



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Comportamiento hidráulico en línea de conducción con tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac, 2020”**

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Br. Pinto Huamantica, Jhool Nazario (ORCID: 0000-0002-8500-8321)

**ASESOR:**

Dr. Ing. Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto (ORCID: 0000-0002-1968-9122)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA – PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

Esta investigación está dedicada a toda mi familia, en especial a mis padres y pareja que son el modelo a seguir, me enseñan a ser perseverante, optimista y a esforzarme por mis sueños, nunca dudan de mí, y a pesar de toda dificultad siempre están ahí, para brindarme consejos sabios.

## **Agradecimientos:**

A dios al guiarme en todo mi camino, ayudarme en todas las dificultades que tuve y acercarme a aquellas personas que son parte de mi vida.

A mi familia en general por apoyarme en todo momento de mi camino, por el apoyo a mis decisiones y siempre darse un tiempo y espacio para compartir los momentos felices y salir de todas las dificultades que se dan.

## Índice de contenidos

	Pág
<b>CARATULA</b> .....	i
<b>Dedicatoria</b> .....	ii
<b>Agradecimientos:</b> .....	iii
<b>Acta de aprobación de la tesis</b> .....	iv
<b>Acta de aprobación de originalidad de tesis</b> .....	v
<b>Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV</b> .....	vi
<b>Declaratoria de originalidad del autor</b> .....	vii
<b>Índice contenidos</b>	
<b>Pág</b> .....	viii
<b>Índice de tablas</b> .....	x
<b>Índice de figuras</b> .....	xii
<b>RESUMEN</b> .....	xiii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	5
<b>III. METODOLOGIA</b> .....	24
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	24
3.1.1. Método: Científico .....	24
3.1.2. Tipo: Aplicada.....	24
3.1.3. Nivel: Explicativo .....	24
3.1.4. Diseño: Experimental .....	25
3.2. Variables y operacionalización.....	25
3.2.1. Variable 1: Tuberías convencionales.....	25
3.2.2. Variable 2: Comportamiento hidráulico de la línea de conducción.....	25
3.2.3. Operacionalización de variables.....	26
3.3. Población, muestra y muestreo. ....	28
3.3.1. Población.....	28
3.3.2. Muestra. ....	28
3.3.3. Muestreo.....	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	28
3.4.1. Técnica: Observación directa. ....	28
3.4.2. Instrumentos: Ficha de recopilación de información. ....	29
3.4.3. Validez: Juicio de expertos. ....	29
3.4.4. Confiabilidad. ....	30

3.5.	Procedimientos .....	30
3.5.1.	Estudios previos. ....	31
3.6.	Método de análisis de datos. ....	34
3.6.1.	OE1: Cálculo de la variación de la velocidad en la línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste. ....	36
3.6.2.	OE2: Análisis de la variación de las presiones en la línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste. ....	39
3.6.3.	OE3: Cuantificación de la variación de diámetros en línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste. ....	41
3.6.4.	OE: Determino el comportamiento hidráulico de la línea de conducción con tuberías convencionales en zonas de topografía agreste. ....	42
3.7.	Aspectos éticos. ....	44
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS. ....</b>	<b>45</b>
4.1.	OE1. Calculo la variación de la velocidad en línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste. ....	45
4.2.	OE2. Análisis de la variación de la presión en la línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste. ....	45
4.3.	OE3. Cuantificación del diámetro de tuberías en línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste. ....	46
4.4.	OG. Determinación del comportamiento hidráulico de la línea de conducción con tuberías convencionales en zonas de topografía agreste. ....	46
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN. ....</b>	<b>47</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES. ....</b>	<b>50</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXOS. ....</b>		<b>55</b>
<b>ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA .....</b>		<b>55</b>
<b>ANEXO 2: Instrumento de investigación valido .....</b>		<b>56</b>
<b>ANEXO 3: Resultados de ensayo de laboratorio. ....</b>		<b>59</b>
<b>ANEXO 4: Panel fotográfico. ....</b>		<b>63</b>
<b>ANEXO 5: Plano de Ubicación. ....</b>		<b>69</b>
<b>ANEXO 6: Plano perfil piezométrico (Planta y Perfil Km 07+000 al Km 07+507). ....</b>		<b>70</b>
<b>ANEXO 7: Planteamiento General. ....</b>		<b>73</b>

