCAD. LIMA : s.n., 2020.**

**VEGA, YOSELYN EDITH GUTIERREZ TENORIO - ELIZABETH MARIA HUAMANI. 2019. MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE UTILIZANDO EL SOFTWARE WATERCAD EN EL DISEÑO DE LAS REDES DE DISTRIBUCION EN LA ETAPA I DEL PROYECTO SAN ANTONIO DE MALA- DISTRITO DE MALA. LIMA : s.n., 2019.**

**VICTOR CARTUCHE, y otros. 2021. La gobernanza y la gestión integrada de los recursos hídricos: un desafío para las comunidades indígenas. ECUADOR : s.n., 2021.**

**VITERI, MILDRED ANDREINA CASTILLO. 2021. LA GESTIÓN COMERCIAL Y SU INCIDENCIA EN LA RECAUDACIÓN DE LA EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO, CANTÓN JIPIJAPA. MANABI : s.n., 2021.**

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de Consistencia

**TÍTULO:** “Propuesta de calibración en redes de distribución mediante software computacional para la gestión de recursos hídricos – Pillcomarca 2022”

**AUTOR:** Ortega Bazán, Elí.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p><b>Problema General:</b> ¿De qué manera influirá la propuesta de calibración en redes de distribución mediante software computacional en la gestión de recursos hídricos - Pillcomarca 2022?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Proponer la calibración en redes de distribución mediante software computacional para la gestión de recursos hídricos – Pillcomarca 2022.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> La propuesta de calibración en redes de distribución mediante software computacional influye positivamente en el planteamiento de una gestión de recursos hídricos - Pillcomarca 2022.</p>	INDEPENDIENTE	Calibración de redes de distribución	Datos de campo	Características de la infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fichas técnicas de diagnóstico</li> <li>- Fichas técnicas de campo.</li> <li>- Planos topográficos, información de INEI y plano catastral, Revisión bibliográfica.</li> <li>- Reportes de software computacional.</li> <li>- propuesta de gestión técnica y económica</li> <li>- cuestionario</li> <li>- Software de análisis de datos. (Excel).</li> </ul>
<p><b>Problemas Específicos:</b> ¿Qué parámetros son los que influyen en la calibración de redes de distribución?</p>	<p><b>Objetivo Específicos:</b> Establecer los parámetros de calibración de las redes de distribución con un software computacional para recursos hídricos, Pillcomarca 2022.</p>	<p><b>Hipótesis Específicos:</b> Los parámetros que influyen en la calibración de las redes de distribución son el coeficiente de rugosidad, caudal y estado de las infraestructuras</p>				Topografía	
						Población	
						Catastro	
<p>¿Cuál es el planteamiento del modelo para realizar la calibración en redes de distribución?</p>	<p>Elaborar el modelo calibrado de las redes de distribución con un software computacional Pillcomarca – 2022.</p>	<p>El planteamiento del modelo para calibración de redes de distribución se realiza mediante datos de campo con el uso de software computacional.</p>	Presión de servicio				
			Coeficiente de rugosidad				
<p>¿El modelo calibrado de redes de distribución influirá en la gestión de recursos hídricos?</p>	<p>Proponer metodologías de gestión de recurso hídricos en base a modelo calibrado – Pillcomarca 2022</p>	<p>El modelo calibrado de redes de distribución influye de manera positiva en la gestión de recurso hídricos.</p>	DEPENDIENTE	Gestión de recursos hídricos	Parámetros de calibración	Caudal	
			Estado				
<p>¿Cuál es el planteamiento del modelo para realizar la calibración en redes de distribución?</p>	<p>Elaborar el modelo calibrado de las redes de distribución con un software computacional Pillcomarca – 2022.</p>	<p>El planteamiento del modelo para calibración de redes de distribución se realiza mediante datos de campo con el uso de software computacional.</p>	DEPENDIENTE	Gestión de recursos hídricos	Gestión técnica	Topología del modelo	
						Datos del modelo	
					Modelo de calibración	Modelo calibrado	
<p>¿Cuál es el planteamiento del modelo para realizar la calibración en redes de distribución?</p>	<p>Elaborar el modelo calibrado de las redes de distribución con un software computacional Pillcomarca – 2022.</p>	<p>El planteamiento del modelo para calibración de redes de distribución se realiza mediante datos de campo con el uso de software computacional.</p>	DEPENDIENTE	Gestión de recursos hídricos	Gestión económica	Propuesta de mejora de la infraestructura	
						Propuesta de opciones de sistematización	
<p>¿El modelo calibrado de redes de distribución influirá en la gestión de recursos hídricos?</p>	<p>Proponer metodologías de gestión de recurso hídricos en base a modelo calibrado – Pillcomarca 2022</p>	<p>El modelo calibrado de redes de distribución influye de manera positiva en la gestión de recurso hídricos.</p>	DEPENDIENTE	Gestión de recursos hídricos	Gestión social	Propuesta de ganancia de valor económica del modelo calibrado	
						Propuesta de costo de inversión	
<p>¿El modelo calibrado de redes de distribución influirá en la gestión de recursos hídricos?</p>	<p>Proponer metodologías de gestión de recurso hídricos en base a modelo calibrado – Pillcomarca 2022</p>	<p>El modelo calibrado de redes de distribución influye de manera positiva en la gestión de recurso hídricos.</p>	DEPENDIENTE	Gestión de recursos hídricos	Gestión social	Percepción de la población del existente	
						Percepción de la población con el modelo calibrado	

## Anexo 2. Matriz de Operacionalización de variables

**TÍTULO:** “Propuesta de calibración en redes de distribución mediante software computacional para la gestión de recursos hídricos – Pillcomarca 2022”

**AUTOR:** Ortega Bazán, Elí.

VARIABLES DE LA INVESTIGACION	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
<p><b>Variable independiente</b></p> <p>Calibración de redes de distribución</p>	<p>Calibración es el proceso de comparar datos, valores obtenidas de una forma de medición utilizando instrumentos identificando puntos, sectores, guía de patrones.</p>	<p>El modelo calibrado se realizará en un sistema de red de distribución de agua potable utilizando el software computacional evaluando su estado físico de la infraestructura y presión de servicio</p>	<p>Datos de campo</p> <p>Parámetros de calibración</p> <p>Modelo de calibración</p>	<p>Características de la infraestructura</p> <p>Topografía</p> <p>Población</p> <p>Catastro</p> <p>Presión de servicio</p> <p>Coefficiente de rugosidad</p> <p>Caudal</p> <p>Estado</p> <p>Topología del modelo</p> <p>Datos de modelo</p> <p>Modelo calibrado</p>	<p>Razón</p>	<p><b>Tipo de Investigación:</b> Mixta, cualitativa-cuantitativa</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b> Correlacional</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> No experimental.</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo.</p> <p><b>Población:</b> Redes de distribución.</p> <p><b>Muestra:</b> Sector N° 04</p> <p><b>Muestreo:</b> Sera de manera aleatoria</p>
<p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Gestión de recursos hídricos</p>	<p>La gestión de recursos hídricos es la actividad de planificar, desarrollar, distribuir y dirigir el uso óptimo de los recursos hídricos. Es un subconjunto de la gestión del ciclo del agua.</p>	<p>Se analizará después de los modelos de la calibración con sus resultados, en ello se verá cuanto impacta en la gestión de los recursos hídricos verificando tanto técnica como económico y social. tantos antes del calibrado y con el modelo calibrado</p>	<p>Gestión técnica</p> <p>Gestión económica</p> <p>Gestión social</p>	<p>Propuestas de mejora de la infraestructura</p> <p>Propuesta de opciones de sistematización</p> <p>Propuesta de ganancia de valor económico del modelo calibrado</p> <p>Propuesta de costos de inversión</p> <p>Percepción de la población del existente</p> <p>Percepción de la población con el modelo calibrado</p>	<p>Razón</p>	<p><b>Técnica:</b> Observación no experimental</p> <p><b>Instrumento de recolección de datos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fichas técnica de diagnostico</li> <li>- Fichas técnicas de campo.</li> <li>- Planos topográficos, información de INEI y plano catastral, Revisión bibliográfica.</li> <li>- Reportes de software computacional.</li> <li>- propuesta de gestión técnica y económica</li> <li>- cuestionario</li> <li>- Software de análisis de datos. (Excel).</li> </ul>

- ANEXO 03: Instrumento de recolección de datos



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

FICHA TECNICA DE CAMPO

1

TITULO:	"Propuesta de calibracion en redes de distribución mediante software computacional para la gestión de recursos hídricos – Pillcomarca 2022"		
ELABORADO:	Ortega Bazan, Elí		
UBICACIÓN:	Departamento de Huanuco, provincia de huanuco, distrito de pillcomarca	FECHA:	26/06/2022

TIPO DE DATOS

REGISTROS DE PRESION Y CAUDAL								COORDENADAS UTM WGS 84		
								ESTE	NORTE	ELEV.
MEDICION DEL TIEMPO (HORAS)				TUBERÍA-33		NODO-13		OBS.		
				CAUDAL	l/s	PRESION				
1	a.m			0.14	l/s	9.56	mca			
2	a.m			0.20	l/s	11.26	mca			
3	a.m			0.22	l/s	10.38	mca			
4	a.m			0.24	l/s	10.34	mca			
5	a.m			0.29	l/s	13.07	mca			
6	a.m			0.22	l/s	11.19	mca			
7	a.m			0.26	l/s	12.14	mca			
8	a.m			0.25	l/s	12.17	mca			
9	a.m			0.18	l/s	17.29	mca			
10	a.m			0.26	l/s	20.13	mca			
11	a.m			0.18	l/s	20.35	mca			
12	m.m			0.21	l/s	20.61	mca			
13	p.m			0.27	l/s	20.16	mca			
14	p.m			0.22	l/s	20.38	mca			
15	p.m			0.18	l/s	20.44	mca			
16	p.m			0.22	l/s	20.07	mca			
17	p.m			0.15	l/s	20.19	mca			
18	p.m			0.16	l/s	20.15	mca			
19	p.m			0.24	l/s	22.23	mca			
20	p.m			0.21	l/s	22.17	mca			
21	p.m			0.20	l/s	22.01	mca			
22	p.m			0.21	l/s	10.18	mca			
23	p.m			0.21	l/s	10.25	mca			
24	m.n			0.22	l/s	10.28	mca			
PROMEDIO				0.21	l/s	16.13	mca			

**FICHA DE RECOLECCION DE DATOS****FICHA TECNICA DE CAMPO**

2

<b>TITULO:</b>	"Propuesta de calibracion en redes de distribución mediante software computacional para la gestión de recursos hídricos – Pillcomarca 2022"		
<b>ELABORADO:</b>	Ortega Bazan, Eli		
<b>UBICACIÓN:</b>	Departamento de Huanuco, provincia de huanuco, distrito de pillcomarca	<b>FECHA:</b>	26/06/2022

