



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Parámetros hidráulicos en línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo y polietileno, Tucahui - Zepita, Puno - 2021

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Cotrado Ramos, Carlos Hernan (ORCID: 0000-0001-8652-9287)

**ASESOR:**

Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

A mi esposa Noemí Ulda, a mis hijos Claudia Nicole, Carlos Lizardo y Sergio Fernando, quienes me apoyaron y alentaron para continuar, cuando parecía que me iba a rendir.

Carlos

## **Agradecimiento**

Agradezco primeramente a Dios por todo, y especialmente al Dr. Omar Demetrio Tello Malpartida asesor de tesis de mi proyecto de investigación por su orientación profesional y valioso apoyo, a mi hermano el Ingeniero José Antonio Bustillos Cotrado, por su orientación precisa en este trabajo de investigación, y al Ingeniero Edwin Rojas Bances por sus útiles y constructivas recomendaciones sobre este proyecto.

El autor

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y Diseño de investigación .....	14
3.2. Variables y operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra y muestreo.....	15
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	16
3.5. Procedimiento.....	16
3.6. Método de análisis de datos .....	33
3.7. Aspectos éticos.....	33
IV. RESULTADOS.....	34
V. DISCUSIÓN.....	39
VI. CONCLUSIONES.....	41
VII. RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS .....	49

## Índice de tablas

Tabla 1. Coeficiente por accesorios .....	10
Tabla 2. Levantamiento topográfico .....	18
Tabla 3. Cuadro técnico de BMS con sus respectivas descripciones - Tucahui ...	19
Tabla 4. Ensayos de mecanicos de suelos .....	20
Tabla 5. Coordenadas.....	22
Tabla 6. Estudio de agua .....	22
Tabla 7. Aforamiento.....	23
Tabla 8. Población .....	23
Tabla 9. Proyección poblacional .....	24
Tabla 10. Demanda poblacional y caudal.....	26
Tabla 11. Reservorio y línea de conducción.....	27
Tabla 12. Diámetro de PVC .....	27
Tabla 13. Diámetro de polietileno.....	28
Tabla 14. Coeficiente del material .....	29
Tabla 15. Metrado .....	30
Tabla 16. Resumen de parámetros hidráulicos .....	32
.Tabla 17 Pérdida de carga .....	34
Tabla 18. Estadísticos descriptivos del valor de pérdida de carga.....	34
Tabla 19. Velocidad .....	35
Tabla 20. Estadísticos descriptivos de velocidad .....	36
Tabla 21. Presión .....	36
Tabla 22. Estadísticos descriptivos de presión.....	37
Tabla 23. Diámetro.....	37
Tabla 24. Estadísticos descriptivos de diámetro.....	38

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Flujo uniforme y permanente – Teorema de Bernoulli .....	9
<i>Figura 2.</i> Línea de conducción .....	11
<i>Figura 3.</i> Depósito rompedor de presión para quebrar la red piezométrico .....	11
Figura 4. Ubicación del proyecto .....	17
Figura 5. Captación existente aquí el 0+000 .....	17
Figura 6. PROGERSIVA 1+000 AL 1+113 .....	19
Figura 7. Crecimiento poblacional .....	24
Figura 8. Pérdida de carga.....	34
<i>Figura 9.</i> Velocidad .....	35
<i>Figura 10.</i> Presión.....	36
<i>Figura 11.</i> Diámetro .....	37

## Resumen

La presente investigación se trazó como objetivo Evaluar en qué medida las líneas de conducción de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno (HDPE) en los sistemas de saneamiento rural, influyen en los parámetros hidráulicos, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021 empleando una metodología donde el tipo de investigación es aplicada por propósito y de enfoque cuantitativo, de diseño cuasiexperimental. La población está constituida toda la línea de conducción, la muestra conformada por la línea de conducción con tubería de polietileno, en base del muestreo no probabilístico, entre los principales resultados son pérdida de carga en PVC es 3,3 m.c.a. siendo mayor a la pérdida de carga en polietileno con 2,9 m.c.a., asimismo la velocidad en PVC es 0,21 m/s mientras que en polietileno es 0,19 m/s con una presión de 8,49 m en ambas tuberías, con un diámetro en PVC de 48 mm y en polietileno de 50 mm. Concluyendo mediante la evaluación en qué medida las líneas conducción de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, influyen relativamente en la presión de carga, velocidad, presión y diámetros que son los parámetros hidráulicos en la comunidad de Tucahui.

Palabras clave. Sistema de saneamiento, parámetros hidráulicos, tubería de PVC, tubería polietileno

## Abstract

The objective of this research was to evaluate the extent to which polyvinyl chloride (PVC) conduction lines and polyethylene pipes in rural sanitation systems influence hydraulic parameters in the community of Tucahui in the district of Zepita Puno. , 2021 using a methodology where the type of research is applied by purpose and quantitative approach, quasi-experimental design. The population is made up of the entire pipeline, the sample made up of polyethylene considering the non-probabilistic test, the main results are loss of load to polyethylene is 3.3 mca higher, being the loss of load to polyethylene with 2.9 mca , forming speed in PVC (0.21 m/s) and polyethylene (0.19 m/s), with a pressure in PVC and polyethylene is 8.49 while in diameter in PVC it is 48mm and in polyethylene it is 50mm Concluding by evaluating to what extent the polyvinyl chloride (PVC) conduction lines and polyethylene pipes in rural sanitation systems, relatively influential in the load pressure, speed, pressure and diameters that are the hydraulic parameters, in the community of Tucahui in the district of Zepita Puno, 2021.

Keywords. Sanitation system, hydraulic parameters, PVC pipe, polyethylene pipe

## I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito internacional, el sector de la producción, distribución y comercialización de tuberías de PVC se encuentra directamente relacionada con el de la construcción, por constituir uno de sus principales insumos y materiales, las tuberías de PVC se producen a través del proceso de extrusión y la materia prima empleada en su elaboración es el policloruro de vinilo o PVC. Según el destino de las tuberías de PVC, estas se clasifican en tres tipos: i) para agua potable, ii) para desagüe y iii) para cableado eléctrico.

Categorizadas de acuerdo a sus distintas variedades y hasta un diámetro nominal de 12 pulgadas (“). En el periodo de análisis (2012-2016), el volumen de producción en Bolivia de tuberías de PVC destinado al cableado eléctrico se incrementó en un 11,24 %, reportando el 2016, en cantidad, 9,77 millones (MM) de piezas, seguido de las tuberías para desagüe en un 8,86 % o su equivalente a 2,41 MM de piezas. Por el contrario, las tuberías destinadas al transporte de agua potable disminuyeron su producción en un 10,28 %, al representar el año 2016 alrededor de 1,82 MM de piezas. Las ventas de tuberías de PVC, por volumen de piezas, están lideradas en un 67,33 % por las utilizadas en el cableado eléctrico, seguida por las tuberías para desagüe, en un 17,10 %, y para agua potable en un 15,57 %. En el interior de cada tipo de tuberías se encuentra una diversa variedad, diferenciada por su espesor, presión, flexibilidad, diámetro, longitud y tipo de unión.

El consumo de tuberías de PVC está concentrado en los departamentos de La Paz, Santa Cruz y Cochabamba. Las tuberías de PVC para agua potable, en el periodo 2012-2016, generaron para las empresas consideradas en el presente estudio, un ingreso promedio de Bs 121 MM, las tuberías para desagüe produjeron alrededor de Bs 90 MM y las tuberías para cableado eléctrico alcanzaron los Bs 35 MM. El precio promedio de los tres tipos de tuberías de PVC, en todas sus variedades, sufrió una disminución general en el rango del 9 % y 30 %, comparando el 4to trimestre del 2016 con relación al 4to trimestre del 2012 (Autoridad de fiscalización de empresas, 2017, p4).

En al ámbito nacional, en Perú en el diseño de las conducciones de agua potable, ya sea en remodelaciones, aplicaciones, mejora de recientes sistemas de red, se implementa con PVC, un material que contiene muchas limitaciones, que

no promueve el desarrollo de nuevos materiales y tecnologías de ingeniería en el país Sistema de saneamiento , que se ha convertido en una necesidad potencial debido a una mala ejecución o mala calidad de los materiales provocando derrumbes, roturas y algunas inundaciones de la red de agua potable, mientras que algunos materiales de la red existente han llegado al final de su vida útil (Espinoza, 2021, p.2).

El Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano-Rural, en Construcción y saneamiento (2018) el 93.4% de la población dispone de agua potable en las zonas urbanas, durante que en las zonas rurales, el 63,2% del uso anual, emplea la agricultura el 87,7%, población 9,9%ne industria 0,9%, mientras que el 1,5% restante se utiliza para la minería. Nuestra calidad de agua se ve afectada por las responsabilidades ambientales restantes de nuestras actividades mineras de carácter informal e ilegal más aun actividades en el sector de agricultura, todo acaba bajo un débil control estatal. Los cambios en las tuberías de polietileno HDPE y las tuberías de PVC de cloruro de polivinilo en los sistemas de agua potable (líneas de transporte, líneas de mezcla y redes de distribución) nos han permitido tener la mejor operatividad y nos permiten mejorar los equipos en el sistema de agua potable. Qué nos aporta la norma RM-192-2018-VIVIENDA.

En el centro poblado de Isani, sector Tacahui, se observa que la tubería de polietileno de alta densidad no es muy utilizada, pero es considerado común el uso de tubería PVC en el sector de construcción, por lo que va aumentando a un 14 % según la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO, 2018). Sin embargo, los materiales mencionados deben ser evaluados para proyectos de saneamiento por diferentes características, por ello, la investigación busca dar información relevante acerca de las características técnicas y económicas de las tuberías de PVC y polietileno.

En lo que respecta, el mal control y mantenimiento de las conducciones de agua potables, tales como la línea, tuberías y redes de distribución mantienen un impacto negativo en la salud de las personas, donde especialmente entre los menores y las personas de tercera edad, provoca pérdidas económicas en el tratamiento sanitario así como el agua para el consumo. El propósito de la investigación, es analizar los aspectos técnicos y económicos entre las líneas de conducción en PVC y en polietileno ordinaria en un sistema de saneamiento rural; que en los últimos años,

las tuberías de HDPE se han ganado un buen nombre en el mercado nacional. Por ende, se plantearán como problema general ¿En qué medida las líneas de conducción de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, influyen en los parámetros hidráulicos, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021?, con problemas específicos ¿En qué medida las líneas de conducción de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, influyen en la pérdida de carga, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021?: ¿Cuánto es la velocidad entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021?: ¿Cuál es la presión entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021?: ¿Cuál es el diámetro adecuado entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021?

**La justificación de la investigación** busca proporcionar información acerca los parámetros hidráulicos entre la línea de conducción con tubería de policloruro de Vinilo (PVC) y de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, debido que estos materiales se encuentran en gran cantidad sin considerar la consecuencia que produce ello en el medio ambiente. En referencia a la **justificación teoría** se estudiará a mayor claridad las variables de la presente investigación, relacionada a los materiales empleados en saneamiento, esto permitirá mejorar la servicialidad. Como **justificación metodológica**, la investigación nace la necesidad de poner en práctica diferentes materiales para proyecto de saneamiento. En la investigación se designan otros estudios que utilizan métodos similares, éstas se pueden incorporar la parte analítica, equipamientos y evaluaciones. La **justificación social** para la presente investigación busca utilizar elementos de diferentes materiales para proyectos ingenieriles. Lo cual previene 2 factores importantes, ambiental y económico, es por eso qué pueden ser materiales aceptables.

En tal forma se planteó como objetivo general Evaluar en qué medida las líneas de conducción de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, influyen en los parámetros hidráulicos, en la comunidad de

Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021 con objetivos específicos Determinar en qué medida las líneas de conducción de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, influyen en la pérdida de carga, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021; Calcular la variación de la velocidad entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021; Analizar la variación de la presión entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021; Cuantificar el Diámetro entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021.

Finalmente las hipótesis quedan redactada de la siguiente manera, la líneas de conducción tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, influyen significativamente en los parámetros hidráulicos, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021; con hipótesis específicas, La líneas de conducción tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, influyen significativamente en la pérdida de carga, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021; La velocidad entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, es óptima en ambas tuberías, porque tienen el mismo coeficiente de manning ; La presión entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, son óptimas en ambas tuberías; El diámetro entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, son óptimas por que se consideró presiones mínimas y máximas, así como también velocidades máximas y mínimas

## II. MARCO TEÓRICO

Seminario y Tantajulca (2019) en su tesis “Evaluación de las pérdidas de carga en una línea de conducción de agua, caserío Lo Huertos, Huanchaco, Trujillo, La Libertad. Universidad César Vallejo” Las pérdidas de carga en las líneas de transmisión de agua se evaluaron mediante el método cuasi-experimental aplicado. En los resultados afirman que, según el programa, los parámetros de velocidad considerados al trabajar a 3" de diámetro son de 0,6 a 2 m/s, momento en el cual la velocidad está cerca del límite inferior, pero al trabajar en este rango, Se provoca el procedimiento de asentamiento, lo que hace que la posición de la tubería se reduzca. Concluyeron que se debe diseñar un indicador de pérdida de carga por fricción, como una pérdida de carga leve, porque este valor no se puede ignorar.

Espinoza (2021) evaluó de qué manera la ejecución de tuberías HDPE frente al PVC se relaciona con la conducción del sistema agua potable en el enfoque técnico y económico, considerando una metodología de tipo aplicada cuantitativa. En sus resultados, la evaluación técnica de la presión de la tubería de HDPE (1" y 1 ½") fue 6,07% y 13,66% inferior a la de la tubería de PVC (1" y 1 ½"), respectivamente, la presión de la tubería de HDPE. En comparación con el PVC, se relaciona positivamente con el aspecto técnico, la tubería de HDPE de 1 pulgada es un 10,19 % más lenta que el PVC, la tubería de HDPE de 1 ½" es un 2,56 % más rápida que el PVC, por lo que no hay muchos cambios en la tecnología. el efecto de HDPE donde la conexión de HDPE en línea conductora a tuberías de PVC para ganar reconocimiento por sus propiedades técnicas y económicas .