## Índice de tablas

Tabla 2.1 .....	12
<i>Clases comerciales de tuberías PVC</i> .....	12
Tabla 2.2 .....	12
<i>Coefficiente de Fricción de tuberías según tipo:</i> .....	12
Tabla 2.3 .....	13
<i>Dimensiones de las tuberías:</i> .....	13
Tabla 2.4 .....	14
<i>Rugosidad absoluta (Ks) para diferentes materiales utilizados en la fabricación de tuberías.</i> .....	14
Tabla 2.5 .....	15
<i>Características y propiedades del polietileno de alta densidad:</i> .....	15
Tabla 2.6 .....	15
<i>Clasificación de tuberías HDPE:</i> .....	15
Tabla 2.7 .....	18
<i>Velocidades de acuerdo al tipo de fluido:</i> .....	18
Tabla 2,8 .....	20
<i>Valores del coeficiente de rugosidad - Manning.</i> .....	20
Tabla 2.9 .....	21
<i>Coefficiente de fricción.</i> .....	21
Tabla 3.1 .....	27
<i>Matriz de operacionalización de variables.</i> .....	27
Tabla 3,2. ....	29
<i>Rangos y magnitudes de validez.</i> .....	29
Tabla 3,3. ....	30
<i>Validez de contenido del instrumento de las variables: métodos computacionales y comportamiento hidráulico en línea de conducción con tuberías convencionales por juicio de expertos.</i> .....	30
Tabla 3,4. ....	30
<i>Rangos y magnitudes de confiabilidad</i> .....	30
Tabla 3,5. ....	32
<i>Perfiles Estratigráficos.</i> .....	32
Tabla 3,6. ....	33
<i>Resultados Microbiológicos.</i> .....	33
Tabla 3,7. ....	33

<i>Resultados Fisicoquímicos.....</i>	33
Tabla 3,8. ....	34
<i>Cálculo de Aforamiento en Captación.....</i>	34
Tabla 3,9.....	37
<i>Resultados de la Velocidad en los diferentes tramos, con tuberías convencionales.</i> .....	37
Tabla 3,10. ....	41
<i>Resultados de la presión en los diferentes tramos, con tuberías convencionales.</i>	41
Tabla 3,11. ....	42
<i>Resultado del diámetro de tuberías.....</i>	42

## Índice de figuras

Figura1.1: Línea de conducción pase aéreo .....	3
Figura 3,1: Procesamiento con WaterCAD 2018, de la línea de conducción. ....	37
Figura 3,2: Resultados de procesamiento con WaterCAD 2018, de la línea de conducción. ....	37
Figura 3,3: Esquema hidráulico de la línea de conducción .....	39
Figura 3,4: Perfil piezométrico en línea de conducción tramo km 7+000 al km 7+507. ....	40
Figura 3,5: Detalle de Línea de Conducción WaterCAD 2018. ....	44

## RESUMEN

La presente investigación titula: Comportamiento hidráulico en línea de conducción con tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac, 2020, fijó por objetivo: Determinar el comportamiento hidráulico de la línea de conducción con tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac, 2020. Como metodología, se aplicó el científico, tipo aplicada, nivel explicativo y diseño no experimental.

Los resultados obtenidos precisan: el comportamiento hidráulico en línea de conducción según el número de Reynolds: para tubería Poli Cloruro de Vinilo (PVC), en Polietileno de Alta Densidad (HDPE), y Fierro Galvanizado (F°G°): 34700, 35456, 36584 (flujo turbulento). Las velocidades en tubería PVC, F°G°, HDPE varían de 0.51 m/s a 0.81 m/s, de 0.58 m/s a 0.88 m/s, de 0.54 m/s a 0.84 m/s, las presiones varían de 20 m.c.a a 184 m.c.a. De acuerdo a lo indicado se tiene que el sistema tiene un flujo turbulento.

La investigación muestra como conclusión: El comportamiento hidráulico de la línea de conducción según número de Reynolds: se tiene un flujo turbulento desde 34700 hasta 36584. De acuerdo a lo descrito se tiene que el sistema está expuesto a desgastarse más rápido que lo normal y por ende sufrir alguna falla.