**TIPO DE DATOS**

REGISTROS DE PRESION Y CAUDAL								ORDENADAS UTM WGS		
								ESTE	NORTE	ELEV.
MEDICION DEL TIEMPO (HORAS)				TUBERÍA-32		NODO-33		OBS.		
				CAUDAL	l/s	PRESION	mca			
1	a.m			0.14	l/s	30.01	mca			
2	a.m			0.15	l/s	33.55	mca			
3	a.m			0.09	l/s	29.17	mca			
4	a.m			0.08	l/s	32.89	mca			
5	a.m			0.16	l/s	34.93	mca			
6	a.m			0.11	l/s	30.02	mca			
7	a.m			0.08	l/s	35.49	mca			
8	a.m			0.08	l/s	25.24	mca			
9	a.m			0.09	l/s	38.06	mca			
10	a.m			0.08	l/s	39.7	mca			
11	a.m			0.08	l/s	34.72	mca			
12	m.m			0.15	l/s	32.13	mca			
13	p.m			0.13	l/s	33.26	mca			
14	p.m			0.08	l/s	28.1	mca			
15	p.m			0.08	l/s	35.46	mca			
16	p.m			0.09	l/s	33.51	mca			
17	p.m			0.09	l/s	33.27	mca			
18	p.m			0.11	l/s	33.79	mca			
19	p.m			0.15	l/s	35.21	mca			
20	p.m			0.12	l/s	45.86	mca			
21	p.m			0.08	l/s	26.64	mca			
22	p.m			0.08	l/s	26.41	mca			
23	p.m			0.11	l/s	31.48	mca			
24	m.n			0.08	l/s	40.78	mca			
PROMEDIO				0.10	l/s	33.32	mca			

**FICHA DE RECOLECCION DE DATOS****FICHA TECNICA DE CAMPO**

3

<b>TITULO:</b>	"Propuesta de calibracion en redes de distribución mediante software computacional para la gestión de recursos hídricos – Pillcomarca 2022"		
<b>ELABORADO:</b>	Ortega Bazan, Elí		
<b>UBICACIÓN:</b>	Departamento de Huanuco, provincia de huanuco, distrito de pillcomarca	<b>FECHA:</b>	26/06/2022

**TIPO DE DATOS**

REGISTROS DE PRESION Y CAUDAL					ORDENADAS UTM WGS				
					ESTE	NORTE	ELEV.		
MEDICION DEL TIEMPO (HORAS)					TUBERÍA-25		NODO-34		OBS.
					CAUDAL	l/s	PRESION	mca	
1	a.m			0.27	l/s	39.34	mca		
2	a.m			0.3	l/s	30.33	mca		
3	a.m			0.23	l/s	28.59	mca		
4	a.m			0.23	l/s	34.78	mca		
5	a.m			0.27	l/s	38.63	mca		
6	a.m			0.26	l/s	28.12	mca		
7	a.m			0.26	l/s	32.48	mca		
8	a.m			0.21	l/s	39.94	mca		
9	a.m			0.2	l/s	35.23	mca		
10	a.m			0.3	l/s	36.52	mca		
11	a.m			0.24	l/s	33.67	mca		
12	m.m			0.26	l/s	33.58	mca		
13	p.m			0.23	l/s	36.09	mca		
14	p.m			0.3	l/s	35.58	mca		
15	p.m			0.2	l/s	33.52	mca		
16	p.m			0.28	l/s	30.85	mca		
17	p.m			0.23	l/s	37.39	mca		
18	p.m			0.2	l/s	34.01	mca		
19	p.m			0.29	l/s	34.39	mca		
20	p.m			0.22	l/s	32.94	mca		
21	p.m			0.2	l/s	30.26	mca		
22	p.m			0.21	l/s	32.4	mca		
23	p.m			0.24	l/s	39.1	mca		
24	m.n			0.23	l/s	31.86	mca		
PROMEDIO					0.24	l/s	34.15	mca	



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

FICHA TECNICA DE CAMPO

4

TITULO:	"Propuesta de calibracion en redes de distribución mediante software computacional para la gestión de recursos hídricos – Pillcomarca 2022"		
ELABORADO:	Ortega Bazan, Elí		
UBICACIÓN:	Departamento de Huanuco, provincia de huanuco, distrito de pillcomarca	FECHA:	26/06/2022

TIPO DE DATOS

REGISTROS DE PRESION Y CAUDAL									ORDENADAS UTM WGS		
									ESTE	NORTE	ELEV.
MEDICION DEL TIEMPO (HORAS)				TUBERÍA-40		NODO-34		OBS.			
				CAUDAL	l/s	PRESION	mca				
1	a.m			0.38	l/s	33.83	mca				
2	a.m			0.3	l/s	30.31	mca				
3	a.m			0.39	l/s	39.26	mca				
4	a.m			0.39	l/s	32.39	mca				
5	a.m			0.37	l/s	30.96	mca				
6	a.m			0.4	l/s	38.94	mca				
7	a.m			0.33	l/s	33.48	mca				
8	a.m			0.31	l/s	32.49	mca				
9	a.m			0.3	l/s	33.64	mca				
10	a.m			0.31	l/s	31.03	mca				
11	a.m			0.31	l/s	29.04	mca				
12	m.m			0.35	l/s	27.59	mca				
13	p.m			0.32	l/s	32.34	mca				
14	p.m			0.4	l/s	29.08	mca				
15	p.m			0.4	l/s	33.09	mca				
16	p.m			0.4	l/s	28.96	mca				
17	p.m			0.32	l/s	34.89	mca				
18	p.m			0.35	l/s	37.1	mca				
19	p.m			0.38	l/s	28.84	mca				
20	p.m			0.35	l/s	28.71	mca				
21	p.m			0.31	l/s	40.1	mca				
22	p.m			0.32	l/s	32.8	mca				
23	p.m			0.31	l/s	33.93	mca				
24	m.n			0.3	l/s	26.24	mca				
PROMEDIO				0.35	l/s	32.46	mca				



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

FICHA TECNICA DE CAMPO

5

TITULO:	"Propuesta de calibracion en redes de distribución mediante software computacional para la gestión de recursos hídricos – Pillcomarca 2022"		
ELABORADO:	Ortega Bazan, Elí		
UBICACIÓN:	Departamento de Huanuco, provincia de huanuco, distrito de pillcomarca	FECHA:	26/06/2022

TIPO DE DATOS

REGISTROS DE PRESION Y CAUDAL					ORDENADAS UTM WGS			OBS.
					ESTE	NORTE	ELEV.	
MEDICION DEL TIEMPO (HORAS)				TUBERÍA-48		NODO-39		OBS.
				CAUDAL	l/s	PRESION	mca	
1	a.m			0.003	l/s	40.53	mca	
2	a.m			0.000	l/s	44.14	mca	
3	a.m			0.004	l/s	38.18	mca	
4	a.m			0.001	l/s	38.47	mca	
5	a.m			0.003	l/s	37.08	mca	
6	a.m			0.003	l/s	27.17	mca	
7	a.m			0.000	l/s	39.87	mca	
8	a.m			0.001	l/s	40.14	mca	
9	a.m			0.0000	l/s	43.79	mca	
10	a.m			0.003	l/s	35.27	mca	
11	a.m			0.000	l/s	43.27	mca	
12	m.m			0.003	l/s	43.53	mca	
13	p.m			0.000	l/s	43.16	mca	
14	p.m			0.001	l/s	42.62	mca	
15	p.m			0.004	l/s	36.05	mca	
16	p.m			0.001	l/s	42.18	mca	
17	p.m			0.001	l/s	43.34	mca	
18	p.m			0.002	l/s	41.11	mca	
19	p.m			0.001	l/s	42.01	mca	
20	p.m			0.002	l/s	42.08	mca	
21	p.m			0.002	l/s	42.55	mca	
22	p.m			0.002	l/s	40.26	mca	
23	p.m			0.0001	l/s	43.44	mca	
24	m.n			0.001	l/s	42.72	mca	
PROMEDIO				0.0016	l/s	40.54	mca	



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

FICHA TECNICA DE CAMPO

6

<b>TITULO:</b>	"Propuesta de calibracion en redes de distribución mediante software computacional para la gestión de recursos hídricos – Pillcomarca 2022"		
<b>ELABORADO:</b>	Ortega Bazan, Elí		
<b>UBICACIÓN:</b>	Departamento de Huanuco, provincia de huanuco, distrito de pillcomarca	<b>FECHA:</b>	26/06/2022

TIPO DE DATOS

REGISTROS DE PRESION Y CAUDAL								ORDENADAS UTM WGS		
								ESTE	NORTE	ELEV.
MEDICION DEL TIEMPO (HORAS)				TUBERÍA-5		NODO-6		OBS.		
				CAUDAL	l/s	PRESION	mca			
1	a.m			0.14	l/s	29.26	mca			
2	a.m			0.12	l/s	32.59	mca			
3	a.m			0.11	l/s	28.79	mca			
4	a.m			0.12	l/s	34.3	mca			
5	a.m			0.14	l/s	33.33	mca			
6	a.m			0.11	l/s	25.69	mca			
7	a.m			0.12	l/s	26.48	mca			
8	a.m			0.1	l/s	29.85	mca			
9	a.m			0.13	l/s	25.37	mca			
10	a.m			0.14	l/s	27.92	mca			
11	a.m			0.15	l/s	29.14	mca			
12	m.m			0.13	l/s	27.64	mca			
13	p.m			0.14	l/s	33.81	mca			
14	p.m			0.11	l/s	34.15	mca			
15	p.m			0.13	l/s	30.24	mca			
16	p.m			0.12	l/s	42.07	mca			
17	p.m			0.14	l/s	29.84	mca			
18	p.m			0.11	l/s	31.11	mca			
19	p.m			0.1	l/s	25.19	mca			
20	p.m			0.1	l/s	34.44	mca			
21	p.m			0.13	l/s	33.32	mca			
22	p.m			0.11	l/s	28.75	mca			
23	p.m			0.13	l/s	31.5	mca			
24	m.n			0.12	l/s	30.58	mca			
<b>PROMEDIO</b>				<b>0.12</b>	<b>l/s</b>	<b>30.64</b>	<b>mca</b>			

**FICHA DE RECOLECCION DE DATOS****FICHA TECNICA DE CAMPO**

7

<b>TITULO:</b>	"Propuesta de calibracion en redes de distribución mediante software computacional para la gestión de recursos hídricos – Pillcomarca 2022"		
<b>ELABORADO:</b>	Ortega Bazan, Elí		
<b>UBICACIÓN:</b>	Departamento de Huanuco, provincia de huanuco, distrito de pillcomarca	<b>FECHA:</b>	26/06/2022