Pinto (2020) en la ciudad de Lima, en su estudio tuvo el propósito de evaluar el comportamiento hidráulico con respecto al sistema de conducción con tubos tradicionales en lugares topográficas rústicos en Circa en la ciudad de Arequipa. El método es científico, tipo aplicativo, al nivel de explicación y carácter no experimental. Como resultado, al modelar hidráulicamente se obtuvo presiones promedio de tubos de PVC a 41.05 m.c.a., para los tubos de Fierro Galvanizado (F°G°) las presiones promedio son 142.94 m.c.a, por otro lado, los tubos de Polietileno de Alta Densidad (HDPE), las presiones aproximadas varían 67 m.c.a. En conclusión, se efectuó las simulaciones de 3 módulos donde concluye que el sistema funciona normal con el tubo PVC-C7.5 de 2", beneficiando a la población.

Hermosa (2019) evaluó la tubería de Polietileno de alta densidad en comparación al de Policloruro de Vinilo para un sistema de bombeo, empleando una metodología de tipo aplicada descriptiva comparativa cuasi experimental. Entre sus resultados, demuestran que el primero presenta un diámetro de 2 plg, donde el segundo las presiones dinámicas en los 41 nudos es de 1 m H<sub>2</sub>O presión mínima y 9 m H<sub>2</sub>O presión máxima. Concluyeron que la tubería de HDPE es técnicamente más eficiente que la tubería de PVC en sistemas de bombeo con tubería de impulsión, debido a que la tubería de HDPE tiene una vida útil de 50 años en comparación con los 20 años de PVC.

Rojas (2016) efectuó su estudio en Ecuador sobre las aguas servidas y su efecto en la calidad de vida de los pobladores, considerando la metodología de tipo cuantitativa mediante un estudio de campo, descriptivo – explicativo, teniendo en cuenta una población que está definida por el total de viviendas beneficiadas. Los resultados muestran que, para bajar el nivel de las capas freáticas, la mejor opción es diseñar un sistema de drenaje para hacer frente a los niveles más altos de las aguas subterráneas, con el fin de mejorar la calidad de vida de las personas. Concluyo que la participación del sector público y privado es necesaria para el mantenimiento y mantenimiento del sistema de alcantarillado, pues de esta manera se reducirán los conflictos futuros por el deterioro de un ducto similar al sistema de alcantarillado.

Palma (2020) en su estudio tuvo como propósito, evaluar técnicamente la suministro de agua potable y eliminación de alcantarillado para el bien de 60 residencias en la comunidad el Porvenir, beneficiando al proyecto, aplicando un método no experimental. En los resultados, para el proyecto de agua potable, se consideró la conexión a las redes de servicio existentes mediante el tendido de tuberías de PVC tipo 10 con unión de roce en toda la red, con un diámetro de  $D = 110$  mm, lo que cumple con las expectativas. Para el suministro de agua potable de 60 viviendas, considere instalar grifos de brida mediana con un diámetro de 100 mm. Además, haciendo los cálculos, la presión mínima es de hasta 15 m.c.a. Para el caso de caudales máximos horarios, 5.433 m.c.a. Para el caso de flujo máximo diario adicionalmente desde el grifo en el nodo 11 (los dos procesos están sujetos a una presión mínima de 15 y 5 m.c.a respectivamente). En conclusión, el proyecto considera líneas distribuidoras de agua potable basadas en la instalación de tuberías

de PVC de conexión tipo 10 Anger, con un diámetro de 110 mm, que pueden abastecer de agua a 60 residencias de la ciudad.

Zambrano (2019) en su estudio pretende plantear un sistema que abastezca, con metodología no experimental, deductivo, inductivo, búsqueda bibliográfica en gabinete y en campo, debido a este hecho observado, para determinar las opciones para la solución de los problemas en cuestión, se determinó y como resultado se seleccionó una red de distribución con una presión total de 3021,85 m de longitud de manguera. La velocidad no supera el 0,60 m/s y la presión es superior a 7 m.c.a. e inferior a 30 m.c.a., que están permitidas para suministrar agua potable.

Liñan (2017) en su análisis comparo la tubería de PVC y la de polietileno en mantenimiento de agua potable en S.J.L, de diseño no experimental y tipo descriptivo. Entre sus resultados, permite ver el comportamiento hidráulico, durabilidad y costo, el cual se determina probando las correspondientes ratios de medición de comportamiento hidráulico, propiedades físicas, así como su costo, y la factibilidad se obtiene luego de calcular la diferencia de presión en el uso de los dos tipos de tuberías y costo. Concluye que hay pruebas contundentes de lo contrario de que las tuberías de polietileno tienen propiedades hidráulicas, durabilidad y costo adecuadas.

Borda (2020) en su estudio tuvo el propósito de elaborar un diseño que determinará la mejor propuesta de los dos tipos de sistemas, tubería de polietileno de alta densidad (hdpe) y tubería PVC. Con método cuantitativo y descriptivo. En los resultados, al realizar el diseño hidráulico en sistemas de tubería de HDPE y PVC, se verificó que el cambio de presión es mínimo, ya que los coeficientes de Hazen y Williams para tubería de PVC son 150 y para tubería de HDPE, es decir, la tubería es 140, y no se tiene en cuenta una diferencia significativa al realizar una proyección. Aquí es donde deben tenerse en cuenta otros factores, como los costos compartidos. Los datos fueron desarrollados por el software Watercad para adquirir diferencias en presión, velocidad y caudales, determinando así las tuberías más eficientes para su uso en instalaciones de agua potable. En conclusión, las tuberías de HDPE son más eficientes que las de PVC.

De acuerdo al término de sistema de conducción, se entiende al intervalo de los tubos que traslada líquido a partir de un punto captable hacia el reservorio de

agua potable o tanque de regulación, depende del sistema. Así mismo, debe ser en un terreno que sea fácil de inspeccionar, por gravedad o bombeo.

Los tubos que usualmente son utilizados en la construcción de sistemas de conducción son: fierro galvanizado, acero, asbesto-cemento, PVC, fierro fundido, cobre y polietileno de alta densidad. En la siguiente figura, se muestra la gama amplia de materiales industriales para el sistema de conducción: Para la selección del material de la tubería en proyectos de saneamiento, debe estar basada en las recomendaciones de códigos aplicables, estándares dimensionales y especificaciones técnicas del material. Sin embargo, el profesional considerará especificaciones de servicialidad y características tales como: resistencia a la corrosión, facilidad de instalación resistencia mecánica, vida útil y costo. El costo estará ligado al diámetro, espesor y tipo de tubería.

Los elementos de una línea de conducción son de acuerdo a los materiales y piezas especiales que se van a emplear, por ejemplo: carretes, extremidades, juntas, codos, cruces, tees, coples, tapones, tapas y reducciones. Así mismo, se debe considerar los diferentes tipos de válvulas (eliminadora de aire, de no retorno, expulsión de aire y de sección). Por su parte, el cálculo mínimo de diámetro de las válvulas incluye la elección del diámetro de las válvulas para controlar el aire se realiza con las tablas de operación de las válvulas regulares publicadas por el fabricante de válvulas, en el que se ingresa con diferencia de presión y flujo de aire.

De las fuentes de suministro, niveles de agua y el tipo de fuente es primordial entender el gasto de diseño, considerando el tiempo de funcionamiento de 1 día completo, por ende, el gasto se calcula de la siguiente manera:

$$Q = \frac{24}{N} (Q_{md} - Q_{disponible})$$

Cálculo del caudal

Donde:

- $Q_{md}$  = gasto máximo diario, lps
- $Q_{disponible}$  = Gasto disponible, lps
- $N$  = tiempo de funcionamiento del gasto  $Q$  faltante, hr.

En un sistema de conducción mediante gravedad, donde el caudal de la fuente de suministro sea superior al caudal permitido (máximo), no será obligatorio la construcción de un tanque regulatorio. Por lo que será diseñada para el máximo

caudal, teniendo a consideración como si fuera una línea de alimentación, que suministra del tanque amortiguadora a la red distribuidora. Cuando el caudal de la fuente de abastecimiento sea menor al máximo caudal, será obligatorio edificar un tanque regulatorio. Para el flujo permanente en la línea de conducción, se debe considerar ecuaciones hidráulicas importantes, de energía y continuidad. Las características a considerar son las presiones y las velocidades medias, que permanecen uniformes en el tiempo y espacio, y son utilizadas para el diseño de sistemas de tuberías, donde se cumple que  $\Sigma Fx = \Sigma Q = 0$ , cabe decir, que la sumatoria de gastos o caudales son cero. Además, se considera la ecuación energética, donde expresa el flujo de agua, pérdidas de presión y velocidades medias.

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

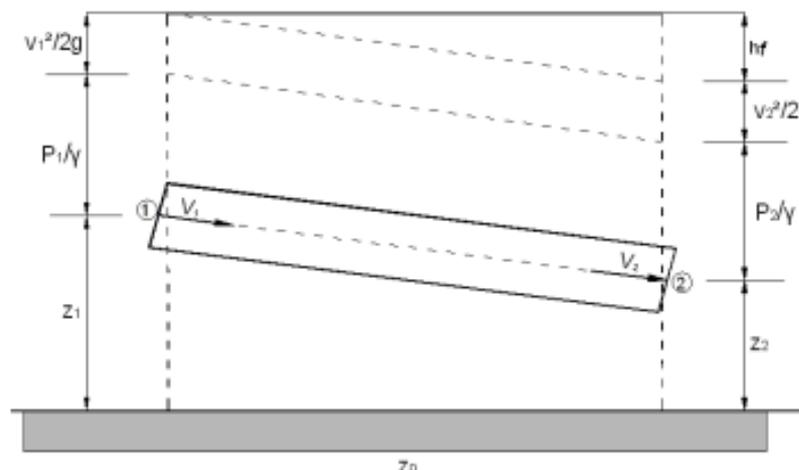


Figura 1. Flujo uniforme y permanente – Teorema de Bernoulli

Fuente. Rojas (2016)

Para las pérdidas de energía por fricción en la conducción existe formulas por diferentes ecuaciones, se recomienda por Darcy-Weisbach donde se tiene la siguiente expresión:

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

Cálculo de energía por fricción, Donde: f= coeficiente de pérdidas, LY d= longitud y diámetro interior del tubo, v= velocidad media del flujo, m/s, hf==pérdida de energía por fricción. Para un flujo de régimen turbulento, va a depender de la rugosidad relativa y del número de Reynolds, donde se tiene la siguiente ecuación dada por Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} + \frac{\epsilon}{3.71D} \right)$$

Donde:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

$\epsilon$  = Rugosidad absoluta de la pared interior del tubo expresado en mm

$\nu$  = Viscosidad cinemática del fluido, m<sup>2</sup>/s.

Por ende, la pérdida de energía por fricción sustituyendo ecuaciones será la siguiente:

$$hf = \frac{0.203L}{gD^5 \left[ \log \left( \frac{\epsilon/D}{3.71} + \frac{G}{Re^T} \right) \right]^2} Q^2$$

Las pérdidas locales son generadas por distancias pequeñas por accesorios para la conducción como tees, codos, válvulas, cruces y otros, en el siguiente cuadro se muestra los coeficientes de pérdidas por accesorios.

Tabla 1. Coeficiente por accesorios

Accesorio	Coefficiente k
1.-De depósito a tubería (pérdida a la entrada)	
Conexión a ras de la pared	0.50
Tubería entrante	1.0
Conexión abocinada	0.05
2.- De tubería a depósito (pérdida a la salida)	1
3.-Contracción brusca	kc
4.-Codos y tes	
Codo de 45°	0.35 a 0.45
Codo de 90°	0.50 a 0.75
Tes	1.50 a 2.00

*Fuente.* Borda (2020)

Con esta información, se puede realizar el cálculo de las pérdidas locales de energía con la siguiente fórmula:

$$hx = kx \frac{v^2}{2g}$$

Pérdida por accesorios. Dónde:  $kx$  = Coeficiente de pérdida de depende del accesorio  $x$  que lo genera;  $g$  = gravedad terrestre 9.81 m/s<sup>2</sup>,  $V$  = velocidad media del flujo, m. Para el diseño de líneas de conducción mediante gravedad pueden ser por sistemas de conducción (líneas o redes):

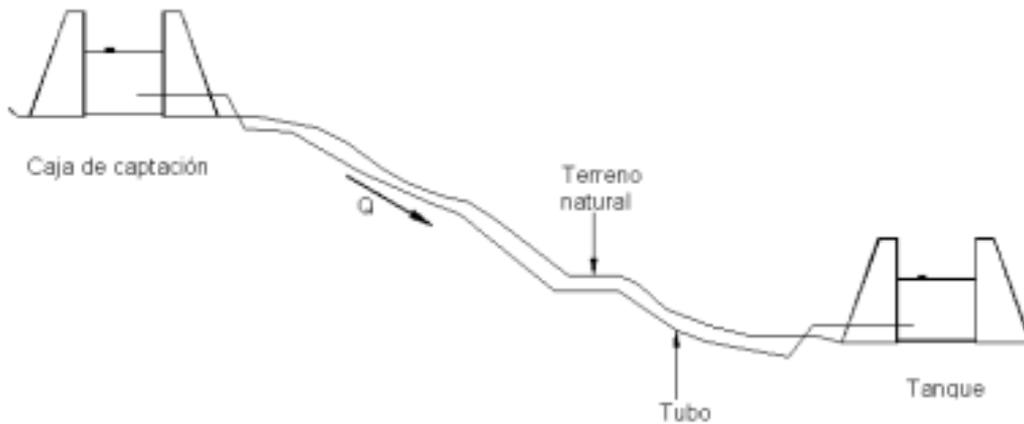


Figura 2. Línea de conducción

Se debe presentar un esquema para ubicar la tubería necesaria que traslada el caudal de diseño sobre un terreno que sirva un desnivel que favorezca al punto de descarga, por lo mismo se determina el diámetro de tubería que conducirá el caudal necesario con una pérdida de energía de acuerdo al desnivel disponible. Con respecto a las presiones máximas, se recomienda no ser superior al 80% de la presión nominal, siendo compatibles con accesorios y válvulas. Si existen depresiones demasiadas profundas, es necesario colocar cajones rompedores de presión, cuyo fin es disminuir la altura de presión y formar un nuevo nivel estático que darán lugar a tubos de espesor menor y por ende, reducción de precio.