**Palabras clave:** Comportamiento hidráulico, líneas de conducción, tuberías convencionales.

## ABSTRAC

The present investigation is entitled: Hydraulic behavior in conduction line with conventional pipes in rough topography areas, Circa, Apurímac, 2020, set as objective: To determine the hydraulic behavior of the conduction line with conventional pipes in rough topography zones, Circa, Apurímac, 2020. As a methodology, the scientific, applied type, explanatory level and non-experimental design were applied.

The results obtained specify: the hydraulic behavior in the conduction line according to the Reynolds number: for Poly Vinyl Chloride (PVC) pipes, in High Density Polyethylene (HDPE), and Galvanized Iron ( $F \circ G \circ$ ): 34700, 35456, 36584 (turbulent flow). The velocities in PVC,  $F \circ G \circ$ , HDPE pipe vary from 0.51 m / s to 0.81 m / s, from 0.58 m / s to 0.88 m / s, from 0.54 m / s to 0.84 m / s, the pressures vary from 20 mwc to 184 mca According to what is indicated, the system has a turbulent flow. The investigation shows as a conclusion: The hydraulic behavior of the pipeline according to Reynolds number: there is a turbulent flow from 34700 to 36584. According to what has been described, the system is exposed to wear faster than normal and therefore therefore suffer some failure.

**Keywords:** Hydraulic behavior, pipelines, conventional pipes.

## I. INTRODUCCIÓN

El líquido vital no potabilizado, más el saneamiento muy deficiente son las principales causas para la mortalidad de nuestra niñez. La diarrea en la etapa infantil; junto a la escasez del agua, son causas directas, las aguas contaminadas por la presencia de agentes patógenos de enfermedades seriamente infecciosas y la falta continua de la higiene, son causa de la muerte de 1,5 millones de niños por cada año, afectando en su mayoría a menores de cinco años aproximadamente, ONU (2018).

En nuestra nación la situación va por igual. Según el Ministerio de la Vivienda, en Construcción y Saneamiento el 93.4% de los habitantes acceden al agua potable en la zona urbano, mientras el 63.2% al ámbito rural, en un volumen anual utiliza el 87.7% en agricultura, un 9.9% hacia población, el 0.9% destina hacia la industria y por último un 1.5% restante hacia la minería. La baja calidad del agua en nuestro país se ve afectada por los pasivos ambientales remanentes de nuestra actividad extractiva anterior y más consecuencias causadas por las actividades productivas en la agricultura, la minería informal e ilegal; todo termine en un débil control estatal. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2017).

La línea en conducción del sistema de saneamiento básico del agua potable, se puede definir como, una serie de componentes hidráulicos que, conectados entre sí que comprende la captación hasta el reservorio, proveen la cantidad de agua usada con la presión establecida. Están compuestos por captación, tuberías, válvulas, cámaras rompe presión, reservorio, etc. Para que todo lo indicado sea certera, es necesario determinar las magnitudes y medidas del sistema hidráulico que componen la mencionada línea de conducción, y luego la red de distribución de agua. Determinando el uso de diámetros más convenientes de la línea de conducción.

Por ello los modelos de diseño aún no se han usado con la misma fuerza que los modelos de análisis, por algunas dificultades como: La magnitud de la línea de conducción, el modelo de caudal, que se puede manejar, los componentes hidráulicos a ser evaluados, la inclusión o no inclusión al diseño confiable de la línea de conducción, para entender una metodología matemática en la cual se basa.

El distrito Circa está ubicado en la Provincia Abancay, Región Apurímac; geográficamente está ubicado en la región sierra sur del Perú, en coordenadas 13° 53' 05" latitud sur y 72°, 53'40", cuenta con una población según el Censo del año 2007 (Datos del INEI) de 2498 habitantes, se puede evidenciar que el distrito es eminentemente rural refiriendo que 2157 habitantes representa un 87.06 % de total de la población, el 12.94 % viven en zona urbana que es en la capital del distrito, la captación ubicada en coordenadas UTM N: 8459935.00 y E: 719296.00. La línea en conducción de tubería Policloruro de Vinilo (PVC) SAP Ø 2", lleva el agua potable del punto de captación hacia el mismo reservorio. La topografía que presenta el distrito de Circa es desde llano hasta agreste en las zonas altas del distrito.