**TIPO DE DATOS**

REGISTROS DE PRESION Y CAUDAL									ORDENADAS UTM WGS		
									ESTE	NORTE	ELEV.
MEDICION DEL TIEMPO (HORAS)				TUBERÍA-49		NODO-22		OBS.			
				CAUDAL	l/s	PRESION	mca				
#####	a.m			0.36	l/s	10.09	mca				
2	a.m			0.43	l/s	10.19	mca				
3	a.m			0.32	l/s	10.03	mca				
4	a.m			0.32	l/s	11.17	mca				
5	a.m			0.42	l/s	14.03	mca				
6	a.m			0.41	l/s	13.89	mca				
7	a.m			0.31	l/s	12.44	mca				
8	a.m			0.37	l/s	12.2	mca				
9	a.m			0.38	l/s	17.22	mca				
10	a.m			0.31	l/s	20.45	mca				
11	a.m			0.4	l/s	20.07	mca				
12	m.m			0.5	l/s	20.11	mca				
13	p.m			0.37	l/s	20.07	mca				
14	p.m			0.33	l/s	20.18	mca				
15	p.m			0.45	l/s	20.08	mca				
16	p.m			0.38	l/s	20.11	mca				
17	p.m			0.3	l/s	20.8	mca				
18	p.m			0.45	l/s	20.5	mca				
19	p.m			0.3	l/s	22.12	mca				
20	p.m			0.38	l/s	12.79	mca				
21	p.m			0.5	l/s	22.12	mca				
22	p.m			0.4	l/s	11.07	mca				
23	p.m			0.4	l/s	10.27	mca				
24	m.n			0.33	l/s	10.08	mca				
<b>PROMEDIO</b>				<b>0.38</b>	<b>l/s</b>	<b>15.92</b>	<b>mca</b>				

**FICHA DE RECOLECCION DE DATOS****FICHA TECNICA DE CAMPO**

8

<b>TITULO:</b>	"Propuesta de calibracion en redes de distribución mediante software computacional para la gestión de recursos hídricos – Pillcomarca 2022"		
<b>ELABORADO:</b>	Ortega Bazan, Elí		
<b>UBICACIÓN:</b>	Departamento de Huanuco, provincia de huanuco, distrito de pillcomarca	<b>FECHA:</b>	26/06/2022

**TIPO DE DATOS**

ubicación	NODO 08								ORDENADAS UTM WGS		
									ESTE	NORTE	ELEV.
REGISTROS DE PRESION											
MEDICION DEL TIEMPO (HORAS)				DATOS MEDIDOS				OBS.			
				CAUDAL	l/s	PRESION	mca				
1	a.m			0.22	l/s	31.49	mca				
2	a.m			0.15	l/s	32.9	mca				
3	a.m			0.17	l/s	33.12	mca				
4	a.m			0.2	l/s	38.4	mca				
5	a.m			0.21	l/s	29.72	mca				
6	a.m			0.14	l/s	29.38	mca				
7	a.m			0.24	l/s	31.3	mca				
8	a.m			0.24	l/s	31.8	mca				
9	a.m			0.11	l/s	33.55	mca				
10	a.m			0.19	l/s	30.85	mca				
11	a.m			0.16	l/s	33.22	mca				
12	m.m			0.11	l/s	31.32	mca				
13	p.m			0.15	l/s	29.91	mca				
14	p.m			0.21	l/s	33.65	mca				
15	p.m			0.15	l/s	33.94	mca				
16	p.m			0.25	l/s	30.35	mca				
17	p.m			0.23	l/s	30.18	mca				
18	p.m			0.15	l/s	31.88	mca				
19	p.m			0.14	l/s	30.77	mca				
20	p.m			0.22	l/s	32.17	mca				
21	p.m			0.13	l/s	39.7	mca				
22	p.m			0.17	l/s	33.43	mca				
23	p.m			0.23	l/s	30.34	mca				
24	m.n			0.25	l/s	29.43	mca				
<b>PROMEDIO</b>				<b>0.18</b>	<b>l/s</b>	<b>32.20</b>	<b>mca</b>				

**FICHA DE RECOLECCION DE DATOS****FICHA DE ENCUESTAS**

<b>TITULO:</b>	"Propuesta de calibracion en redes de distribución mediante software computacional para la gestión de recursos hídricos – Pillcomarca 2022"		
<b>ELABORADO:</b>	Ortega Bazan, Eli		
<b>UBICACION:</b>	Departamento de Huanuco, provincia de Huanuco, distrito de pillcomarca	<b>FECHA:</b>	...../...../.....

**I.- Datos**

<b>Usuario</b>					
<b>Jiron:</b>		<b>Distrito.</b>	<b>Prov.</b>	<b>Dpt.</b>	
<b>Nº Encuesta</b>		<b>Referencias:</b>			

**II.- Sistema de red de distribucion existente**

PREGUNTAS DE ENCUESTA		RESPUESTAS		
1	¿Cuenta usted con servicio de agua potable en su vivienda?	SI	NO	
2	¿ Cuenta usted con servicio de agua las 24 horas?	SI	NO	AVECES
3	¿En que usted emplea el uso del agua?	Consumo	Limpieza	Higiene
4	¿ Estas de acuerdo con las persona que deben recibir multas por el desperdicio del agua?	SI	NO	
5	¿ Esta de acuerdo con las facturas de pago que genera EPS, por el consumo que emplea ud?	SI	NO	AVECES
6	¿cuenta usted con tanque elevado ?	SI	NO	AVECES
7	¿ Te gustaría que se mejore el servicio del agua?	SI	NO	
8	¿usted se encuentra conforme con la calidad del agua?	SI	NO	

**III.- Sistema con el Modelo calibrado**

PREGUNTAS DE ENCUESTA		RESPUESTAS		
1	¿Qué mejoras se realizaría para tener el servicio las 24 horas?			
	a) cambio de tuberías		c) generar mas presiones del agua	
	b) aumento dereservorios		d) entre otros.....	
2	¿ colocando los medidores mejoraría el servicio del agua potable en su localidad?	SI	NO	
3	¿si mejora el servicio de agua potable, que tanto mas usted estaria dispuesto pagar de su tarifa actual?	10%	20%	50%
4	¿ Optimizaría su recurso economico con el cuidado del agua ?	SI	NO	
5	¿conocen el manejo adecuado y el cuidado de agua potable en su vivienda?	SI	NO	
6	¿ que cambios sería necesario realizar a la gestion del servicio del agua potable ?			
	a) mejor mantenimiento		b) mejor servicio en trato	c) informacion detallada
7	¿ Se realizaran mejoras en las futuras conexions con el modelo calibrado?			
	a) gestion tecnica		b) gestion economica	c) gestion social
8	¿Usted estaria de acuerdo a tener acceso a la informacion de su consumo?	SI	NO	

- **ANEXO 04: Análisis estadístico de resultados de las encuestas.**

RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	34	100.00%
NO	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>



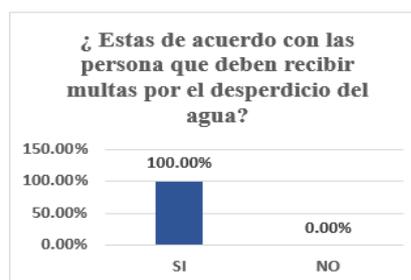
RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	15	44.12%
NO	18	52.94%
AVECES	1	2.94%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>



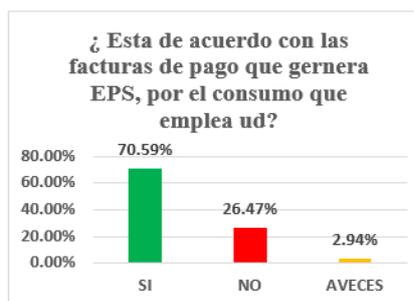
RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
CONSUMO GENERAL	32	94.12%
LIMPIEZA	2	5.88%
HIGIENE	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>



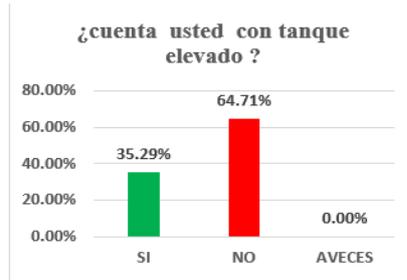
RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	34	100.00%
NO	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>



RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	24	70.59%
NO	9	26.47%
AVECES	1	2.94%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>



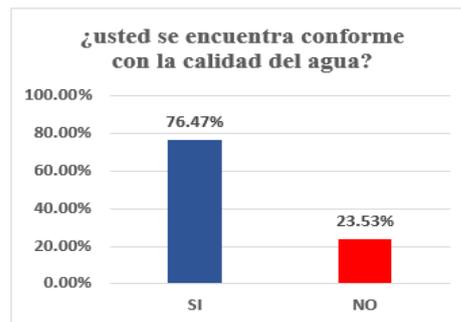
RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	12	35.29%
NO	22	64.71%
AVECES	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>



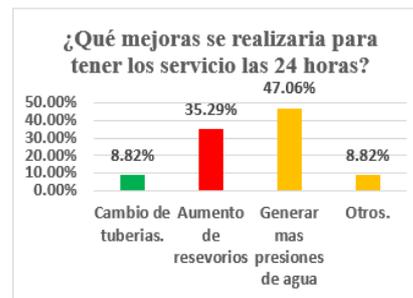
RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	34	100.00%
NO	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>



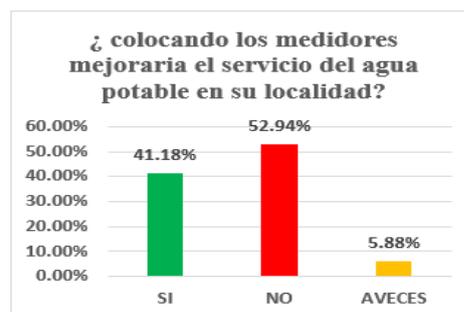
RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	26	76.47%
NO	8	23.53%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>



RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
Cambio de tuberías.	3	8.82%
Aumento de reservorios	12	35.29%
Generar <u>mas</u> presiones de agua	16	47.06%
Otros.	3	8.82%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>

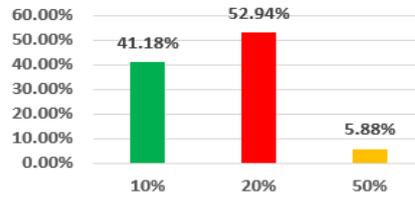


RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	14	41.18%
NO	18	52.94%
AVECES	2	5.88%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>



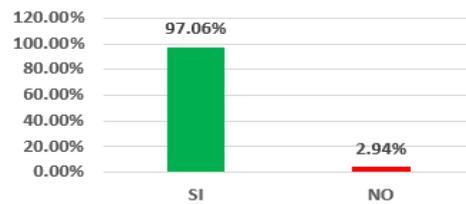
RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
10%	14	41.18%
20%	18	52.94%
50%	2	5.88%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>

¿si mejora el servicio de agua potable, que tanto mas usted estaria dispuesto pagar de su tarifa actual?



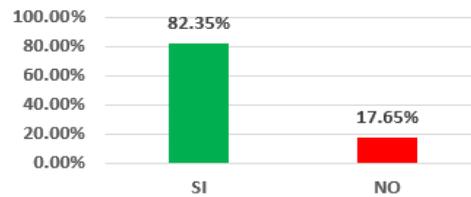
RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	33	97.06%
NO	1	2.94%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>

¿ Optimizaria su recurso economico con el cuidado del agua ?



RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	28	82.35%
NO	6	17.65%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>

¿conocen el manejo adecuado y el cuidado de agua potable en su vivienda?



RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
MEJOR MANTENIMIENTO	13	38.24%
MEJOR SERVICIO EN TRATO	7	20.59%
INFORMACION DETALLADA	14	41.18%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>

¿ que cambios seria necesario realizar a la gestion del servicio del agua potable ?

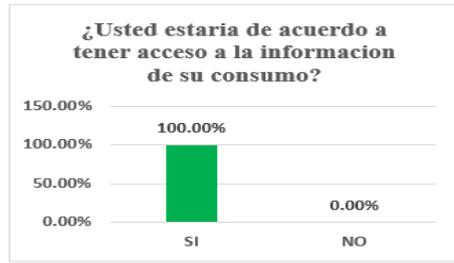


RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
GEST.TECNICA	1	2.94%
GEST.ECONOMICA	23	67.65%
GEST. SOCIAL	10	29.41%
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100.00%</b>

¿ Se realizaran mejoras en las futuras conexions con el modelo calibrado?



RESPUESTAS	FRECUENCIA	%
SI	34	100.00%
NO	0	0.00%
TOTAL	34	100.00%



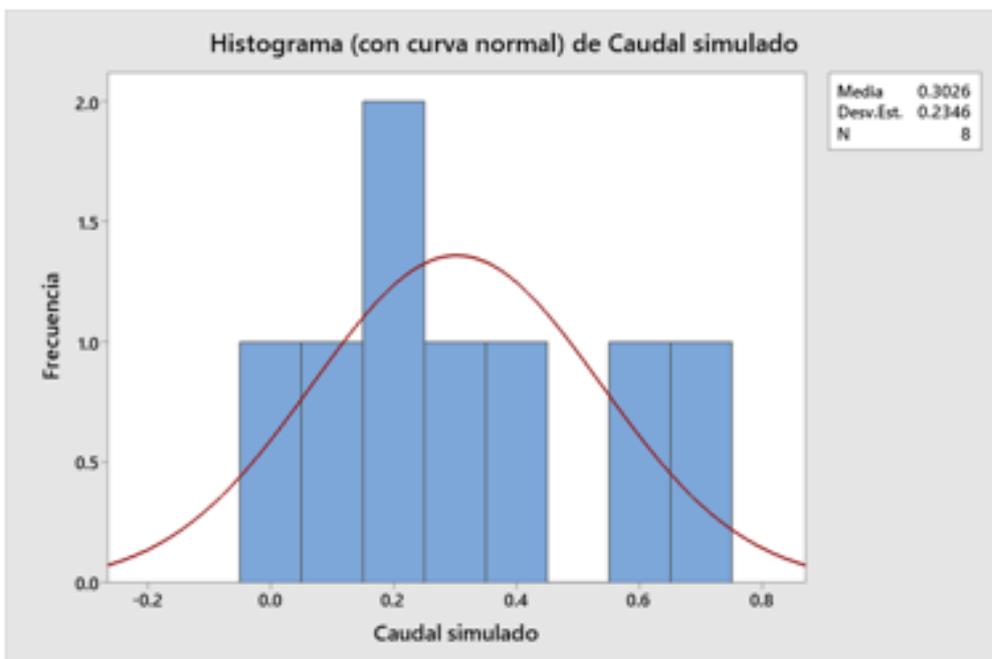
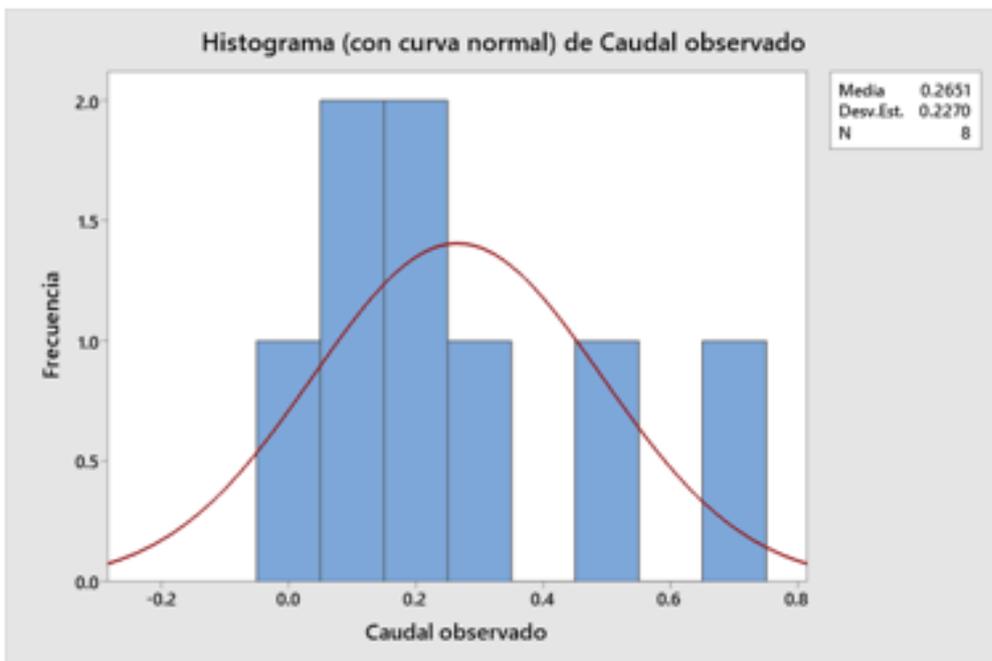
- ANEXO 05: Confiabilidad

CALDALES

Estadísticos descriptivos: Caudal observado; Caudal simulado

Estadísticas

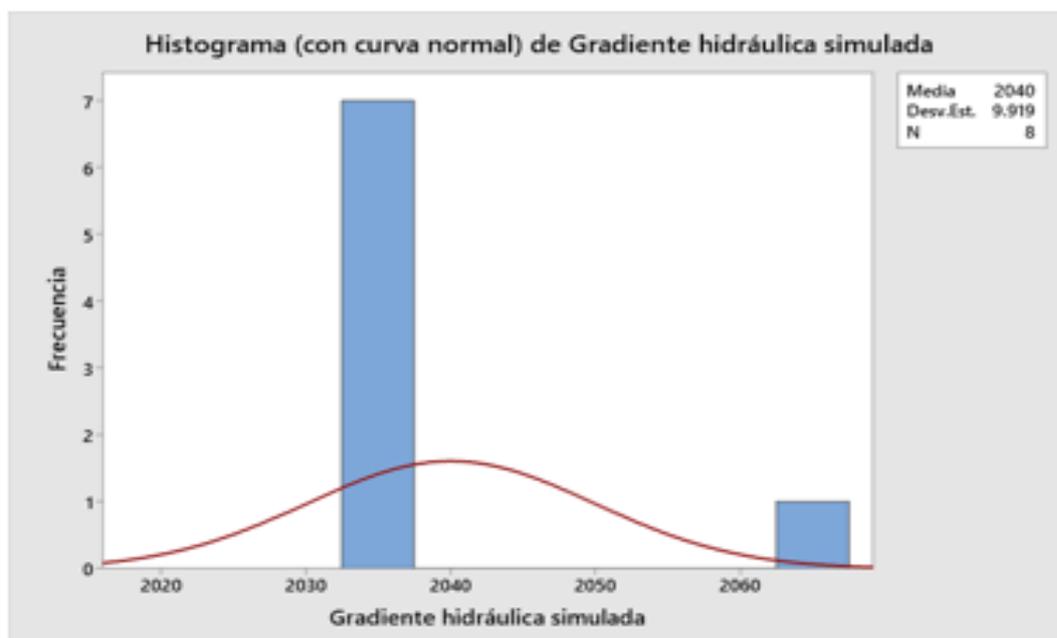
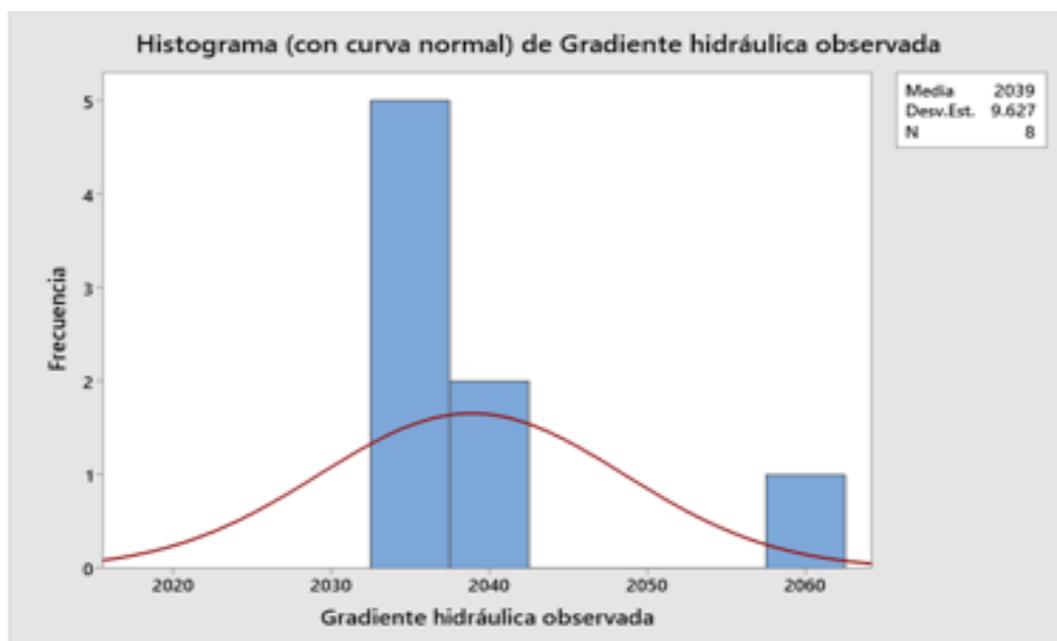
Variable	N	N*	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Caudal observado	8	0	0.2651	0.0803	0.2270	0.0010	0.1050	0.1950	0.4450	0.6900
Caudal simulado	8	0	0.3026	0.0829	0.2346	0.0000	0.1371	0.2351	0.5440	0.6723



## Estadísticos descriptivos: Gradiente hidráulica observada; Gradiente hidráulica simulada

### Estadísticas

Variable	N	N*	Media	Error estándar de la media	Desv. Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
Gradiente hidráulica observada	8	0	2038.9	3.40	9.63	2033.8	2034.5	2035.3	2037.7
Gradiente hidráulica simulada	8	0	2040.0	3.51	9.92	2036.4	2036.5	2036.5	2036.6
Variable	Máximo								
Gradiente hidráulica observada	2062.4								
Gradiente hidráulica simulada	2064.6								



## Prueba T e IC de dos muestras: Caudal observado; Caudal simulado

### Método

$\mu_1$ : media de Caudal observado  
 $\mu_2$ : media de Caudal simulado  
 Diferencia:  $\mu_1 - \mu_2$

Se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

### Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Caudal observado	8	0.265	0.227	0.080
Caudal simulado	8	0.303	0.235	0.083