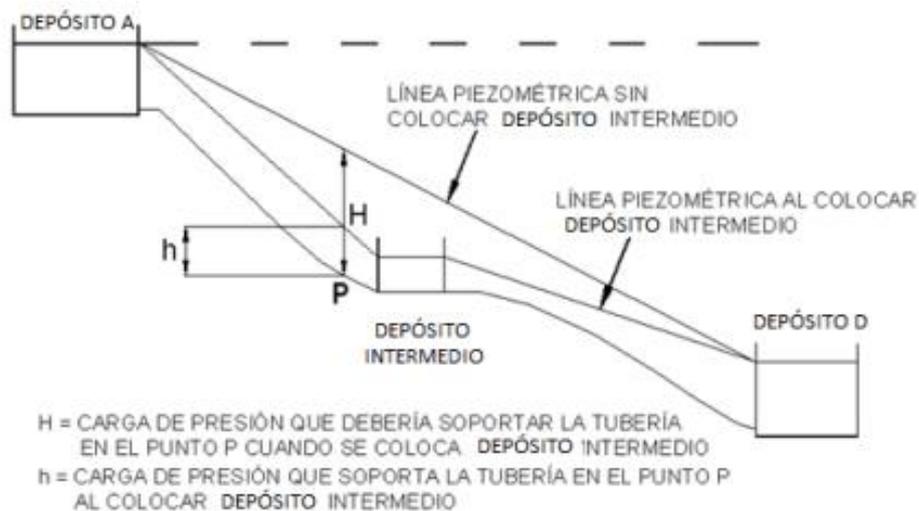


Figura 3. Depósito rompedor de presión para quebrar la red piezométrico

La presión mín. de 15 m de una columna de agua máx. de 50 m, en la que se dividiera la presión máxima en comparación con la altura máx. en el tanque, que muestra la velocidad media de 1.5 m/s, muestra que, para el diseño de la línea

distribuidora, una relación de nivel 1: 2000 con curvas de nivel con igual debe tener al menos 0,50 m, con el tamaño para el punto de interés de la calle. El golpe de ariete, procedimiento hidráulico que ocurre con los tubos cuando las válvulas se cierran repentinamente, cuando el equipo de bombeo se detiene o cuando cambia el caudal. Por lo tanto, en todas las líneas de agua, cuando hay una parada repentina del fluido en el tubo, resulta que la energía cinética mediante flujo y la velocidad se convierte en energía potencial, lo que conduce a un aumento de la carga, la presión inicial, la acción de la deformación elástica en la pared de la tubería y el agua.

Se tendrá en consideración que el diámetro de la tubería se diseña para una velocidad mín. de 0,6 m/s y una velocidad máx. de 3,0 m/s, donde el diámetro mínimo de la red conductora es de 3/4" para sistemas de ambientes rurales. Tubería de polietileno (PE) el polietileno logra ser un requerimiento termoplástico que se encuentra de manera estable ante una multitud de productos que se puede ser en bolsa de plástico, así como un envase, asimismo que el uso de tubos de polietileno, mantiene mayores beneficios, con lo que respecta a otros tubos tradicionales:

Durabilidad: menciona que se debe citar como unas de las más resaltables donde su durabilidad, es considerado como vida de uso de la tubería de polietileno (PE) en un periodo de 5 décadas mínimamente. Atoxicidad: debido a mayor vida útil, los tubos de polietileno que consta de inodoros, no tóxicos y sin sabor, con las especificaciones realizadas del PE una materia prima idónea para la dirección del agua potable.

Resistencia: el PE suele tener una resistencia corrosiva, asimismo que la gran parte pertenece de las especificaciones químicas. Baja pérdida de energía: por la situación lisa de las tuberías de polietileno, la pérdida de energía de razonamiento que es casi nula, en lo que integra otros insumos.

Flexibilidad y elasticidad: mantiene mayores ventajas para los edificios de redes de conducción, brindada facilidad de los trazados más sinuosos, además mantiene mayor flexibilidad, donde la resistencia a la fuerza de golpe de los tubos de polietileno incrementa de forma considerable. Insensibilidad a la congelación: consta de la mayor capacidad aislante de las tuberías de polietileno, que hacen que lo mantengan con mayor resistencia a la misma congelación, es decir ante una situación de que el agua se congele en el interior del tubo, el incremento proporcional no provoca la rotura del tubo, debido a su gran flexibilidad del mismo.

Rápida instalación: conforma del tendido convencional, asimismo como la misma abertura de zanjas, los tubos de PE logran ser implementados por distintos mecanismos, tales como son el caso de arado topo, entubados en tubos ya encontrados. Carencia de incrustaciones y sedimentos: ante ello se cuenta con las paredes lisas del PE que hacen imposible alcanzar los estantes de algas, donde contiene otro tipo de incrustaciones, significado de que el tubo de PE, se mantenga durante un período prolongado.

Ligeros: lo más accesible es la dirección de los tubos PE, debido a su menor peso, estableciendo que las mayores ventajas para la instalación en procedimientos difíciles. El PVC (policloruro de vinilo) es la mezcla química del cloro, hidrogeno y carbono. Sus elementos que vienen del petróleo en un 43% y sal en 57%,

provienen del petróleo bruto (43%) y de la sal (57%). El componente plástico es el elemento con reducida dependencia petrolífera, por ello, el 4% del petróleo se emplea en la fabricación de plásticos, y de eso la octava sección pertenece al PVC, el cual es la fusión del cloruro de vinilo (etileno y cloro), contempla algunas características como ser ligero, inocuo e inerte. Su acción calorífica varía de 140° a 205°C, se puede moldear con facilidad y cuando se enfría tiende a recuperar su consistencia como al inicio, pero conserva su forma nueva.

Las ventajas más importantes del PVC son las siguientes: Flexibilidad y resistencia. Las tuberías de policloruro de vinilo tienen una flexibilidad alta. Así mismo, su resistencia es alta, que los posibles movimientos de tierra y soportan la presión del suelo. Material reciclable. Es PVC también es un material reciclable, que puede utilizarse varias veces sin perder alguna de sus propiedades.

Costo y mantenimiento bajo. Al ser ligero, su mecanismo es simple. Sus costos, además, son regularmente accesible. Para vertical, se refiere a la reacción de las tuberías de PVC con desviaciones verticales que se consideran una ventaja significativa sobre las tuberías de tuberías, donde causa deliberadamente en las instalaciones donde hay cambios horizontales, obstáculos, algunas o una forma de ajustar la línea a las condiciones del terreno.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de investigación

Es de tipo aplicada, porque emplean teorías que sustentan a las variables mencionadas en el presente estudio. Las investigaciones de tipo aplicativo, se basan en resultados de los estudios conocidos como básicos, orientados a resolver problemática de la sociedad (Ñaupas, 2018, p.98).

De acuerdo a Hernández y Mendoza, la investigación es de enfoque cuantitativa, ya que está vinculada con procesos numéricos. Actualmente, el enfoque incorpora alternativas grupales con el fin de obtener hipótesis verídicas. Por ende, el enfoque cuantitativo ayuda a comprobar las posibles respuestas planteadas al inicio del estudio (2018).

Es experimental, según Behar (2018) emplea el método estadístico que permitirá identificación y cuantificación de las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. En la presente investigación se evaluará en qué medida las líneas de conducción del PVC y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, influyen en los parámetros hidráulicos, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021. Los diseños experimentales se realizan con una intervención intencionada de las variables, y se aprecia la evaluación correspondiente

Teniendo en cuenta los conceptos de Hernández y Mendoza, la investigación es de nivel de descripción, ya que los resultados que se obtendrán próximamente describirán fenómenos sucedidos, describirán las características y propiedades de las variables de la investigación. Para la investigación, se harán mención a los rasgos significativos de las tuberías de PVC y las tuberías de polietileno.

#### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable independiente:** Línea de conducción con tubería de Policloruro de Vinilo (PVC) y de polietileno en los sistemas de saneamiento rural.

##### **Definición conceptual**

El PVC (policloruro de vinilo) es una mezcla química de cloro, hidrogeno y carbono. Sus componentes provienen del petróleo bruto (43%) y de la sal (57%). (Magazine plástico, 2018). El polietileno, es un material termoplástico que se encuentra en forma permanente en multitud de productos como puede ser una bolsa de plástico o un envase.

### **Definición operacional**

Además de ser versátil, el PVC ocupa un lugar destacado en la familia de los plásticos por sus interesantes características, ya que es un material resistente, ligero, completamente inofensivo, inerte e inflamable. (Magazine plástico, 2018). Los plásticos tienen una alta resistencia a la descomposición, por lo que persisten durante varios años en el medio, creando efectos que hacen necesaria la búsqueda de mecanismos que contribuyan a su descomposición. (Santa coloma et al., 2019, p1).

**Variable independiente:** Parámetros hidráulicos

### **Definición Conceptual:**

El parámetro del comportamiento de la tubería frente a las fuerzas anteriores es la rigidez; el tubo contempla rigidez (como el hormigón) tiende a transportar cargas por encima de la superficie, mientras que el tubo flexible tiende a la deformación bajo estas energías, cambiando su forma circular original a una forma ovalada (Nacobre, 2017).

### **Definición Operacional:**

Los estándares de EE.UU. recomiendan que la máxima deflexión permitida de la tubería sea del 7.5%, esto no significa que la tubería falle al 7.5% en deflexión, pero es un valor tomado para evitar disminuir con la conductividad en la tubería (Nacobre, 2017).

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

La población considerado como el total de unidades de estudio, que mantiene las propiedades que son necesidades refiriéndose a las personas, objetos y otros (Ñaupas et al., 2018, p.334). Con respecto a la población es 02 kilómetros de línea de conducción del sistema de saneamiento Tucahui, distrito de Zepita, Puno. La muestra, es la delimitación apropiadamente de la población, en el caso para la investigación la muestra será la misma que la población (Arias, 2021). La muestra es considerada

Cabe mencionar que no se considera como muestras no probabilísticas debido al conjunto de evaluación, que según Hernández y Mendoza (2018) señala que las muestras no probabilísticas constan de elección de las unidades, asimismo no depende de la probabilidad, sino de los motivos relacionados con las

especificaciones y el nivel del estudio (p. 200). Para la investigación se tomará como muestra la línea de conducción con tubería de polietileno HDPE.

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

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

Para la investigación se utiliza la técnica de la observación, según Ñaupas es aquella que instituye relación entre el fenómeno investigado e investigador. Sólo está medido por instrumentos observatorios (2018).

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

Acerca de los instrumentos, se utilizarán las fichas observativas para evaluar la viabilidad técnica y económica del PVC y polietileno, así mismo emplear las hojas de Microsoft Excel para realizar para los cálculos de presiones y más; estos instrumentos permiten registrar los fenómenos observados durante el proceso investigativo, así mismo se tomará en cuenta las normas para los diferentes ensayos de elementos para el concreto. La “ficha de observación: permite al sujeto investigativo apuntar los fenómenos que el investigador observa durante el estudio” (Arias, 2021, p.93).

#### **Validez**

Consta de la representación auténtica que verifica una variable, en lo concerniente a su medición, indicando que el instrumento de recolección mencionado, existe una forma de selección de unidades para la muestra (Hernández y Mendoza, 2018, P.74).

### **3.5. Procedimiento**

Se evaluará en qué medida las líneas de conducción de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, influyen en los parámetros hidráulicos, en la comunidad de Tuhahui en el distrito de Zepita Puno, 2021.



Figura 4. Ubicación del proyecto

Las coordenadas de UTM captación es de 8184739.179 UE 493831.414 y 3831.50 La parte técnica se evaluará mediante las propiedades de los elementos a emplear en el proyecto y la parte económica estará ligado al costo del material y actividades que directas con el material. Así mismo, se hará cálculos respectivos para el diseño de red con las características (resistencia, capacidad, flexibilidad y más) del material empleado.



Figura 5. Captación existente aquí el 0+000

### 3.5.1. Estudios previos

#### Estudios topográficos

El levantamiento topográfico tiene el objetivo lograr una adecuada representación gráfica de la superficie del terreno. Estableciendo puntos de geo

referenciación, puntos de control horizontal y vertical, y los puntos de relleno suficientes que representen la superficie del área de trabajo y permita el trazo o planteamiento del proyecto. El estudio topográfico tiene como metas realizar los levantamientos topográficos de la línea de conducción existente asimismo de la captación existente, área prevista para el reservorio. Se hará reconocimiento de campo, establecimiento de puntos de control geo referencial y establecimiento de BMs de control para replanteo.

### **Estudios topográficos**

En el levantamiento topográfico se ha establecido BMs en las zonas donde fueron construidos las captaciones, reservorio y en la zona poblada debidamente documentadas y colocadas sobre estructuras de concreto armado para un adecuado sustento y verificación del levantamiento topográfico.

Tabla 2. Levantamiento topográfico

Descripción	Longitud (m)	Área (Has)	BMs	N° puntos
Puntos de control geodésico				2
Zona urbana (poblado)				
Poblado		103.95	1	1768
Cajas de captación				
Captación existente			1	
Línea de conducción				
Línea de conducción	2100		1	
Reservorios				
Reservorio existente			1	
<b>TOTAL</b>	<b>2100</b>	<b>103.95</b>	<b>4</b>	<b>1768</b>

*Fuente:* Elaboración propia

Se estableció BMs de control y se documentaron 4 BMs, 1 en la captación existente, 1 en la línea de conducción, 1 en el reservorio existente y 1 en la zona poblada del sector de Tucahui. Así mismo, se realizó el levantamiento al detalle del total de los trazos y áreas que involucran el proyecto como son las quebradas y áreas involucradas en el proyecto; tanto en la zona poblada como en la zona marginal.