Que en las localidades de Antabamba 68.49% de la población, cuenta con conexión domiciliaria, el 31.51% no lo tienen, existe la urgencia de realizar el recorrido de una la distancia para el acarreo del agua potable, estando propensos a contraer enfermedades tanto en niños como en ancianos. La captación con la que cuenta es de tipo ladera cuyo nombre es Calecfaccia, se encuentra en riesgo ya que en la estructura hubo muchos derrumbes. Actualmente la línea de conducción es de material de tubería de Policloruro de Vinilo (PVC) SAP Ø 2", trasladando el agua potable desde el punto de captación hasta el punto del reservorio, en el recorrido se ha evidenciado tuberías en mal estado ya que algunos tramos la tubería se encuentra expuesta a peligros, por las inclemencias al sol, paso de animales además se ha observado dos pases aéreos. Se presenta un reservorio de concreto armado de forma cuadrada construida el año 2009, con capacidad de 13 m<sup>3</sup>, ubicada en la cabecera de la localidad de Antabamba, distrito de Circa, región Apurímac.

El problema de daños se presenta constantemente desde la puesta en funcionamiento es ahí que desde el año 1993 donde se ha situado la captación de tipo ladera, luego la línea de conducción, pase aéreo, al reservorio y terminar en la red de distribución, puesto que la línea de conducción en ciertos tramos las tuberías están expuestas a las inclemencias y derrumbes naturales en épocas de lluvia.

El daño de la línea de conducción se da en algunos tramos por que la tubería se encuentra expuesta a peligros, por las inclemencias al sol, paso de animales, además se ha observado dos pases aéreos pésimos.

Se presenta la línea de conducción con material de tubería PVC-SAP de 2" de diámetro instaladas superficialmente produciéndose roturas frecuentes por las inclemencias al sol y por el paso de animales.

Perjudica directamente a los 845 habitantes distribuidos en 153 viviendas más las instituciones sociales y educativas que contarán con una conexión domiciliaria.

La alternativa de salida a la problemática que altera la calidad simple y grupal, se desarrollara mediante la ejecución de la línea de conducción buscando, inclusive, el comportamiento hidráulico de la red en todo su trayecto.

Como se observa el Comportamiento hidráulico en líneas de conducción con tuberías convencionales; eso se considera como realidad problemática el hecho que en la línea de conducción se presentan distintas problemáticas como son pérdidas de carga, presiones de acuerdo a los diámetros y tuberías convencionales.



Figura 1.1: Línea de conducción pase aéreo



Figura 1.2: Reservorio en óptimas condiciones

Analizando la realidad problemática es imprescindible formular el problema, tomado como **problema general**: ¿Cuál es el comportamiento hidráulico de la línea de conducción con tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac, 2020?, como **problemas específicos**; la **primera** ¿Cuánto es la velocidad en la línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac, 2020?; la **segunda** ¿Como es la presión en la línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac 2020?; y la **tercera** ¿Cuál es el diámetro adecuado en la línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac, 2020?.

Continuando con la secuencia esquemática del proyecto a investigar se muestra la **justificación del problema**; desde el punto de **vista teórico**, la investigación

tiene como propósito brindar información teórica para posibles investigaciones en temas de comportamiento hidráulico en líneas de conducción con tuberías convencionales; Desde la perspectiva **práctica** el desarrollo de la siguiente investigación servirá como guía a partir de la comparación de resultados, con pruebas a las tuberías convencionales; Finalmente, en lo **metodológico**, en la aplicación del comportamiento hidráulico para cada una de las tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, en casos que pueden ser investigadas por la ciencia, son analizados su validez y confiabilidad que serán aplicados en otras investigaciones semejantes.

La investigación fija como **objetivo general**: Determinar el comportamiento hidráulico de la línea de conducción con tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac, 2020. Como **objetivos específicos**: la **primera** Calcular la variación de la velocidad en las líneas de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac, 2020; la **segunda** Analizar la variación de la presión en las líneas de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac 2020, y la **tercera** Cuantificar la variación de diámetro en líneas de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac, 2020.