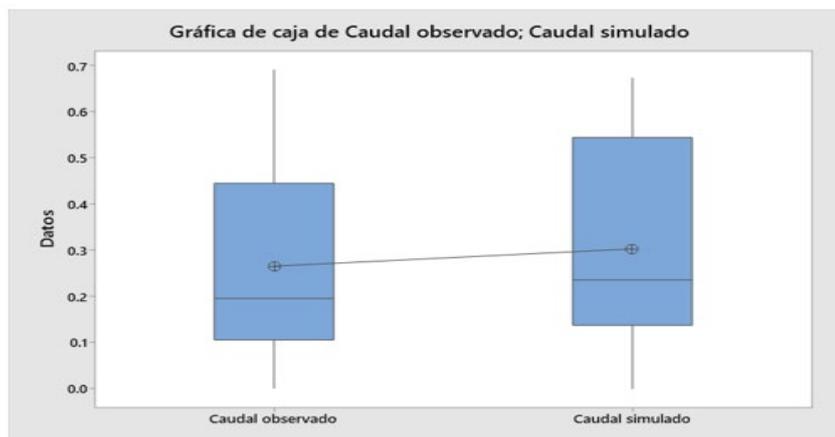
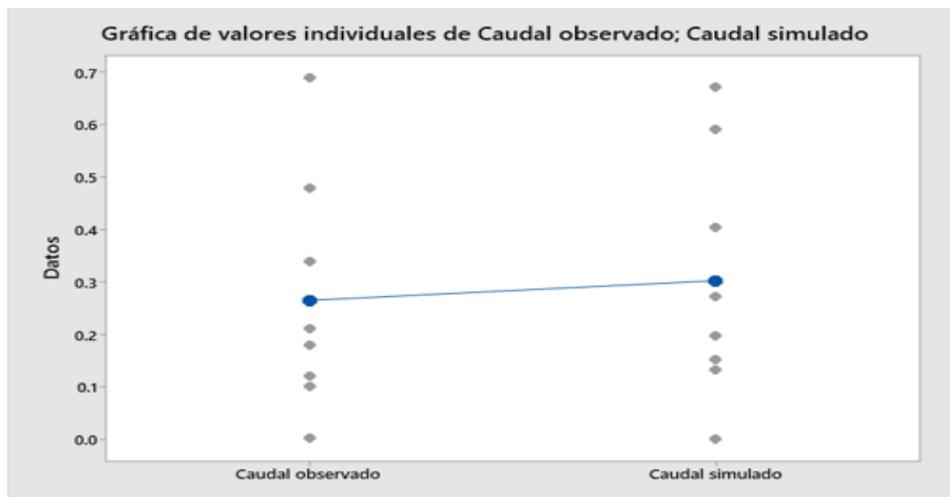
### Estimación de la diferencia

Diferencia	Desv.Est. agrupada	IC de 95% para la diferencia
-0.037	0.231	(-0.285; 0.210)

### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$   
 Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
-0.32	14	0.750



# Prueba T e IC de dos muestras: Gradiente hidráulica observada; Gradiente hidráulica simulada

## Método

$\mu_1$ : media de Gradiente hidráulica observada

$\mu_2$ : media de Gradiente hidráulica simulada

Diferencia:  $\mu_1 - \mu_2$

Se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

## Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv. Est.	Error estándar de la media
Gradiente hidráulica observada	8	2038.90	9.63	3.4
Gradiente hidráulica simulada	8	2040.02	9.92	3.5

## Estimación de la diferencia

Diferencia	Desv. Est. agrupada	IC de 95% para la diferencia
-1.12	9.77	(-11.60; 9.36)

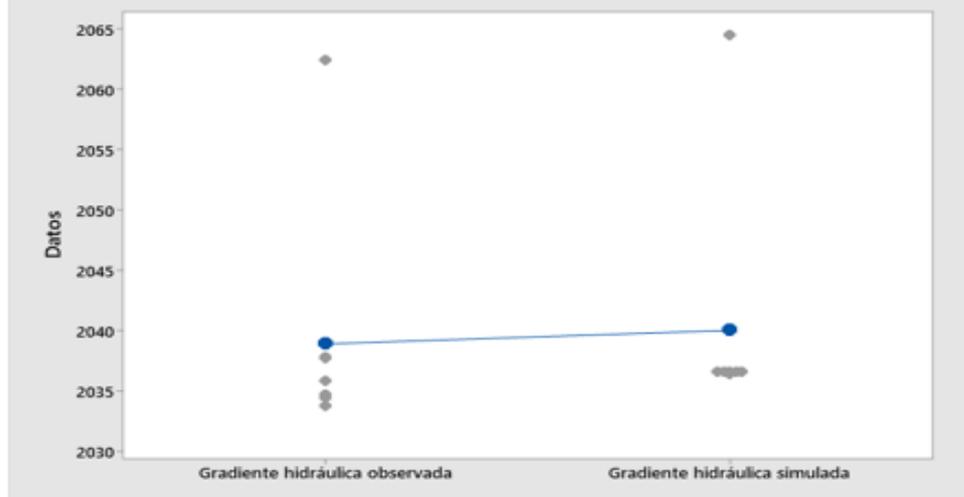
## Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

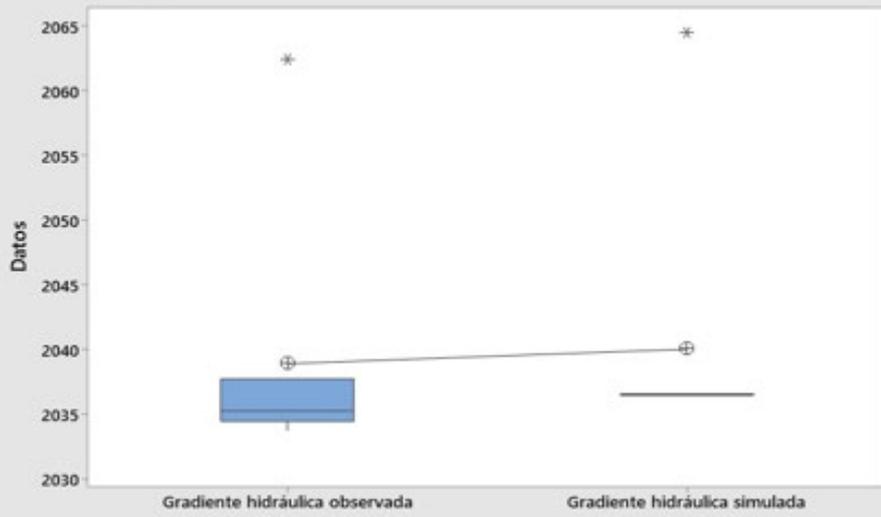
Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
-0.23	14	0.822

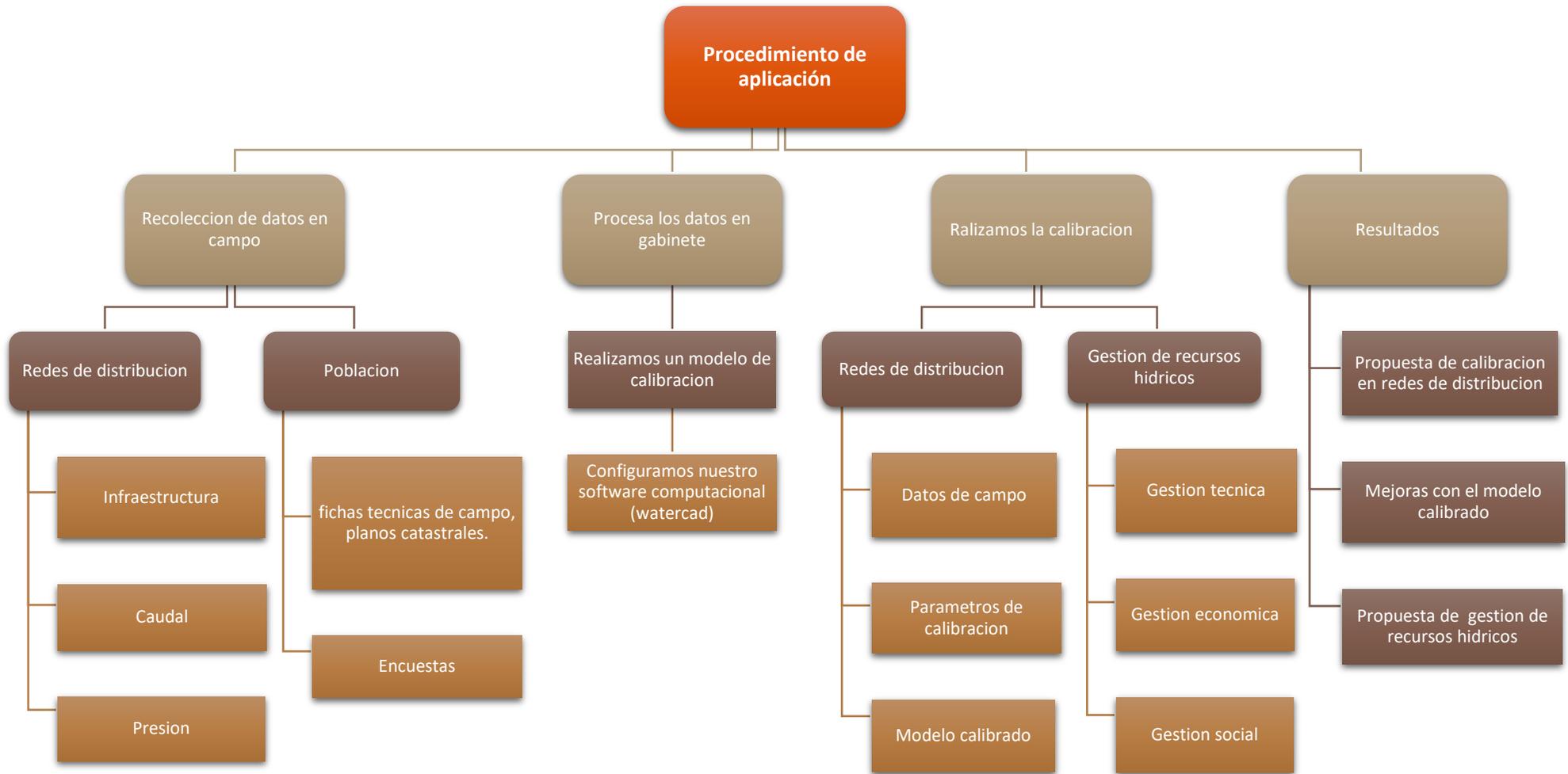
ca de valores individuales de Gradiente hidráulica observada; Gradiente hidráulica simu