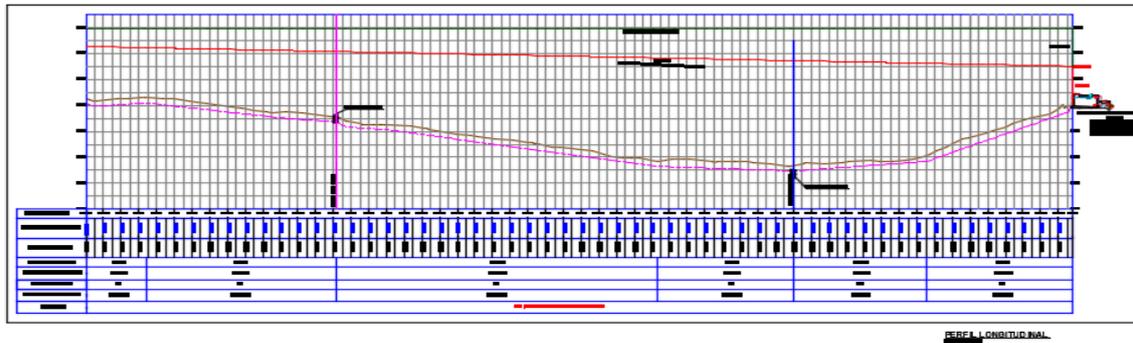
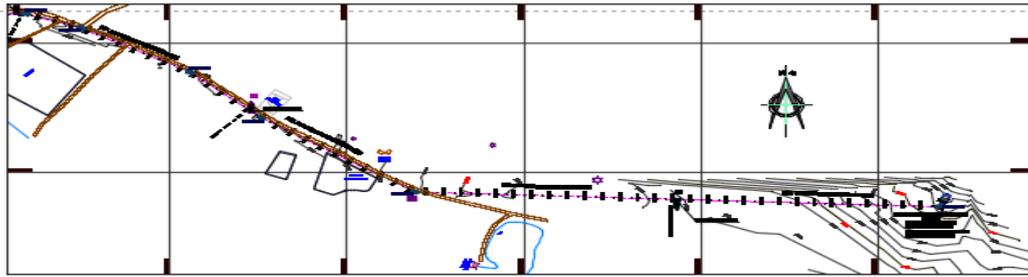


Figura 6. PROGRESIVA 1+000 AL 1+113

Fuente. Elaboración propia

Tabla 3. Cuadro técnico de BMS con sus respectivas descripciones - Tucahui

ÍTEM	COORDENADAS		COTA	CODIGO	DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE			
1	8185271.106	491892.258	3844.613	BM1	UBICADO EN LA ESQUINA DE LA CAPTACIÓN. PINTADO EL FONDO COLOR BLANCO CON SUS RESPECTIVAS INICIALES BM-1 DE COLOR ROJO.
2	8185164.010	492674.292	3834.566	BM2	UBICADO FRENTE AL PRONOEI DE SAMIRI, SOBRE UNA ESTRUCTURA DE CONCRETO, PINTADO EL FONDO DE COLOR BLANCO CON SUS RESPECTIVAS INICIALES BM-2 DE COLOR ROJO.
3	8184851.435	493875.275	3832.454	BM2A	UBICADO EN LA ESQUINA DEL RESERVORIO, PINTADO EL FONDO DE COLOR BLANCO CON SUS RESPECTIVAS INICIALES BM-2A DE COLOR ROJO.
5	8184095.804	494882.970	3814.334	BM4	UBICADO FRENTE ALA CASA N° 25, SOBRE UNA ESTRUCTURA DE CONCRETO INCRUSTADO CON FIERRO DE 3/8" PINTADO EL FONDO DE COLOR BLANCO CON SUS RESPECTIVAS INICIALES BM-4 DE COLOR ROJO.

Fuente: Elaboración propia

### Estudios de suelos

Con el propósito para identificar el perfil estratigráfico del suelo, con base en el análisis de las calicatas a cielo, se va a esta para conocer las pruebas de campo y ensayos de laboratorio, las propiedades físicas mecánicas del suelo. El estudio de suelos se realizó a través de 9 calicatas (01 en la captación, 01 en el reservorio, 02 en la línea de conducción y 05 en las redes de agua) donde las excavaciones fueron a cielo abierto y se realizó el muestreo respectivo. Las excavaciones tuvieron una profundidad de 0.80 a 1.20 m. La identificación de la estratigrafía y la

descripción Manual de suelos se ha realizado según la norma ASTM D-2488. Se tomó muestras significativas alteradas (debido a que las gravas y limos no permitían extraer muestras inalteradas) y en cantidades considerables para los ensayos de laboratorio y se obtuvo la siguiente clasificación e identificación de suelos a través del SUCS.

Tabla 4. Ensayos de mecánicos de suelos

Calicata Estructura	Calicata	Estructura	Prof. (m)	Granulometría			Límites de consistencia			% Humedad	SUCS	N.F.
				% grava	% arena	% finos	LL	LP	IP			
Intervenciones	C-1	Captación 1	1.00	-	48.7	51.3	22.7	19	3.7	28.8	ML	1
	C-2	Reservorio 1	1.20	2.7	18	79.3	33.5	26.69	6.81	43.2	ML	-
	CSC-3	Línea de Conducción	0.70	-	29	71	NP	NP	NP	19.8	ML	-
			0.20	47.1	39.5	13.4	NP	NP	NP	7.2	GM	-
	CSC-4	Línea de Conducción	0.90	-	6.1	93.9	32.4	24.5	7.9	40.3	ML	-
	CSC-5	Red proyectada	0.80	-	15.9	84.1	32.2	24.3	7.9	30.7	ML	-
	CSC-6	Red proyectada	0.60	12.6	35.1	52.3	NP	NP	NP	16.4	ML	-
			0.25	14	64.6	21.4	NP	NP	NP	13.9	SM	-
	C-7	Red proyectada	0.90	3.83	65.4	30.77	23.31	NP	23.31	23.51	SC	-
	C-8	Red proyectada	0.90	Identificación C-9								SC
C-9	Red proyectada	0.90	1.57	78.51	19.92	20.26	0	20.26	40.3	SC	-	

De la tabla mostrada se obtuvo lo siguiente por medio de los ensayos de las muestras:

- a. La calicata 1 correspondiente a la captación 1, presenta un suelo limo arcilloso de color marrón opaco consistente y suave con 48.7% de arena con ligera plasticidad, además se encuentra húmedo.
  - La calicata 2 correspondiente al reservorio 1, presenta un suelo limoso inorgánico de color marrón claro, con una consistencia media y 18% de arena. Así mismo, la plasticidad es ligera a moderada y contenido muy húmedo.
  - La calicata CSC-3 correspondiente a la línea de conducción-captación consta de 2 secciones, la primera sección superior se encuentra un suelo limoso inorgánico de color pardo, consistencia suave, en estado húmedo, con 29% de arena, no plástico, y la sección inferior consta con suelo grava limosa gris claro, suelta, con 47.1 de grava, 39.5% de arena 13.4 de finos no plásticos.

- La calicata CSC-4 correspondiente a la línea de conducción-captación se encontró suelo limoso inorgánico de color gris oscuro de consistencia media a dura, en estado húmedo, con 6.1% de arena, de moderada plasticidad.
- La calicata CSC-5 correspondiente a la línea de red proyectada se encuentra suelo limoso inorgánico de color gris oscuro de consistencia suave, en estado húmedo, con 15.9% de arena, de moderada plasticidad.
- La calicata CSC-6 para la línea de red proyectadas consta de 2 secciones, la parte superior es un suelo limoso inorgánico de color beige claro con horizontes de óxidos de consistencia suave, en estado húmedo, con 35.1% de arena, no plástico, y la parte inferior consta de suelo arenoso limoso de color gris claro de compactación suelta, en estado húmedo, con 14% de grava, 64.6% de arena y 21.4% de finos no plástico.
- La calicata C-7 pertenece línea de red proyectada consta de 2 partes, la sección superior muestra un terreno natural de coloración marrón, con material orgánico (raíces) y la parte inferior consta de material arenoso consolidado (fino), con presencia de pequeños cantos rodados en su composición, de color marrón clara.
- La calicata C-8 de la línea de red proyectada que consta de 3 partes, la primera es de terreno natural color marrón claro, con presencia de material orgánico (raíces), la segunda es un material arcilloso consolidado de coloración marrón claro, y el tercero es de material arenoso consolidado fino saturado de coloración oscura y pequeñas capas de coloración naranja.
- La calicata C-8 de la línea de red proyectada que consta de 4 partes, la primera parte consta de un terreno natural de coloración oscura, con presencia de material orgánico como raíces, la segunda es un material arcilloso consolidado color marrón claro, el tercero granular (arena) y por último es un material arenoso- arcilloso consolidado, de color amarillento.

### **Estudio de agua**

En el análisis físico del agua, aquellas propiedades del agua que pueden ser observadas por los sentidos y, en algunos casos, provocan rechazo por parte del público consumidor, la hacen no apta para uso doméstico e industrial. Sin embargo, estas propiedades son menos importantes desde el punto de vista de la higiene,

son: color, olor, sabor, turbidez, temperatura, residuo, sólidos totales y conductividad.

Los análisis químicos tendrán como objetivo fundamental determinar la concentración de las sustancias de naturaleza mineral y orgánica que pueden afectar la calidad de agua, proporcionando información sobre posible contaminación o mostrando las variaciones producidas por el tratamiento a que pueden ser sometidos las mismas. Las fuentes de abastecimiento que fueron identificadas y utilizadas, se ubican en las siguientes coordenadas:

Tabla 5. Coordenadas

Fuente	Nombre	Coordenadas		
		Este	Norte	Cota
Manantial de Ladera	Caurani Pujo	491890	8185264	3844.5

Fuente: Elaboración propia

El estudio del agua inició con el reconocimiento del área de estudio a través de visitas de campo para la observación, verificación, detección y tipificación de las posibles ocurrencias asociados a riesgos naturales y humanos. Se obtuvo lo siguiente:

Tabla 6. Estudio de agua

Parámetros	Símbolo	Unidad	Resultados Obtenidos	Estándares Nacionales de Calidad Ambiental	Reglamento de la Calidad de Agua para consumo
<b>Análisis Físico Químicos:</b>					
Potencial hidrógeno	pH	-	6.5	6.5 - 8.5	6.5-8.5
Turbidez	T	NTU	<0.1	5	5
Color (UC)	UC	mg/L	<5	15	15
Cloruros		mg/L	4.6	250	250
Conductividad		µs/cm	118.1	1500	1500
Nitratos	NO3	mg/L	2.24	50	50
Nitritos	NO2	mg/L	0.0015	3	3.0 exposición corta 0.2 exposición larga
Sólidos Sedimentables		mg/L	<0.1	-	-
Sólidos Suspendidos		mg/L	<0.5	-	-
Sólidos Disueltos		mg/L	85	1000	1000
Sólidos Totales		mg/L	87	-	-
Sulfatos	SO4	mg/L	16.1	250	250
<b>Análisis Inorgánicos - Metales:</b>					
Arsénico	As	mg/L	0.00799	0.01	0.01
Cadmio	Cd	mg/L	<0.001	0.003	0.003
Zinc	Zn	mg/L	<0.003	3	3
Cobre	Cu	mg/L	<0.002	2	2
Cromo	Cr	mg/L	<0.003	0.05	0.05
Hierro	Fe	mg/L	0.06	0.3	0.3
Magnesio	Mg	mg/L	1.9	-	-
Manganeso	Mn	mg/L	<0.002	0.4	0.4
Mercurio	Hg	mg/L	<0.000017	0.001	0.001
Plomo	Pb	mg/L	<0.007	0.01	0.01
Potasio	K	mg/L	5.02	-	-
Sodio	Na	mg/L	5.4	-	200
<b>Análisis Microbiológico:</b>					
Coliformes Fecales	CF	NMP/100ml	<1.8	0	0

Fuente: Elaboración propia

- De acuerdo al resultado en la anterior tabla, el análisis físico químicos y análisis inorgánico se encuentran de los parámetros permisibles que indica LMP (DS 031-2010-SA) y ECA (DS 015-2015 MINAN). Sin embargo, el análisis microbiológico excede LMP.
- Es decir, la muestra de agua presenta bajos indicadores de contaminación comparados con los Estándares de Calidad Ambiental, por lo que no representa un peligro significativo para la conservación del agua.
- Referente a la Calidad de Agua, se ha realizado los Análisis Físico-Químicos y bacteriológicos de la fuente en un laboratorio acreditado por INACAL y se logró determinar que EL AGUA ES APTA PARA CONSUMO HUMANO, requiriendo únicamente desinfección mediante la aplicación del cloro.

### **Cálculo del Aforamiento en Captación**

Para el cálculo del aforamiento se hizo la limpieza de la zona con pala y pico, así lograr introducir el recipiente para recolectar. Después, cronometrar la recolección de agua en el balde de 4 litros, para que finalmente se obtenga el caudal a través de la expresión  $Q=V/T$ , donde Q es el caudal de la fuente, obtenida en campo mediante el aforo, V es el volumen de balde 4 litros y T es el tiempo (s), medido desde el inicio de la toma de agua hasta el llenado del recipiente. Se tomó 5 veces el aforo de la captación.

Tabla 7. Aforamiento

<b>Aforo Caurani Pujo</b>							
<b>Fecha</b>	<b>Elemento</b>	<b>T1 (s)</b>	<b>T2 (s)</b>	<b>T3 (s)</b>	<b>T4 (s)</b>	<b>T5 (s)</b>	<b>Caudal (L/s)</b>
Enero del 2022	Balde	10	10.5	10.4	10.4	10.2	0.39
Caudal							0.39

Fuente: Elaboración propia

### **Cálculo de la población actual**

Tabla 8. Población

<b>Sexo</b>	<b>Total</b>	<b>Porcentaje</b>
Varones	127	55.19
Mujeres	104	44.81
<b>Total</b>	<b>231</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

El presente cuadro muestra al sector de Tucahui del Centro Poblado de Isani, está representado en su mayoría por varones con 117 habitantes que representa el 55.19%; en cuanto a la población de mujeres es menor con 95 habitantes que

representa el 44.81%, constituyendo en conjunto una población de 212 habitantes en la localidad. La tasa de crecimiento según el INEI es de 1.72% y la densidad poblacional se ha calculado tomando los datos recogidos en el padrón de beneficiarios, en el cual se precisa la población actual y el número de viviendas, donde la densidad se obtuvo de la división entre la población total y el número total de viviendas habitadas, se tiene lo siguiente:

Población 2022: 231 habitantes.  
 Número de viviendas habitadas: 63 viviendas.  
 Densidad poblacional:  $231/63 \text{ hab. /viv.}$   
 $3.67 \text{ hab. /viv}$

Y de acuerdo al periodo de diseño y evaluación a 10 años, la proyección población viene a ser:

Tabla 9. Proyección poblacional

Año		Población
		habitantes
Base	2021	231
0	2022	234
1	2023	238
2	2024	242
3	2025	245
4	2026	249
5	2027	253
6	2028	256
7	2029	260
8	2030	264
9	2031	267
10	2032	271

Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Crecimiento poblacional



Fuente: Elaboración propia

### **Cálculo de la dotación y demanda de agua**

Con los parámetros básicos de diseño, la proyección poblacional doméstica, así como la proyección estudiantil, se ha calculado la demanda al año 10, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 10. Demanda poblacional y caudal

Periodo	Año	Población total	Población servida	N° de viviendas servidas			Otras conexiones		Total N° conexiones	Consumo total						Pérdidas (%)	Consumo	Caudal prom.	Demanda	Qmd		Qmh	
				Antiguas	Nuevas	Total	Inst. Educ.	Inst. Pub.		Lt/día viv.	Lt/día Educ.	Lt/día pub.	Total/día	Lt/seg	m3/año					lt/día	Lt/seg	Lt/día	Lt/seg
BASE	2021	231	231	63	6	69	1	3	73	16170	169	707	17046	0.197	6222	25%	22.727	0.26	8.295	29.545	0.34	45.455	0.53
0	2022	234	234	63	7	70	1	3	74	16380	169	707	17256	0.200	6298	25%	23.007	0.27	8.398	29.909	0.35	46.015	0.53
1	2023	238	238	63	8	71	1	3	75	16660	169	707	17536	0.203	6400	25%	23.381	0.27	8.534	30.395	0.35	46.761	0.54
2	2024	242	242	63	9	72	1	3	76	16940	169	707	17816	0.206	6503	25%	23.754	0.27	8.670	30.880	0.36	47.508	0.55
3	2025	245	245	63	10	73	1	3	77	17150	169	707	18026	0.209	6579	25%	24.034	0.28	8.772	31.244	0.36	48.068	0.56
4	2026	249	249	63	11	74	1	3	78	17430	169	707	18306	0.212	6681	25%	24.407	0.28	8.909	31.729	0.37	48.815	0.56
5	2027	253	253	63	12	75	1	3	79	17710	169	707	18586	0.215	6784	25%	24.781	0.29	9.045	32.215	0.37	49.561	0.57
6	2028	256	256	63	13	76	1	3	80	17920	169	707	18796	0.218	6860	25%	25.061	0.29	9.147	32.579	0.38	50.121	0.58
7	2029	260	260	63	14	77	1	3	81	18200	169	707	19076	0.221	6963	25%	25.434	0.29	9.283	33.064	0.38	50.868	0.59
8	2030	264	264	63	15	78	1	3	82	18480	169	707	19356	0.224	7065	25%	25.807	0.30	9.420	33.549	0.39	51.615	0.60
9	2031	267	267	63	16	79	1	3	83	18690	169	707	19566	0.226	7141	25%	26.087	0.30	9.522	33.913	0.39	52.175	0.60
10	2032	271	271	63	18	81	1	3	85	18970	169	707	19846	0.230	7244	25%	26.461	0.31	9.658	34.399	0.40	52.921	0.61

En la tabla se muestra el consumo total de las viviendas, centros educativos y otros espacios públicos desde el 2021 hasta los próximos 10 años, donde se tomó en cuenta el crecimiento poblacional. Así mismo, se calculó la demanda total por cada año, el caudal máximo diario y el caudal máximo por hora.

### Cálculo de reservorio y línea de conducción

Tabla 11. Reservorio y línea de conducción

Estructura	Caudal Diseño (L/s)
Captación 1	0.31
Línea de conducción	0.31
Reservorio	0.33

Fuente: Elaboración propia

En la captación se obtiene 0.31 l/s, la línea de conducción 0.42 l/s y el reservorio 0.33 l/s.

### Cálculo del diámetro de PVC

Tabla 12. Diametro de PVC

TIPO	Diámetro (pulg)	Diam. exterior (mm)	Diam. interior (mm)	Clase de tubería
<b>SP</b>	1/2"	21	17.40	<b>CLASE 10</b>
	3/4"	26.5	22.90	
	1 "	33	29.40	
	<b>1 1/2"</b>	<b>48</b>	<b>43.40</b>	
UF	2 "	63	58.40	CLASE 7.5
	2 1/2"	75	69.40	
	3 "	90	83.40	
	4 "	110	102.00	

Fuente: Elaboración propia

El diámetro de las tuberías de PVC será de acuerdo a la tabla mostrada, el cual será de tipo SP, clase 10, diámetro 1 ½" (48 mm).

## Cálculo del diámetro de polietileno

Tabla 13. Diámetro de polietileno

Diámetro (mm)	e (mm)	L
20	2	100
25	2.3	100
32	3	100
40	3.7	100
<b>50</b>	<b>4.6</b>	<b>50</b>
63	5.8	50
75	6.8	50
90	8.2	50

Fuente: Elaboración propia

El diámetro de las tuberías de polietileno será de acuerdo a la tabla mostrada, considerando los cálculos anteriores. Por lo tanto, el diámetro con material de polietileno 50 mm exterior (45.4mm interior).

### Cálculo de la velocidad de la línea de conducción

Conforme a la ecuación de continuidad la masa que ingresa debe ser la misma que termina un tramo, que comprende desde la captación hasta la cámara reductora de presión, de la misma manera que ocurre en todos los tramos, seguidos de la línea de conducción, tal conforme es la velocidad constante para cada tipo de tubería. En los siguientes cálculos se muestra la velocidad con la tubería de PVC.

$$V = 1273.2 \times \frac{Q}{D^2}$$

$$V = 1273.2 \times \left( \frac{0.31}{43.4^2} \right)$$

$$V = 0.21 \text{ m/s}$$

Para la tubería de polietileno, la velocidad es la siguiente:

$$V = 1273.2 \times \frac{Q}{D^2}$$

$$V = 1273.2 \times \left( \frac{0.31}{45.4^2} \right)$$

$$V = 0.19 \text{ m/s}$$

### Cálculo de la pérdida de carga

La pérdida de carga en la línea de conducción viene a ser la pérdida de energía dinámica del agua debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes del conducto que las contiene, en este caso, tuberías de PVC y polietileno. Se utilizó la ecuación de Hazen y Williams para el cálculo de las

perdidas, el método de Hazen-Williams contempla el coeficiente de rugosidad “C” y no está función de la velocidad ni del diámetro de la tubería

Tabla 14. Coeficiente del material

Material	C
Asbesto cemento	140
Hierro galvanizado	120
Latón	130-140
Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento	100
Plomo	130-140
Hierro fundido, nuevo	130
Plástico (PE, PVC)	140-150
Hierro fundido, 10 años de edad	107-113
Tubería lisa nueva	140
Hierro fundido, 20 años de edad	89-100
Hierro dúctil	120
Hormigón	120-140

Fuente: Elaboración propia

Con PVC:

$$h = 10.674 \times \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.78}} \times L$$

$$h = 10.674 \times \frac{0.31/1000^{1.852}}{140^{1.852} \times 43.4^{4.78}} \times 2155.99$$

$$h = 3.30 \text{ m}$$

Con Polietileno:

$$h = 10.674 \times \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.78}} \times L$$

$$h = 10.674 \times \frac{0.31/1000^{1.852}}{150^{1.852} \times 43.4^{4.78}} \times 2155.99$$

$$h = 2.90 \text{ m}$$

Por lo tanto, las pérdidas con carga con la ecuación de Hazen Williams son los siguientes, para tuberías de PVC es 3.30 m y para tuberías de polietileno 2.90 m, es decir existe mayor pérdida de energía con tuberías de PVC.

### Cálculo de las presiones

La presión (m) será la diferencia entre las cotas piezométricas y las cotas dinámicas, según el estudio topográfico será 3840.55 menos 3832.99, donde el resultado fue 8.49 m. La presión obtenida será la misma para ambos tipos de tuberías, para PVC y polietileno.

### Metrado

Tabla 15. Metrado

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UN D	N° DE VECE S	MEDIDAS			PARCIALES		CANTIDA D PARCIAL	CANTIDA D TOTAL
				LARGO	ANCH O	ALT O	ARE A	VOLUME N		
<b>01</b>	<b>LINEA DE CONDUCCION</b>									
<b>01.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>									
01.01.0 1	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m								<b>2,113.00</b>
			1.00	2,113.00					2,113.00	
01.01.0 2	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL DEL PROYECTO P/LINEAS Y REDES	km								<b>2.11</b>
			1.00	2.11					2.11	
01.01.0 3	REPLANTEO FINAL DE LA OBRA P/LINEAS Y REDES	km								<b>2.11</b>
			1.00	2.11					2.11	
<b>01.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>									
01.02.0 1	EXCAVACION DE ZANJA MANUAL EN T-NORMAL A= 0.50, H= 0.80 P/TUBERÍA	m								<b>2,113.00</b>
			1.00	2,113.00					2,113.00	
01.02.0 2	REFINE Y NIVEL DE ZANJA T-NORMAL P/TUB	m								<b>2,113.00</b>
			1.00	2,113.00					2,113.00	

01.02.03	PREPARACION Y COLOCACION DE CAMA DE APOYO E=10CM	m								2,113.00
			1.00	2,113.00					2,113.00	
01.02.04	PRIMER RELLENO DE ZANJA (MANUAL) T-NORMAL	m								2,113.00
			1.00	2,113.00					2,113.00	
01.02.05	SEGUNDO RELLENO COMPACTADO ZANJA (MANUAL) T-NORMAL	m								2,113.00
			1.00	2,113.00					2,113.00	
01.02.06	RETIRO Y ACOMODO DE DESMONTE EN LA ZONA ALEDAÑA	m3								105.65
			1.00	2,113.00	0.50	0.10			105.65	
<b>01.03</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC REDES DE AGUA</b>									
01.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC O POLIETILENO	m								2,113.00
			1.00	2,113.00					2,113.00	
<b>01.04</b>	<b>ACCESORIOS</b>									
01.04.01	CODO 45°	und								1.00
			1.00						1.00	
01.04.02	CODO 45°	und								1.00
			1.00						1.00	
<b>01.05</b>	<b>VALVULAS</b>									
01.05.01	VALVULA	und								1.00
			1.00						1.00	
	<b>SUB PARTIDAS</b>									
	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	1.00	0.80	0.80				0.64	
	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	1.00	0.80	0.80				0.64	
	EXCAVACIONES EN TERRENO NORMAL HASTA 1.00 m PROF.	m3	1.00	0.80	0.80	1.05			0.67	
	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION	m2	1.00	0.80	0.80				0.64	
	RETIRO Y ACOMODO DE DESMONTE EN ZONA ALEDAÑA	m3	1.00					0.84	0.84	
	SUMIN. E INST. DE VALV. Y ACCES. EN VALV. DE PURGA	und	1.00						1.00	
	TAPA METALICA 0.6x0.6M + MARCO METAL	und	1.00						1.00	
	CONCRETO f'c = 100 kg/cm2 P/SOLADOS Y/O SUB BASES	m3	1.00	0.80	0.80	0.05			0.03	

	CONCRETO f'c = 140 kg/cm2 P/DADO	m3	1.00	0.30	0.30	0.10			0.01	
	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	1.00						0.32	
				0.80	0.80	0.10		0.06		
				0.70	0.70	0.90		0.44		
				0.50	0.50	-0.90		-0.23		
				0.80	0.80	0.10		0.06		
				0.50	0.50	-0.10		-0.03		
	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE MUROS RECTOS	m2	1.00						2.12	
			4.00	0.50		0.90		1.80		
			4.00	0.10		0.80		0.32		
	TARRAJEO INTERIOR C/MEZCLA C:A 1:5; e= 2cm	m2	4.00	0.50		0.90			1.80	
	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	1.00	23.50		0.25			5.88	
<b>01.06</b>	<b>PRUEBAS</b>									
01.06.0 1	PRUEBA DE COMPACTACION DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO)	und								<b>2.00</b>
			2.00						2.00	
01.06.0 2	PRUEBA DE COMPACTACION DE SUELOS (CONTROL DE COMPACTACION - DENSIDAD DE CAMPO)	und								<b>9.00</b>
			9.00						9.00	
01.06.0 3	PRUEBA HIDRAULICA DE TUBERIA DE AGUA POTABLE (INC. DESINFECCION)	m								<b>2,113.00</b>
			1.00	2,113.00					2,113.00	

Fuente: Elaboración propia

El metrado de la línea de conducción será el mismo para ambos tipos de tuberías.