Gráfica de caja de Gradiente hidráulica observada; Gradiente hidráulica simulada



- ANEXO 06: Procedimientos



- **ANEXO 07: Análisis de Costos**

<b>GASTOS EMPLEADOS</b>					
<b>ITEMS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNID</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>SUMA PARCIAL</b>
<b>1</b>	ASESOR DE TESIS	UNID	1	2000.00	<b>S/2,000.00</b>
<b>2</b>	ALQUILER DE EQUIPOS DE MEDICION	HM	2	150.00	<b>S/300.00</b>
<b>3</b>	UTILES DE ESCRITORIO	UNID	1	20.00	<b>S/20.00</b>
<b>4</b>	INTERNET	MES	6	84.00	<b>S/504.00</b>
<b>5</b>	IMPRESIONES	UNID	1	60.00	<b>S/60.00</b>
<b>6</b>	MODULO	UNID	1	35.00	<b>S/35.00</b>
<b>7</b>	LUZ	MES	6	50.00	<b>S/300.00</b>
<b>8</b>	PASAJES EN TRANSPORTES	UNID	1	200.00	<b>S/200.00</b>
<b>9</b>	OTROS	UNID	1	600.00	<b>S/600.00</b>
<b>SUMA DE GASTO PARCIAL</b>					<b>S/4,019.00</b>
<b>TOTAL DE GASTOS</b>					<b>S/6,038.00</b>



- ANEXO 09: Normativa

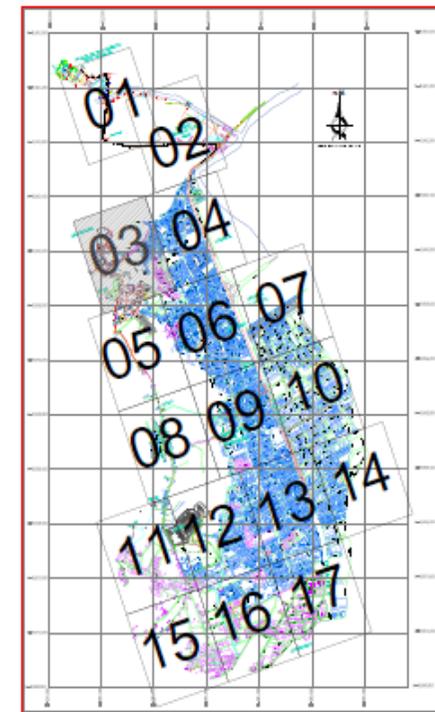
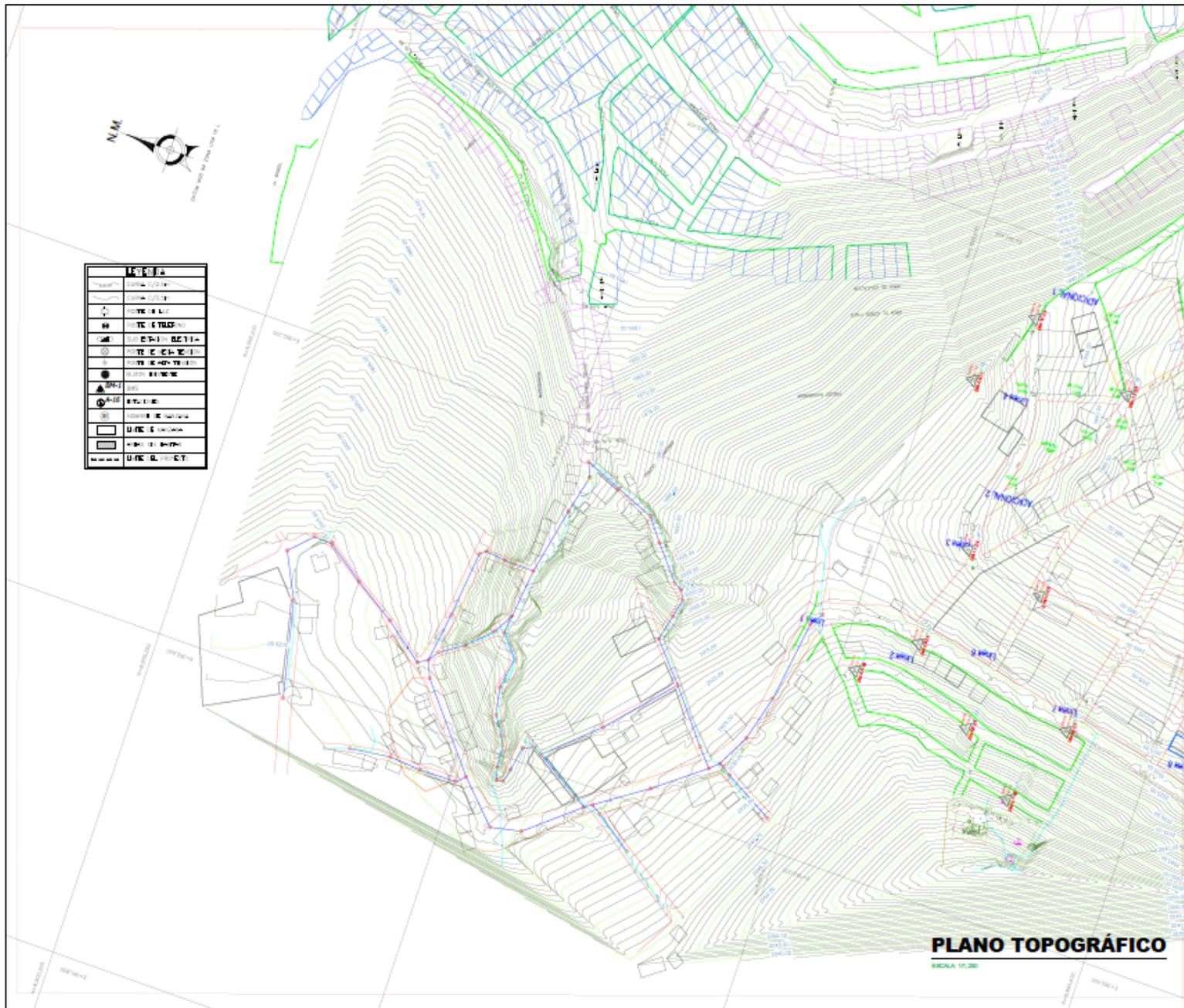
**NORMA TÉCNICA I.S. 010  
INSTALACIONES SANITARIAS PARA  
EDIFICACIONES**

*OS.050 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO*

**OS.050**

**REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO  
HUMANO**





### UBICACIÓN

ESCALA 1:25000

#### CUADRO DE B.M.S.

DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM, DATUM WGS 84 ZONA 18 S		
	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (m.a.s.l.)
B.M.01	562222.808	8822384.080	1080.800
B.M.02	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.03	562222.808	8822384.070	1080.800
B.M.04	562222.808	8822384.070	1080.800
B.M.05	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.06	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.07	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.08	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.09	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.10	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.11	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.12	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.13	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.14	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.15	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.16	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.17	562481.870	8822384.070	1080.820

#### CUADRO DE B.M.S.

DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM, DATUM WGS 84 ZONA 18 S		
	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (m.a.s.l.)
B.M.01	562222.808	8822384.080	1080.800
B.M.02	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.03	562222.808	8822384.070	1080.800
B.M.04	562222.808	8822384.070	1080.800
B.M.05	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.06	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.07	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.08	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.09	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.10	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.11	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.12	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.13	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.14	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.15	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.16	562481.870	8822384.070	1080.820
B.M.17	562481.870	8822384.070	1080.820

### PLANO TOPOGRÁFICO

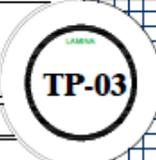
ESCALA 1:250



PROYECTO: "AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE PILLCO MARCA - PROVINCIA DE HUANUCO - HUANUCO"

BOCA: ORTEGA BAZAN, ELÍ

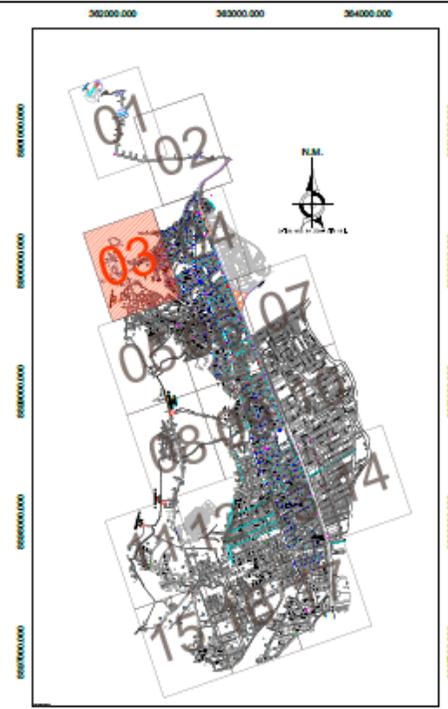
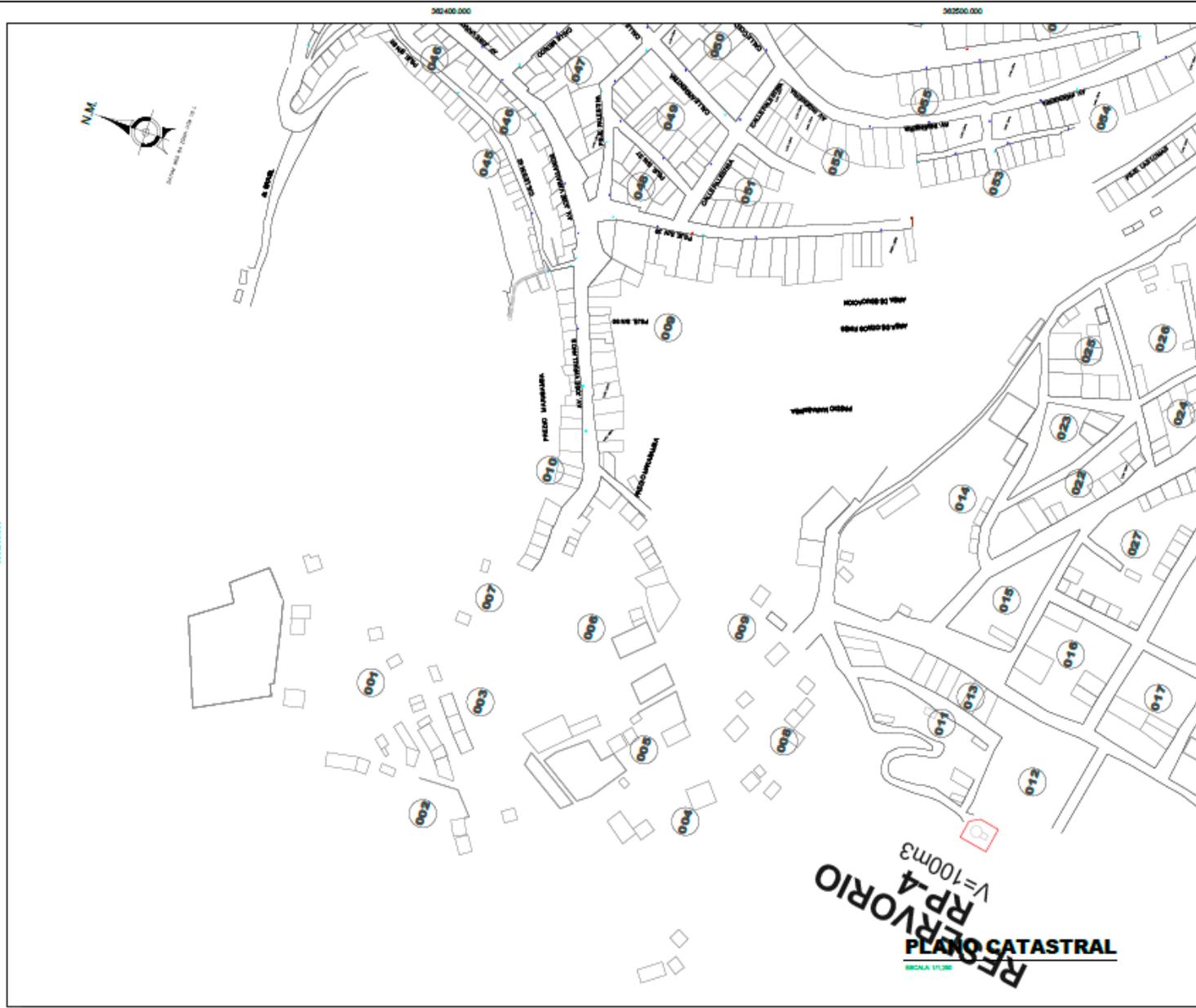
PLANO TOPOGRÁFICO