### Resumen de parámetros hidráulicos

Tabla 16. Resumen de parámetros hidráulicos

LÍNEA DE CONDUCCIÓN	COTAS - NIVEL DINAMICO (msnm)	LONGITUD (m)	CAUDAL (l/s)	PENDIENTE (S)	C	DIAMETRO COMERCIAL (mm)	DIAMETRO INTERIOR (mm)	Velocidad Flujo (m/s)	Hazen-Williams Hf (m)	COTAS - H. Piezométricas (msnm)	PRESION (m)
Poliétileno	3832.06	2115.990	0.31	5.57	150	50	45.4	0.19	2.90	3843.85	8.49
PVC	3832.06	2115.990	0.31	5.57	140	48	43.4	0.21	3.30	3840.55	8.49

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se muestra que el resumen de los parámetros hidráulicos calculados, en relación a los objetivos planteados se presentó el caudal, el diámetro, la velocidad, la pérdida de carga y la presión

### **3.6. Método de análisis de datos**

Se realizará una evaluación matemática que ayude a realizar una evaluación concreta del sistema de saneamiento, los resultados serán presentados mediante tablas y/o cuadros con información significativa de las evaluaciones que mencionarán la diferencia representativa de los tipos de materiales empleados.

### **3.7. Aspectos éticos**

Hernández y Mendoza (2018) señala que el objeto de estudio de la ética es la moral. El investigador debe estar apta para posesionarse con la autenticidad de los resultados sin modificar información alguna para la evaluación; se cuenta con la representación de un profesional competente para supervisar el estudio investigativo.

## IV. RESULTADOS

.Tabla 17 Pérdida de carga

	PVC	POLIETILENO
Tramo 1	3,1	2,75
Tramo 2	3,3	2,9
Tramo 3	2,9	2,6
Tramo 4	3,2	2,82

Fuente: Elaboración propia

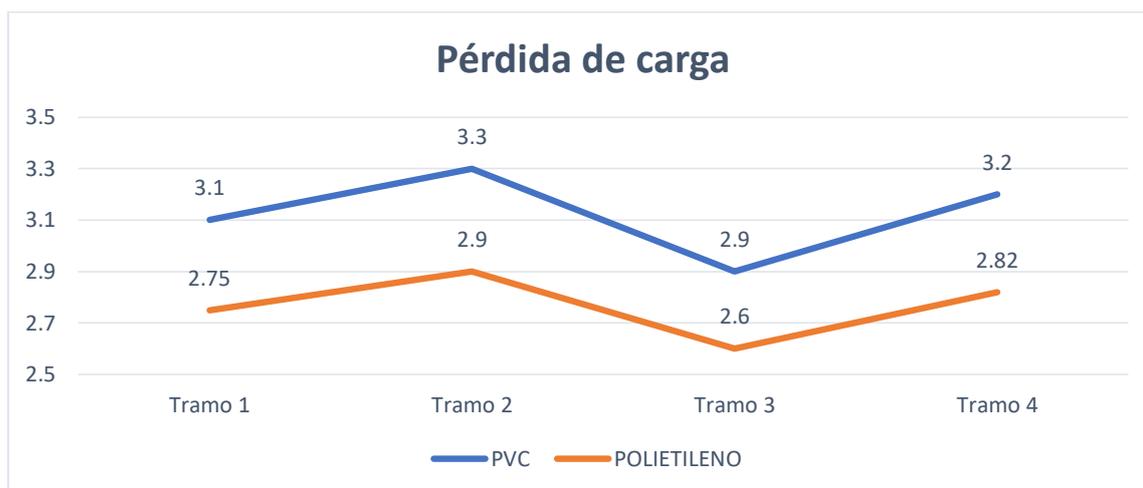


Figura 8. Pérdida de carga

Con respecto a los valores longitudinales, se realizó la evaluación por tramos, donde se demuestra la canalización de la pérdida de presión, que se produce en un fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las partes de la tubería que las conduce, para lo cual se señala que las tuberías de PVC presentan mayor pérdida de carga con 3,30 mientras que para tuberías de polietileno 2.90 m, es decir existe mayor pérdida de energía con tuberías de PVC.

Tabla 18. Estadísticos descriptivos del valor de pérdida de carga

	Valor de prueba = 0					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
PVC	36,596	3	,000	3,12500	2,8532	3,3968
POLIETILENO	43,454	3	,000	2,76750	2,5648	2,9702

La líneas de conducción tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, influyen significativamente en la perdida de carga, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021, con un valor de significancia de 0,000 asimismo que con tubería de polietileno presenta mayor valor de pérdida de carga con 43,454 en comparar con la tubería de pc que mantiene un rango promedio de 36,59

Tabla 19. Velocidad

	PVC	Polietileno
Velocidad alta	0,21 m/s	0,19 m/s
Velocidad media	0,18 m/s	0,17 m/s
Velocidad baja	0,15 m/s	0,14 m/s

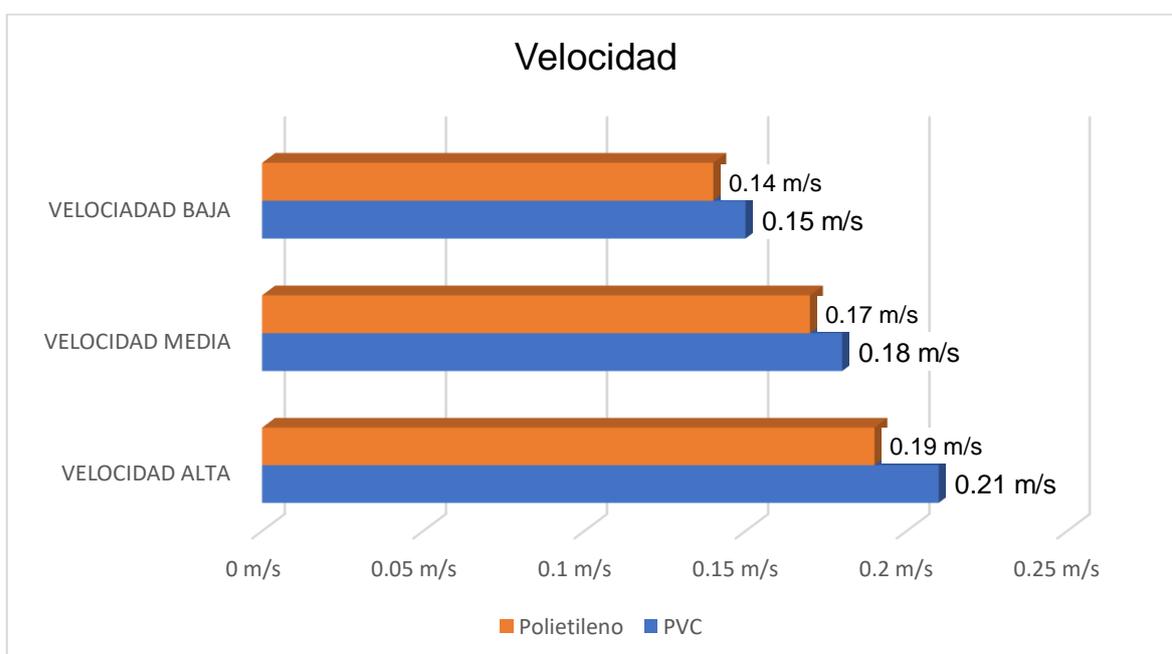


Figura 9. Velocidad

Con respecto a la velocidad de los parámetros hidráulicos, que consta de la cantidad vectorial que mide el desplazamiento sobre el cambio en el tiempo, representada por el valor referencial, se demuestra que en la tubería de PVC presenta mayor velocidad con un valor 0,21 m/s, asimismo que ambas tuberías son congruentes.

Tabla 20. Estadísticos descriptivos de velocidad

	Valor de prueba = 0					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
PVC	10,392	2	,002	,18000	,1055	,2545
Polietileno	11,471	2	,001	,16667	,1042	,2292

La velocidad entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, es óptima en ambas tuberías, porque tienen el mismo coeficiente de Manning, indicándose que las tuberías son altamente significativas en el saneamiento rural, asimismo sus diferencias de media son relativas.

Tabla 21. Presión

	PVC	Polietileno
PRESIÓN ALTA	8,49 m	8,49 m
PRESIÓN BAJA	6,32 m	6,32 m
PRESIÓN MEDIA	5,49 m	5,49 m

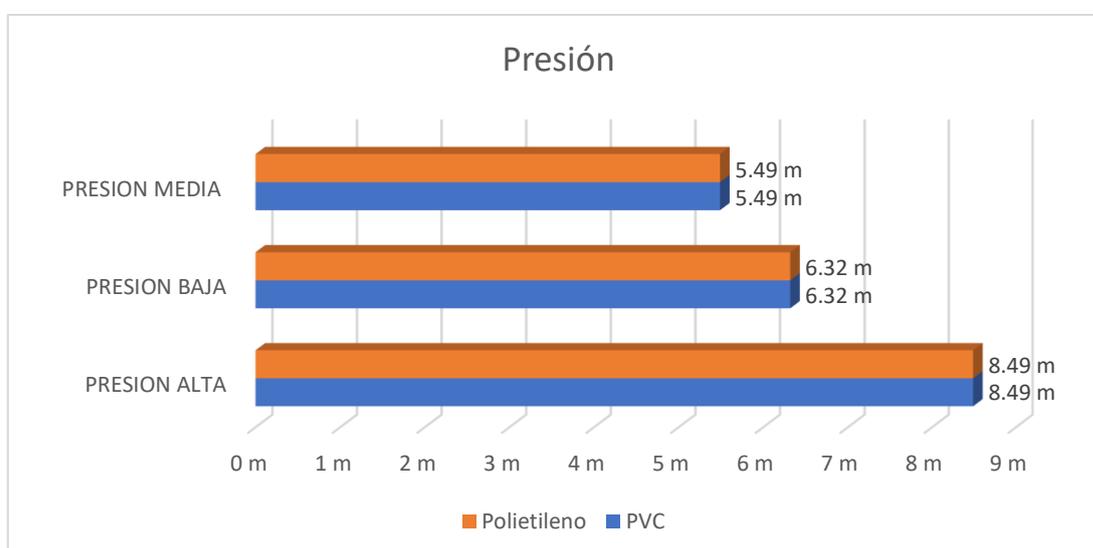


Figura 10. Presión

Entre los parámetros hidráulicos analizados, respecto a la presión son presentados por una sección de la tubería cuando, estando en carga, se encuentra el agua en reposo, que ante se analizó la presión lo cual fue diferenciada entre las cotas piezométricas y las cotas dinámicas, según el estudio topográfico será

3840.55 menos 3832.99, donde el resultado fue 8.49 m, por lo tanto, se indica que la presión obtenida será la misma para ambos tipos de tuberías, para PVC y polietileno.

Tabla 22. Estadísticos descriptivos de presión

	Valor de prueba = 0					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
PVC	7,566	2	,000	6,76667	2,9186	10,6148
POLIETILENO	7,566	2	,000	6,76667	2,9186	10,6148

La presión entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, son óptimas en ambas tuberías, se demuestra que tiene un  $t = 7,566$  similar para ambas tuberías, asimismo un nivel de significancia de 0,000.

Tabla 23. Diámetro

	PVC	Polietileno
DIÁMETRO MÍNIMO	38 mm	37,2 mm
DIÁMETRO MEDIO	43,4 mm	45,4 mm
DIÁMETRO MAXIMO	48 mm	50 mm

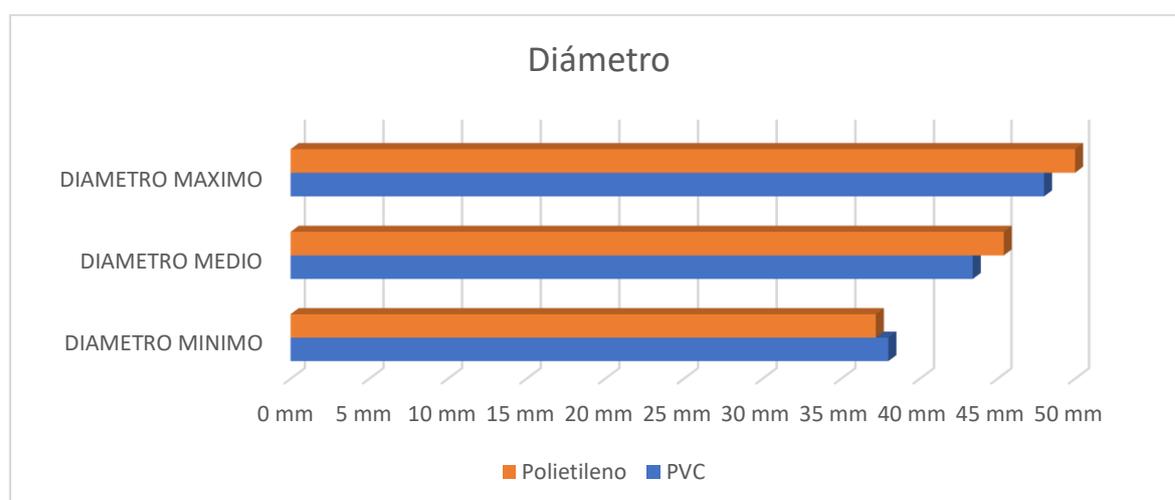


Figura 11. Diámetro

Con respecto a la evaluación del día de las tuberías PVC y Polietileno, se demuestra que en la del PVC será de tipo SP, clase 10, diámetro 1 ½" (48 mm), mientras que el diámetro de las tuberías de polietileno se obtiene un diámetro con material de polietileno 50 mm exterior (45.4mm interior).

Tabla 24. Estadísticos descriptivos de diámetro

	Valor de prueba = 0					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
PVC	14,926	2	,000	43,13333	30,6994	55,5673
Polietileno	11,807	2	,002	44,20000	28,0933	60,3067

El diámetro entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, son óptimas por que se consideró presiones máximas y mínimas, así como también velocidades máximas y mínima, para lo cual se demuestra que son altamente significativos ambas tuberías con respecto a las velocidades.