REGION: HUANUCO  
PROVINCIA: HUANUCO  
DISTRITO: PILLCO MARCA

SECTOR: PILLCO MARCA  
PROYECTO: PILLCO MARCA

FECHA: 11/04/24  
LÍNEA: 001



**UBICACIÓN**

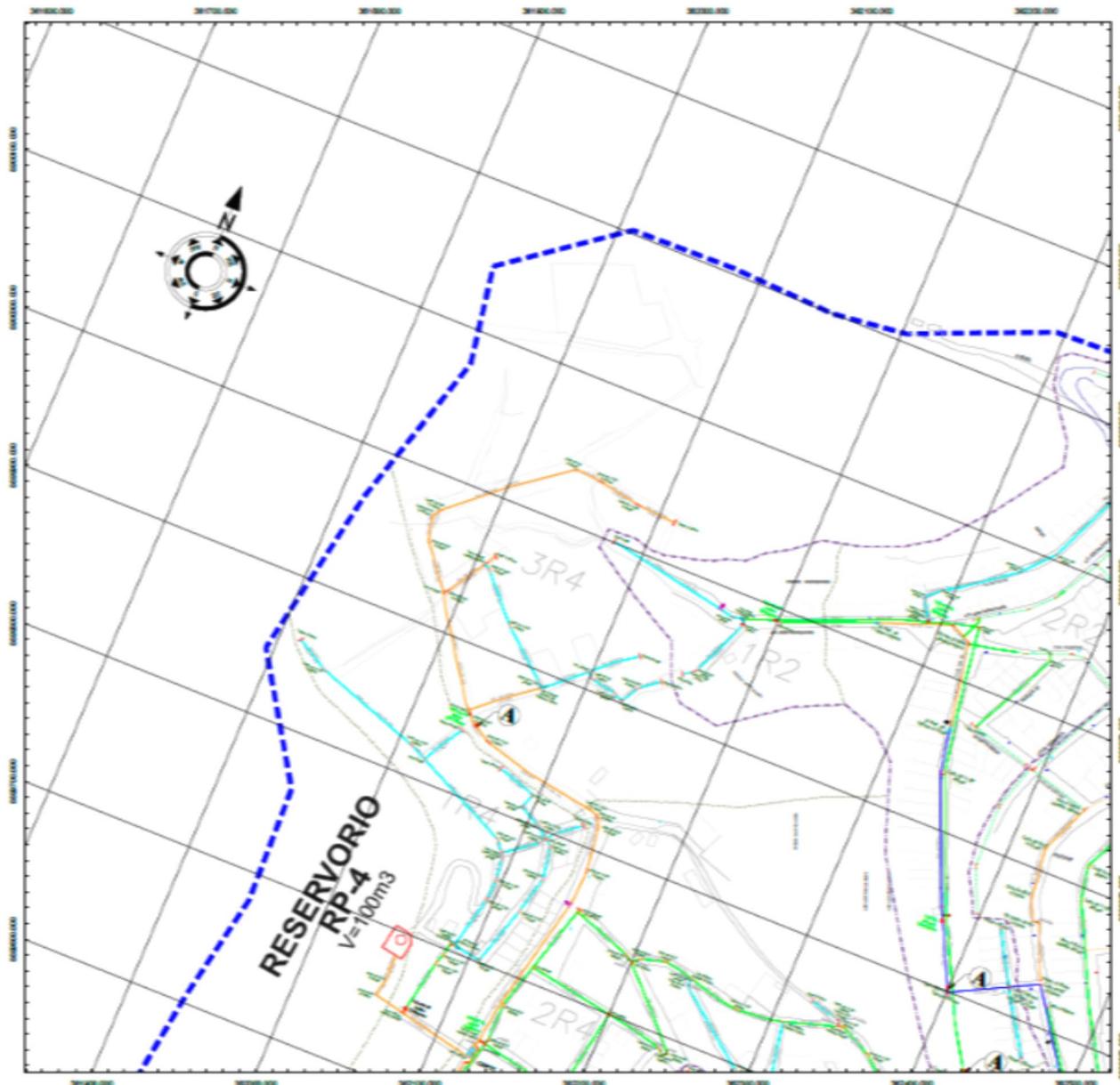
ESCALA 1:2000

LEYENDA	
	LÍMITE DE LOTE
	LÍMITE DE MANZANA
	POSTE DE LUZ
	POSTE DE TELEFONO
	SUB ESTACION ELECTRICA
	POSTE DE MEDIA TENSION
	POSTE DE ALTA TENSION
	NOMBRE DE MANZANA

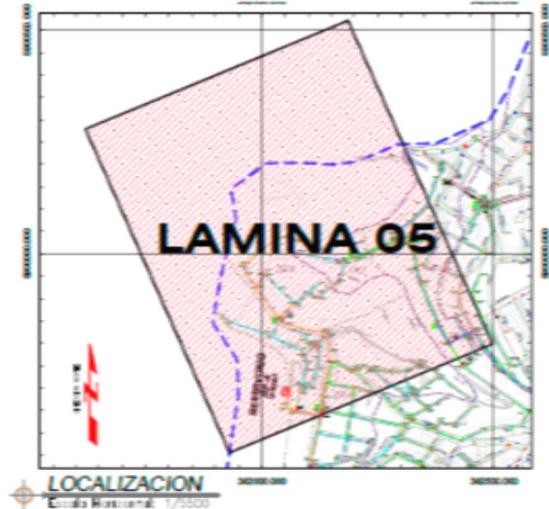


<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	
PROYECTO: "AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE PILLCO MARCA - PROVINCIA DE HUANUCO - HUANUCO"	
ASESOR:	ORTEGA BAZAN, ELI

<b>CATASTRAL</b>	
PLANO:	C-03
MUNICIPIO: HUANUCO	SECTOR: PILLCONARICA
DISTRITO: PILLCO MARCA	BOVEDA:
ELABORADO: 2017	



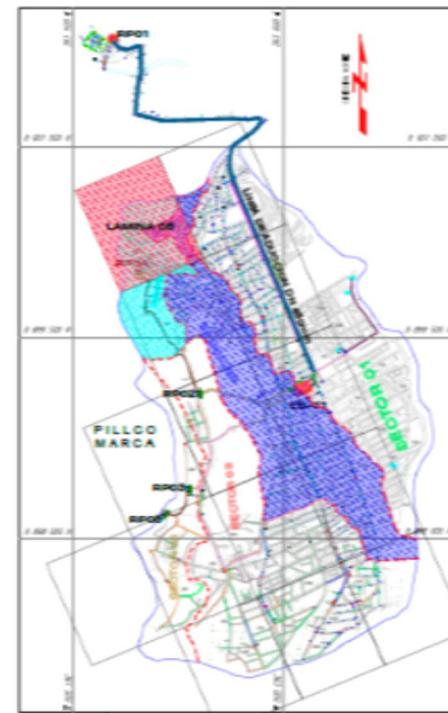
**PLANTA REDES DE AGUA POTABLE-SECTOR 04(LAMINA 05)**  
Escala Horizontal: 1/7500



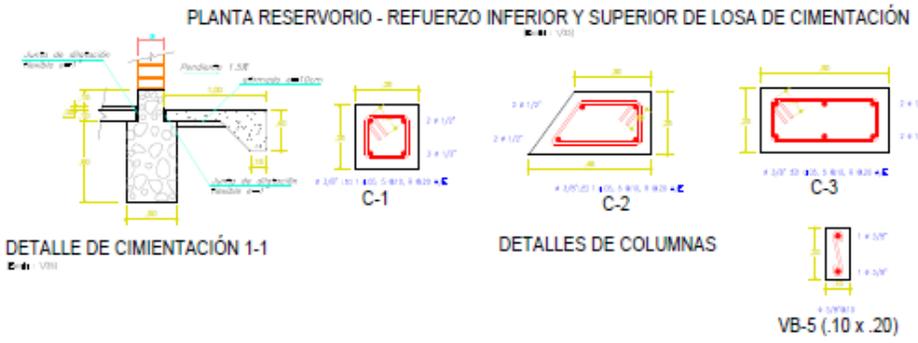
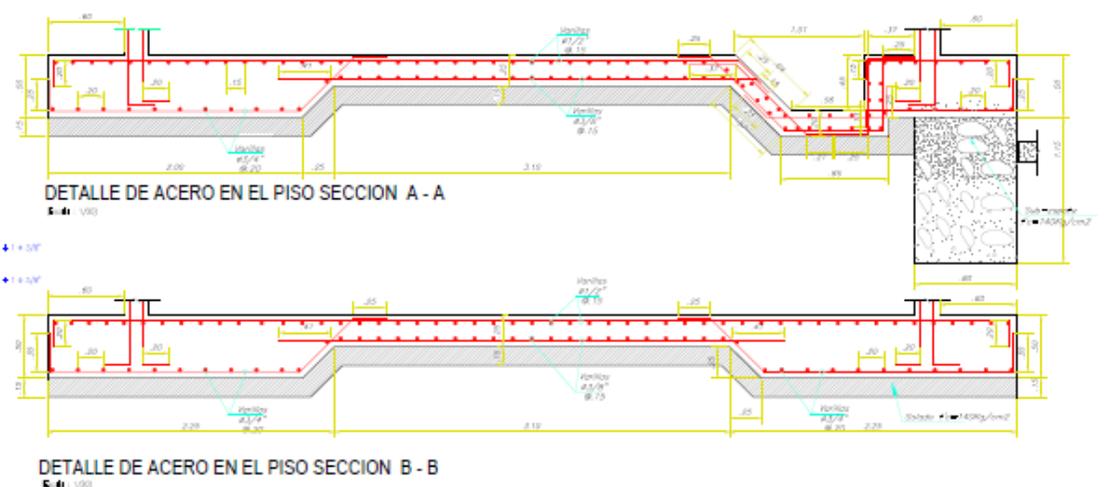
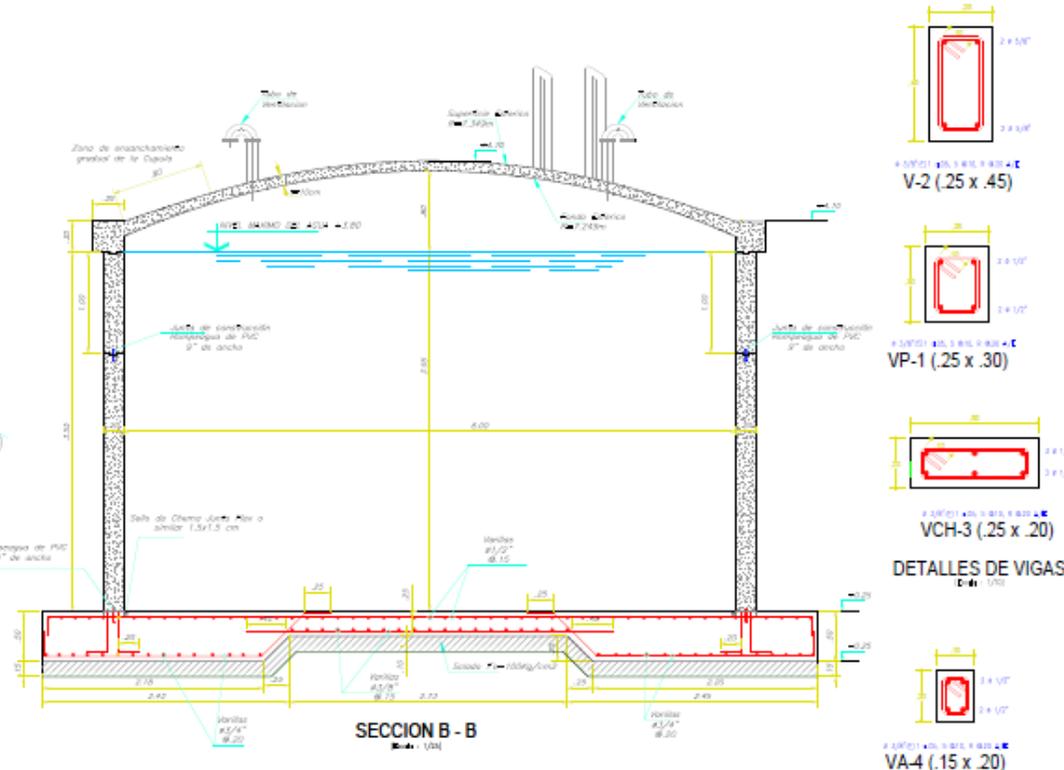
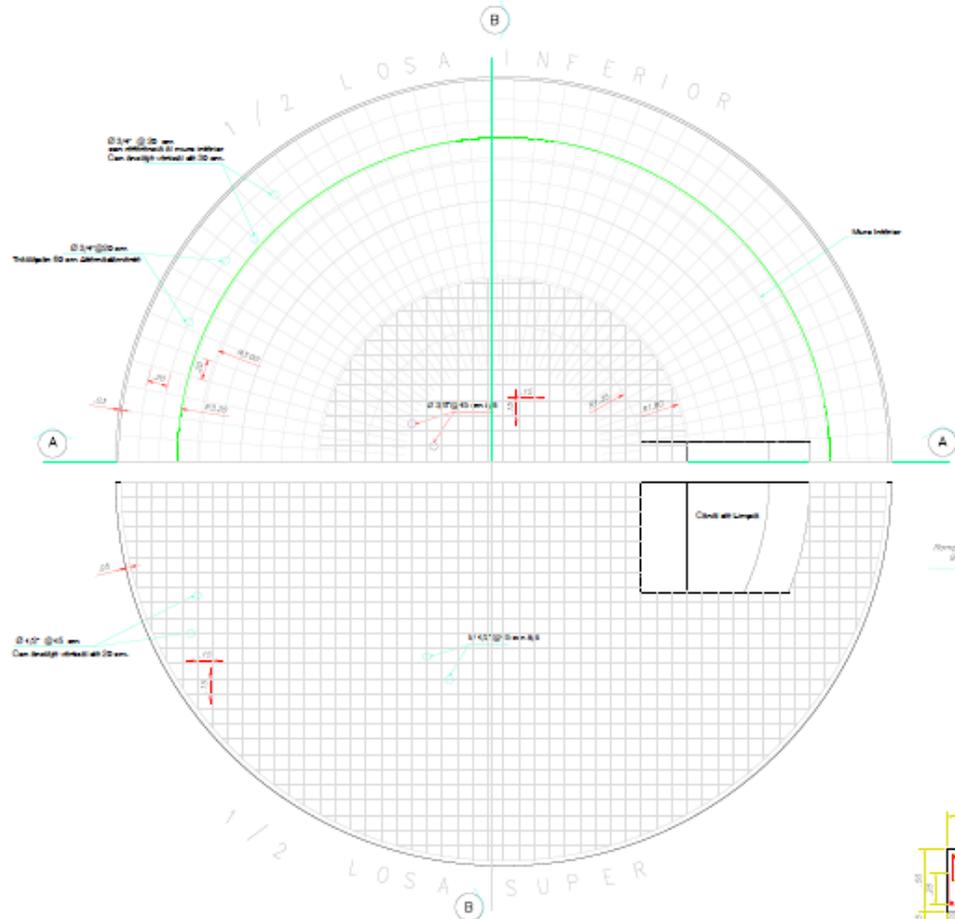
**LOCALIZACION**  
Escala Horizontal: 1/2500

DESCRIPCION	SIMBOLO
Alce	
Val	
Cable 40"	
Cable 40"	
Cable 40"	
Cable 110"	
Tronca de Control	
Tronca de Puente	
Tronca de Aire	
Tronca de Alcantarillado	
Tronca de Agua Potable	
Tronca	

LEGENDA (Red de agua potable)	
DESCRIPCION	PROYECCION
TUBERIA PVC DE 100mm & 150mm	
TUBERIA PVC DE 150mm & 200mm	
TUBERIA PVC DE 200mm & 300mm	
TUBERIA PVC DE 100mm & 150mm	
TUBERIA PVC DE 150mm & 200mm	
TUBERIA PVC DE 200mm & 300mm	
TUBERIA PVC DE 100mm & 150mm	
TUBERIA PVC DE 150mm & 200mm	
TUBERIA PVC DE 200mm & 300mm	
TUBERIA EXISTENTE PVC DE 100mm	
TUBERIA EXISTENTE PVC DE 150mm	



**LOCALIZACION**  
Escala Horizontal: 1/2500





## **ANEXO 11: Panel Fotográfico.**

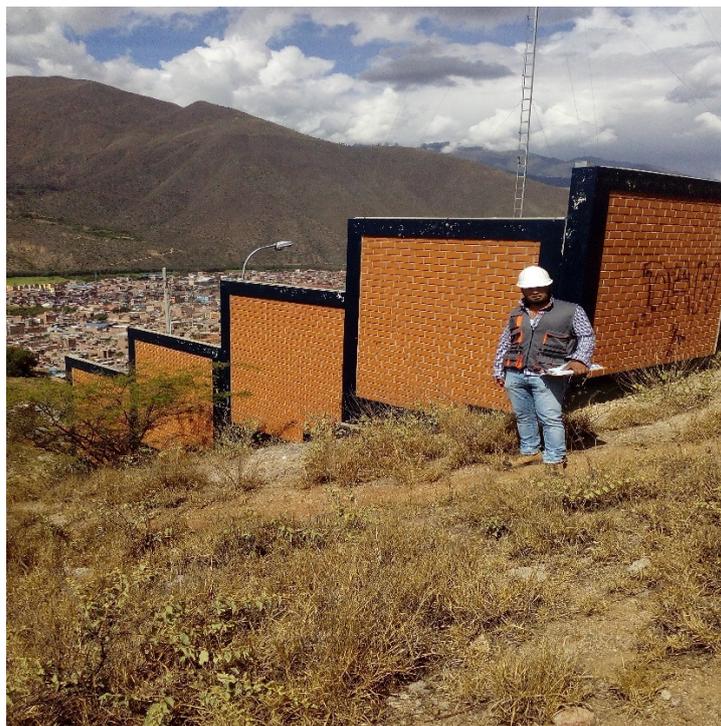
### **Ilustración 26**

*Puerta de Ingreso al Reservorio de 100 m<sup>3</sup>. del sector 04.*



### **Ilustración 27**

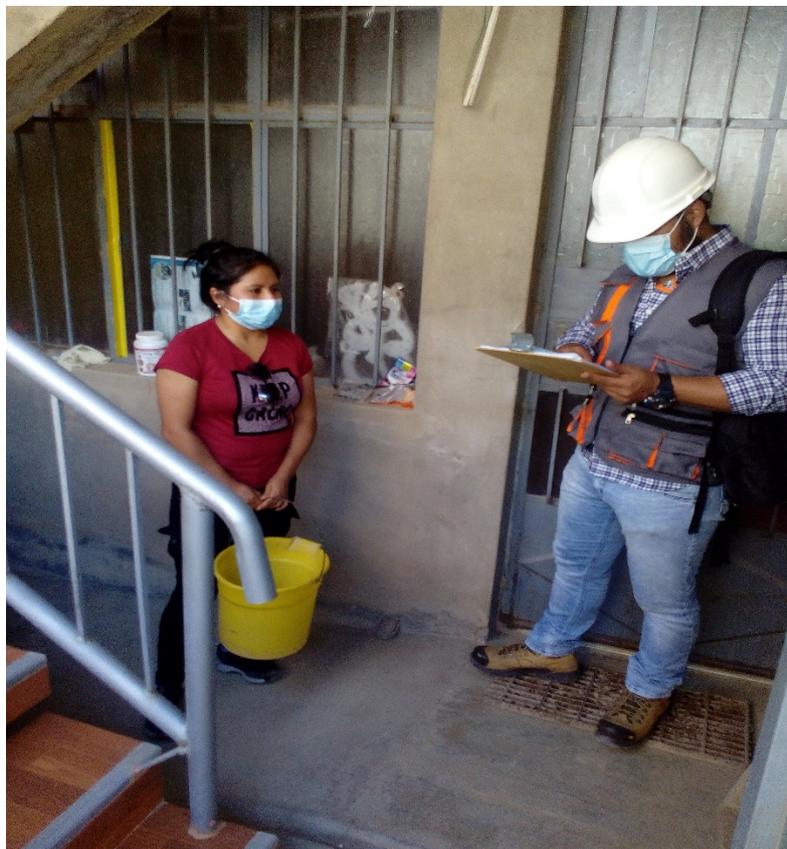
*Reservorio de 100 m<sup>3</sup>. del Sector 04.*



**Ilustración 28**  
*Realizando Encuestas a la Población.*



**Ilustración 29**  
*Realizando encuesta a la Población.*



**Ilustración 30**  
*Realizando Encuestas a la Población.*



**Ilustración 31**  
*Verificación de Presiones del Agua.*