## V. DISCUSIÓN

Indicador 1: Pérdida de carga

(Seminario y Tantajulca, 2019) se obtuvo como resultados que los parámetros de velocidad en pérdida de carga son de 0,6 a 2 m/s cuando se trabaja con un diámetro de 3", dado que se verifica incremento de pérdidas de carga en reducciones de tubería. En la presente investigación se obtuvo que en el tramo 2 se presenta mayor pérdida de carga, utilizando la tubería de PVC 3,3 mientras que en Polietileno 2,9 mientras que la menor pérdida de carga se presenta en el tramo 3 con la tubería PVC 2,9 y la polietileno 2,6. Estos resultados son diferentes a los obtenidos por el antecedente, esto se debe a que éste efectuó al análisis a nivel general para la línea de conducción de agua, mientras que la presente investigación se representó la pérdida de carga por tramos.

Indicador 2: Velocidad

(Espinoza, 2021) en su evaluación técnica de la presión de tuberías HDAPE (1" y 1 ½") es menor con respecto a tuberías de PVC (1" y 1 ½") en 6.07% y 13.66% respectivamente donde la presión en tuberías HDPE frente al PVC, a la vez influye positivamente en el aspecto así como en la velocidad en tuberías HDPE de una pulgada es menor con respecto al PVC en 10.19% y es mayor la velocidad en tuberías HDPE de 1 ½" con respecto al PVC en 2.56% por lo que no existe una variación considerable en el aspecto técnico. En la presente investigación se obtuvo que la velocidad entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) es alta 0,21 m/s, media (0,18 m/s), baja (0,15 m/s) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, alta (0,19 m/s), media (0,17 m/s), baja (0,14 m/s). Los resultados son relativos a los obtenidos del antecedente, debido que se demuestra que la velocidad se ven reflejado de acuerdo al diámetro de la tubería en análisis.

**Indicador.** Presión

(Pinto, 2020) indicó que al modelar hidráulicamente se obtuvo presiones promedio de tubos de PVC a 41.05 m.c.a., para los tubos de Fierro Galvanizado (F°G°) las presiones promedio son 142.94 m.c.a, por otro lado, los tubos de Polietileno de Alta Densidad (HDPE), las presiones aproximadas varían 67 m.c.a. La presente investigación se obtuvo que la presión entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) donde alta (8,49 m), baja (6,32 m), media (5,49 m) y

tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural alta (8,49 m), baja (6,32 m), media (5,49 m), indicando que ambas tuberías contienen la misma línea de conducción. Los resultados son diferentes a los obtenidos por el antecedente, debido que demuestra indicadores de presiones son representados por metro columna de agua e promedio asimismo se analizó tubos de fierro galvanizado con las tuberías de Polietileno de alta densidad, muy distinto al estudio realizado.

**Indicador.** Diámetro

(Hermosa, 2019) demuestran que el primero presenta un diámetro de 2 plg, donde el segundo las presiones dinámicas en los 41 nudos es de 1 m H<sub>2</sub>O presión mínima y 9 m H<sub>2</sub>O presión máxima, señalando que las tuberías de polietileno de alta densidad son más eficientes técnicamente que las tuberías de Policloruro de Vinilo para un sistema de bombeo con una línea de impulsión. En la presente se obtuvo, que el diámetro entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC), donde el mínimo (38 mm), medio (43,4 mm), máximo (48 mm) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural indicando que el mínimo (37,2 mm), medio (45,4 mm), máximo (50 mm). Los resultados son similares a los obtenidos por el antecedente, debido que a mayor diámetro los parámetros tanto de velocidad, presión son mayores.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó en qué las líneas de conducción de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, influyen en la pérdida de carga, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021, se reflejó que mayor pérdida de carga se presenta en el Tramo 2 con 3,3 m.c.a. (PVC) mientras un 2,9 m.c.a. (Polietileno) asimismo que la menor pérdida de carga se presenta en el Tramo 3 con 2,9 (PVC) y 2,6 m.c.a. (Polietileno) de esta forma, según la tabla 16 y figura 2, se demuestran que influyen significativamente resaltando que la tubería de PVC presentan mayor pérdida de carga a la polietileno.
2. Se calculó la variación de la velocidad entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) indicando que alta (0,21 m/s), media (0,18 m/s), baja (0,15 m/s) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural señala que en alta (0,19 m/s), media (0,17 m/s), baja (0,14 m/s), en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021, según la tabla 18 y figura 3, se demuestran que son óptimas en ambas tuberías porque tienen el mismo coeficiente de Manning.
3. Se analizó la variación de la presión entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) señala una presión alta (8,49 m), baja (6,32 m) media (5,49 m) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021 alta (8,49 m), baja (6,32 m), media (5,49 m), según la tabla 20 y figura 4 se destacan que son óptimas en ambas tuberías.
4. Se cuantificó el diámetro entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) se obtuvo un mínimo (38 mm), medio (43,4 mm), máximo (48 mm) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural se obtuvo un mínimo (37,2 mm), medio (45,4 mm), máximo (50 mm) en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021, según la tabla 22 y figura 5 se demuestra que son óptimas dad que se consideró son óptimas por que se consideró presiones máximas y mínimas, así como también velocidades máximas y mínimas.

5. Se evaluó en qué medida las líneas conducción de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, influyen relativamente en la presión de carga, velocidad, presión y diámetros que son los parámetros hidráulicos, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021, demostrando que la líneas de conducción tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, influyen significativamente en los parámetros hidráulicos, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda profundizar el estudio del uso de tuberías HDPE en el diseño de proyectos de saneamiento rural, puesto que las tuberías HDPE resultan materiales ventajosos por sus características físicas, propiedades, presentación y costos en el mercado local.
2. Se recomienda tomar en consideración como primera opción el uso de tuberías HDPE, con uniones existentes en el mercado, de acuerdo a la necesidad del proyecto por razones económicas, técnicas y de duración a largo plazo.
3. Durante el proceso de instalación de tuberías HDPE, considerar los requerimientos mínimos establecidos en el presente estudio a fin de dotar al proyecto la mayor seguridad de sus instalaciones del sistema de agua potable.
4. Se recomienda el diseño de los componentes del sistema de agua potables al optar por el uso de tuberías de HDPE, deberá considerar las características físicas del material y sus accesorios complementarios, para diámetros mayores al considerado en la investigación, puesto que dichos accesorios no son muy comercializados o los costos son muy elevados.

## REFERENCIAS

1. Arias Gonzáles, José Luis. 2021. *Diseño y Metodología de la Investigación*. Lima : Enfoques Consulting EIRL, 2021.
2. Autoridad de fiscalización de empresas. 2017. *Estudio de mercado de tuberías de PVC para el sector de la construcción en Bolivia*. 2017.
3. Borda, A. 2020. Diseño hidráulico empleando dos tipos de sistemas, tubería de polietileno de alta densidad (hdpe) y tuberías pvc. La Florida . Universidad César Vallejo. [En línea] 2020. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49534>.
4. Espinoza Terraza, Adderly. 2021. *Evaluación Técnica Económica en Implementación de Tuberías HDPE frente al PVC en la Línea de Conducción del Sistema Agua Potable, C.P. Maraycera, Ayacucho 2021*. Lima : s.n., 2021. Pregrado.
5. Espinoza, A. 2021. Evaluación técnica económica en implementación de tuberías HDPE frente al PVC en la línea de conducción del sistema agua potable, C.P. Maraycera, Ayacucho 2021. Universidad César Vallejo. [En línea] 2021. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63040>.
6. Estacio Natividad, Juan Manuel y Meléndez Ridríguez, Paul Michael. 2017. *Análisis comparativo entre tuberías de polietileno reticulado PEXb y tuberías de PVC en instalaciones de agua potable caso: edificio multifamiliar Vitalia en la avenida Velasco Astete 925 San Borja - Lima*. Lima-Perú : s.n., 2017.
7. Gutierrez Chicaiza, Victoria Regina y Vansquez Bravo, Angela Rocío. 2017. *Ingeniería de sistemas hidrosanitarios descentralizados y sostenibles, caso de estudio Puerto Roma-provincia de Guayas*. Cuenca-Ecuador : s.n., 2017.
8. Hermosa, C. 2019. Tubería Polietileno de Alta Densidad en Comparación Al Policloruro de Vinilo para un Sistema de Bombeo. Universidad Peruana los Andes. [En línea] 2019. [https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/1288/T037\\_23274439\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/1288/T037_23274439_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

9. Hernandez Sampieri, Roberto y Mendoza Torres, Christian Paulina. 2018. *Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico : McGraw-Hill Interamericana Editores, 2018.
10. Liñan Ruiz, Kelyn Lady. 2017. *Análisis comparativo en la utilización de la tubería de PVC y tubería de polietileno en el mantenimiento de redes secundarias de agua potable del Asentamiento Humano Canto Chico – S.J.L. Lima-Perú : s.n., 2017.*
11. Mena Cespedes, Maria Jose. 2016. *Diseño de la red de distribución de agua potable de la parroquia El Rosario del Canton San Pedro de Pelileo, provincia de Tungurahua*. Ambato-Ecuador : s.n., 2016.
12. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. 2018. Calidad de agua en el país. Lima: Navarrete, 2018. ISBN 9786074265425. [En línea] 2018. <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/decreto-supremo-que-aprueba-el-plan-nacional-de-saneamiento-decreto-supremo-n-018-2018-vivienda-1537154-9>.
13. Nacobre. 2017. Criterios de diseño para redes de agua potable empleando tubería de PVC. Duralon Línea Hidráulica. [En línea] 2017. <https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/10/Criterios-de-dise%C3%B1o-para-redes-de-agua-potable-empleando-tuber%C3%ADa-de-PVC.pdf>.
14. Ñaupas Paitán, Humberto, y otros. 2018. *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. Bogota : s.n., 2018.
15. Palma. 2020. Estudio de factibilidad técnica de dotación de agua potable y evacuación de aguas servidas en población de 60 viviendas, comuna de Porvenir. Universidad Austral de Chile. [En línea] 2020. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2020/bmficip171e/doc/bmficip171e.pdf>.
16. Pinto, J. 2020. Comportamiento hidráulico en línea de conducción con tuberías convecinales en zonas de topografáis. [En línea] 2020. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/57938/Pinto\\_HJN-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/57938/Pinto_HJN-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
17. Rodríguez, E. y Farfán, M. 2019. Evaluación de las pérdidas de carga en una línea de conducción de agua, caserío Lo Huertos, Huanchaco, Trujillo, La Libertad. Universidad César Vallejo. [En línea] 2019.

- [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41661/Seminario\\_HCD-Tantajulca\\_CDM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41661/Seminario_HCD-Tantajulca_CDM.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
18. Rojas Nuñez, Cesar Ricardo. 2015. *La aguas servidas, el nivel freatico de la zona y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes de la urbanizacion Colinas del Sur del canton Ambato*. Ambato-Ecuador : s.n., 2015.
  19. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentacion. 2016. *Lineas de conduccion por gravedad*. 2016.
  20. Shuan Toledo, Fredy Jorge. 2018. *Evaluacion tecnica y economica del sistema convencional (tuberias PCV) y el sistema de termofusion( tuberias de polipropileno) en isntalaciones interiores de agua potable para edificaciones en la ciudad de Huaraz, Ancash 2016*. Ancash-Perú : s.n., 2018.
  21. Zambrano, C. 2019. Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Mapasingue, parroquia colon, Cantón Portoviejo. (Tesis de Pregrado). Universidad de Especialidades Espíritu Santo. Ecuador. . [En línea] 2019. <http://201.159.223.2/handle/123456789/644>.
  22. El peruano. (2018) NTP-ISO 4427 - 5 – 2008 (Actualizado 2018). Resolución Directoral N° 017-2018-INACAL/DN, 1-2.
  23. Fernández, F. (2019). Análisis Comparativo de Costo, Tiempo y Calidad entre Tuberías de PVC y HDPE en Instalación Sanitaria de la Asociación Santa María del Gramadal. Tesis.
  24. Gabriel, P (2018). Análisis de Tuberías de Polietileno frente al de Policloruro de Vinilo para Agua Potable, Pasco. Tesis.
  25. Ministerio de Economía y Finanzas (2020). MODULO II: Formulación. Guia para la Formulación de Proyectos de Inversión Exitosos en Saneamiento Básico, 11 - 65. 73
  26. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018). Línea de Conducción. Guia de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural, 63-70.

27. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018). Línea de Conducción. Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, 76-78.
28. NICOLL PERÚ (2018). Tubería de Policloruro de Vinilo. Catálogo NTP ISO4422 de Tubos y Accesorios de PVC, 6.
29. PAVCO (2018). Tubería de Polietileno de Alta Densidad. Ficha Técnica, 2
30. SABINO, Carlos. El proceso de investigación. Editorial Episteme: Guatemala, 2014. 240 pp. ISBN 9789929677074 –
31. SORIANO Rull, Albert. Suministro, distribución y evacuación interior de agua sanitaria.
32. MARCOMBO: Barcelona, 2012. 328 pp. ISBN: 9788426717788 – SUNASS. Anuncia alza tarifas de agua potable y usuarios de lima y callao. Blog gestion.pe. Obtenido 10, 2017, ver en línea: <https://gestion.pe/tu-dinero/sunassanuncia-alza-tarifas-agua-potable-67-usuarios-lima-y-callao-2197299> –
33. UNESCO. El problema no es la falta de agua dulce potable sino, más bien, la mala gestión y distribución de los recursos hídricos y sus métodos. Blog ecojoven.com. Obtenido 10, 2017, ver en línea: <http://www.ecojoven.com/tres/10/acuiferos.html>
34. MOSQUERA Espín, Verónica Alexandra. El Modo de agua Potable y su Incidencia en el Buen Vivir de los Barrios Altos del Cantón Salcedo Provincia de Cotopaxi. Tesis (Bachiller en ingeniería Civil.) Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Departamento de la facultad de Ingeniería Civil, 2012. 75 pp. –
35. ORGANIZACIÓN de Naciones Unidas (2005). Los modos Hídricos (123). Recuperado de <https://unchronicle.un.org/es/article/el-papel-de-onu-agua-comomecanismo-de-coordinaci-n-interinstitucional-para-el-agua>. –
36. ORGANIZACIÓN Mundial de la Salud. (2010). Consumo del Agua en mal Estado (143). Recuperado de <http://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/drinking-water>. – REDES de Abastecimiento. Partes del Abastecimiento y Tipos de Redes [et al.]. Colombia: [s.n.], 2016. 7 pp. –

37. REGLAMENTO Nacional de Edificaciones (Perú).NP, R.D. N°10-RNE: Norma OS 050. Lima: INN, 2016. 302 pp. –
38. REGLAMENTO Nacional de Edificaciones (Perú).NP E 101, R.D. N°25-213/14. RNE: Manual de Abastecimiento de agua potable por gravedad con tratamiento. Lima: INN, 2004. 1269 pp. –
39. REGLAMENTO Nacional de Edificaciones (Perú).NP E 101, R.D. N°034-RNE: Abastecimiento de agua potable y alcantarillado. Lima: INN, 2013. 328 pp. -
40. RAMÍREZ Aguilar, Roberto Tuberías de polietileno de alta densidad resistentes destinadas al transporte, distribución y servicio de agua potable. Tesis para optar por el título profesional de ingeniero civil. Escuela Nacional Politécnica de Guayaquil), Ecuador, 2015. 95 pp

## ANEXOS

### ANEXO 01: Matriz de consistencia

TÍTULO:

**Línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo y polietileno en los parámetros hidráulicos de Tucahui, Zepita, puno, 2021**

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES INDEPENDIENTES	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA
¿En qué medida las líneas de conducción de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno en los sistemas de saneamiento rural, influyen en los parámetros hidráulicos, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021?	Evaluar en qué medida las líneas de conducción de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno HDPE en los sistemas de saneamiento rural, influyen en los parámetros hidráulicos, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021	La línea de conducción, tubería de polietileno HDPE, en el sistema de saneamiento Rural, influyen significativamente en los parámetros hidráulicos, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno 2021?	Línea de conducción con tubería de poli cloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno HDPE, en los sistemas de saneamiento Rural	Policloruro de Vinilo (PVC)	Longitud	De Razón
					Clase	
					Diámetro	
				Polietileno HDPE	Longitud	
					Clase	
					Diámetro	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICO	VARIABLE DEPENDIENTE			
¿En qué medida las líneas de conducción de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno HDPE, en los sistemas de saneamiento rural, influyen en la pérdida de carga, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021?	Determinar en qué medida las líneas de conducción de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno HDPE en los sistemas de saneamiento rural, influyen en la pérdida de carga, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021.	La líneas de conducción tubería de polietileno HDPE en los sistemas de saneamiento rural, influyen significativamente en la pérdida de carga, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021.	PARÁMETROS HIDRÁULICOS	LONGITUDINALES	PERDIDA DE CARGA	De Razón
				VELOCIDAD	Velocidad Alta	Intervalo
					Velocidad Media	
					Velocidad Baja	
¿Cuál es la presión entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno HDPE en los sistemas de saneamiento rural, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021?	Analizar la variación de la presión entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno HDPE en los sistemas de saneamiento rural, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021	La presión entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno HDPE en los sistemas de saneamiento rural, son óptimas en ambas tuberías.	PRESIÓN	Presión Alta	Intervalo	
				Presión Media		
				Presión Baja		
¿Cuál es el diámetro adecuado entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno HDPE en los sistemas de saneamiento rural, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021?	Cuantificar el diámetro entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno HDPE en los sistemas de saneamiento rural, en la comunidad de Tucahui en el distrito de Zepita Puno, 2021	El diámetro entre la línea de conducción con tubería de policloruro de vinilo (PVC) y tubería de polietileno HDPE en los sistemas de saneamiento rural, son óptimas porque se consideró presiones máximas y mínimas, así como también velocidades máximas y mínimas	DIÁMETRO	Diámetro máximo	Intervalo	
				Diámetro Medio		
				Diámetro Mínimo		

## ANEXO 02: Matriz Operacional

VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	DIMENSIÓN	INDICADORES
Variable independiente LÍNEA DE CONDUCCIÓN CON TUBERÍA DE POLICLORURO DE VINILO (PVC) Y DE POLIETILENO EN LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO RURAL	El PVC (policloruro de vinilo) es una combinación química de carbono, hidrógeno y cloro. Sus componentes provienen del petróleo bruto (43%) y de la sal (57%). (Magazine plástico, 2018). El polietileno, es un material termoplástico que se encuentra en forma permanente en multitud de productos como puede ser una bolsa de plástico o un envase..	Además de su versatilidad el PVC ocupa un lugar privilegiado en la familia de los plásticos por su interesante conjunto de propiedades, pues es un material ligero, resistente, inerte y completamente inocuo, con buen comportamiento al fuego (no propaga la llama, es autoextinguible), (Magazine plástico, 2018). Los plásticos poseen una alta resistencia a la degradación por lo que perduran varios años en el ambiente, generando impactos que hacen necesario la búsqueda de mecanismos que contribuyan a su descomposición (Santacoloma et al., 2019, p1).	Policloruro de vinilo	Longitud
				Clase
				Diametro
			Polietileno	Longitud
				Clase
				Diametro
Variable dependiente PARÁMETROS HIDRÁULICOS	Los parámetros para conocer el comportamiento del tubo ante dichas fuerzas es la rigidez; un tubo rígido (como concreto) tenderá a soportar las cargas del suelo, mientras un tubo flexible tenderá a deformarse ante dichas cargas cambiando su forma original circular a una forma elíptica (Nacobre, 2017)	Las normas estadounidenses recomiendan que la máxima deflexión permisible en la tubería sea de 7.5 % , esto no quiere decir que el tubo falle al 7.5 % de deflexión sino que es un valor tomado para evitar una disminución significativa de la capacidad de conducción de la tubería (Nacobre, 2017).	LONGITUDINALES	PÉRDIDA DE CARGA
			VELOCIDAD	VELOCIDAD ALTA
				VELOCIDAD MEDIA
				VELOCIDAD BAJA
			PRESIÓN	PRESIÓN ALTA
				PRESIÓN BAJA
				PRESIÓN MEDIA
			DIÁMETRO	DIÁMETRO MÍNIMO
				DIÁMETRO MEDIO
DIÁMETRO MÁXIMO				

### Anexo 3. Evaluación de las calicatas

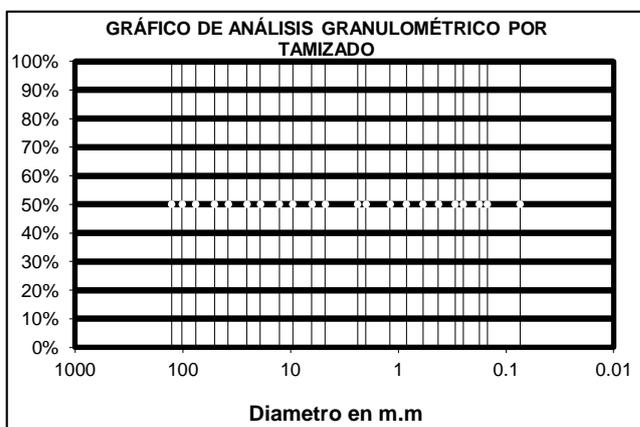




## Anexo 5. Instrumentos

<b>REFERENCIA</b>	Datos de Laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>			
<b>TESIS</b>	Parámetros Hidráulicos entre Línea de Conducción con Tubería de Policloruro de Vinilo (PVC) y de Polietileno en los Sistemas de Saneamiento Rural, de Tucahui Distrito de Zepita Puno, 2021		
<b>UBICACIÓN</b>	Puno	Fecha de ensayo:	
<b>CALICATA</b>			
<b>MUESTRA</b>			
<b>PROFUNDIDAD</b>			

Peso Inicial Seco (gr)							
Peso Final Seco (gr)							
TAMIZ	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Limite Min	Limite Max
5"							
4"							
3"							
2 1/2"							
2"							
1 1/2"							
1"							
3/4"							
1/2"							
3/8"							
N° 4							
N° 10							
N° 20							
N° 40							
N° 60							
N° 100							
N° 200							
< N° 200							



Grava (%) =
Arena (%) =
Finos (%) =

D10=
D30=
D60=

$Cu = \frac{D60}{D10} =$
--------------------------

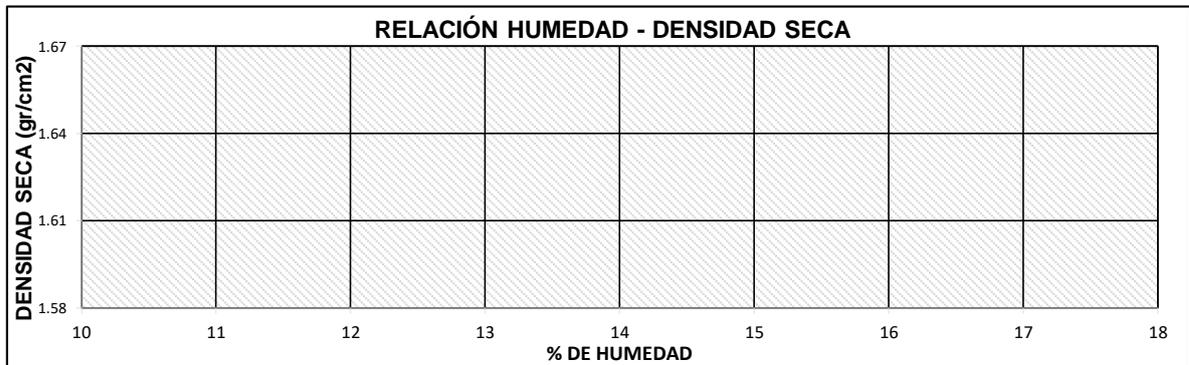
$Cu = \frac{(D30)^2}{D10 * D60}$
=

<b>REFERENCIA</b>	Datos de Laboratorio		
<b>SOLICITANTE</b>			
<b>TESIS</b>	Parámetros Hidráulicos entre Línea de Conducción con Tubería de Policloruro de Vinilo (PVC) y de Polietileno en los Sistemas de Saneamiento Rural, de Tukahui Distrito de Zepita Puno, 2021		
<b>UBICACIÓN</b>	Puno	Fecha de ensayo:	
<b>CALICATA</b>			
<b>MUESTRA</b>			
<b>PROFUNDIDAD</b>			

Volumen Molde:

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.					
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.					
Peso Volumétrico Húmedo	gr.					
Recipiente Número						
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.					
Peso Suelo Seco + Tara	gr.					
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.					
Peso del suelo seco	gr.					
Contenido de agua	%					
Densidad Seca	gr/cc					

Densidad Máxima Seca:  
 Contenido Humedad Optima:



## Anexo 4. Validación de instrumentos

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, INGENIERO ESCOBAR MAMANI, Titular del DNI n° C.I.P.: 59583... de profesión Ingeniero Civil, ejerciendo actualmente como DOCENTE DE LA UWA en la empresa.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del Instrumento (guía de recolección de datos) a los efectos de su aplicación al tesis de la Universidad César Vallejo Carlos Hernán Cotrado Ramos.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems				✓
Amplitud de contenido				✓
Redacción de los ítems				✓
Claridad y precisión				✓
Pertinencia				✓

En Puno a los 13 Días del mes de Febrero del 2022

Firma

  
  
Ing. Escobar Mamani  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 59583

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, INGENIERO ESCOBAR MAMANI, Titular del DNI n° C.I.P.: 59583... de profesión INGENIERO CIVIL, ejerciendo actualmente como DOCENTE DE LA UWA en la empresa.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del Instrumento (guía de recolección de datos) a los efectos de su aplicación al tesis de la Universidad César Vallejo Carlos Hernán Cotrado Ramos.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems				✓
Amplitud de contenido				✓
Redacción de los ítems				✓
Claridad y precisión				✓
Pertinencia				✓

En Puno a los 13 Días del mes de Febrero del 2022

Firma

  
  
Ingeniero Escobar Mamani  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 59583

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, INGENIERO ESCOBAR MAMANI, Titular del DNI n° C.I.P.: 59583 de profesión Ingeniero civil, ejerciendo actualmente como DOCENTE DE LA UWA en la empresa.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación del Instrumento (guía de recolección de datos) a los efectos de su aplicación al tesis de la Universidad César Vallejo Carlos Hernán Cotrado Ramos.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems				✓
Amplitud de contenido				✓
Redacción de los ítems				✓
Claridad y precisión				✓
Pertinencia				✓

En Puno a los 13 Días del mes de Febrero del 2022

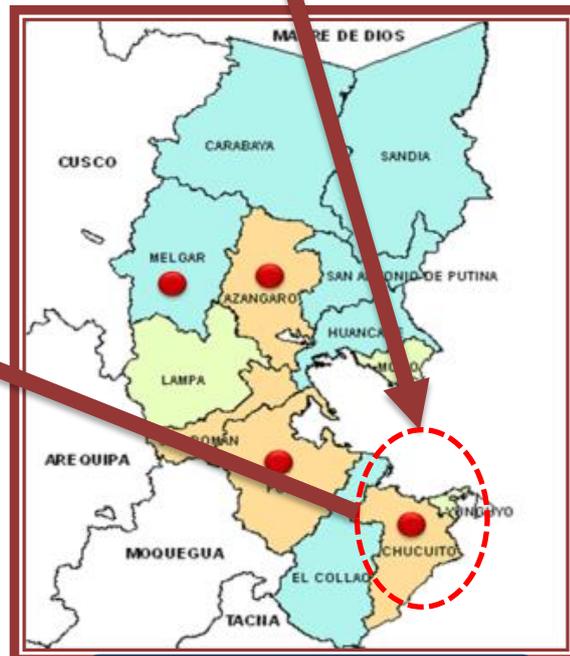
Firma


## Anexo 5. Ubicación del proyecto



**.P ISANI – SECTOR TUCAHUI**



**PROVINCIA DE CHUCUITO -**