Planteada los problemas y fijada los objetivos se formula las hipótesis, siendo como **hipótesis general**: El comportamiento hidráulico de la línea de conducción con tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, es adecuado, Circa, Apurímac 2020, las hipótesis específicas; la **primera** La velocidad en las líneas de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, es óptima, Circa, Apurímac, 2020; la **segunda** La presión en las líneas de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, es apropiado, Circa, Apurímac 2020, y la **tercera** El diámetro en las líneas de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, es despreciable, Circa, Apurímac, 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

En los trabajos previos como **antecedentes nacionales**, Alayo (2018) presenta la tesis de grado **titulado**: “Simulación Hidráulica en Línea en Conducción y red de Distribución de agua potable aplicando el software WaterCAD en la localidad de Laredo”, fija como **objetivo**: Realizar la Simulación Hidráulica en línea de Conducción y red de Distribución de Agua Potable aplicado el Software WaterCAD localidad de Laredo para su consolidación urbanística, Aplicando una **metodología**: siendo de método científico, el tipo aplicada, de nivel explicativo; diseño no experimental- longitudinal, obtuvo los resultados siguientes: se muestra el caso típico de presiones normales y mayores entre 10 mca y 30 mca, las presiones pueden considerar como aceptables para el abastecer la necesidad de la población, las cuales cumplen con el RNE, se usó el programa WaterCAD V8i; Finalmente, fija como **conclusiones**, con el modelamiento hidráulico se obtiene en los nudos de red, las presiones que se encuentran desde 10 mca hasta 50 mca de acuerdo al RNE, permitiendo el buen funcionamiento en el caso, con simulación realizada por el software WaterCAD, se puede expresar que la red de distribución de agua potable es acertada para su funcionamiento y el mejor uso de agua en Laredo.

Luego se tiene a Prudencio (2016) que presenta la tesis de grado **titulado**: “*Modelo de simulación de Línea de Conducción e Impulsión del sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la ciudad de Cerro de Pasco*”, fija como **objetivo**: Realizar el ensayo en línea de conducción e impulsión para lograr abastecer de agua potable a la población de Cerro de Pasco, Aplicando una **metodología**: enfoque cuantitativo, explicativo, siendo de método experimental, tipo es aplicada , de nivel descriptivo, diseño de series temporales, obtuvo los resultados siguientes: La velocidad en varios tramos lo ubicamos casi al límite. Observando una velocidad menor de 0.65m/s en el sector 2 y 10. Como Indica el RNE como velocidad mínima en 0.60 m/s. estando en lo permitido, fija como **conclusiones**, el diseño garantiza que el agua alcanza la cota de 4450 m.s.n.m., donde se ubicaría la planta de agua potable de la ciudad, así mismo indicar el reservorio lucerito, se abastece a la ciudad, estando a una cota de 4470.83 m.s.n.m.; la diferencia es menor, por esta razón las tubería de PVC fijado en el

diseño son más cómodas ofreciendo menos pérdidas de carga en su fricción y por ello obtener una mayor altura piezométrica en su respectiva planta de tratamiento y así abastecer a la población en un mejor costo en operación.

Seguidamente, López (2017) en la tesis de grado **titulado**: “Caracterización experimental del factor de fricción y la rugosidad hidráulica en tuberías de acero al carbono con costura y sin costura”, fijo como **objetivo**: Caracterizar el factor de fricción y la rugosidad hidráulica en tuberías de acero al carbono con costura y sin costura, Aplicando una **metodología**: siendo método científico, tipo aplicativo, diseño experimental, nivel explicativo, obtuvo los resultados en la forma siguiente: Este criterio, da resultados próximos a aquellos obtenidos por el uso del criterio considerado racional de garantizar la autolimpieza con velocidad de 0,90 m/s para el caudal máximo de un día cualquiera; Finalmente, fija como **conclusiones**, Al indicar la rugosidad hidráulica se ejecuta el ensayo para pérdida de presión usando aire en condición de incompresibilidad (Número de Mach < 0.2), de acuerdo al rango del número de Reynolds indicando aproximadamente de  $9 \times 10^4$  hasta  $8 \times 10^5$ . Los parámetros a medir son: presión manométrica, temperatura del fluido al inicio de la tubería, pérdida de presión en la tubería, el flujo másico de aire que circula al interior de la tubería, diámetro y longitud en la tubería.

También Llashac (2017), en el artículo **titulado**: “Mejoramiento de zona de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento de agua, caserío Bella Vista, de Cáceres del Perú, provincia del Santa, región Ancash”, fijo como **objetivo**: Diseño en captación, línea de conducción y reservorio de agua potable caserío Bella Vista, distrito de Cáceres del Perú, provincia del Santa, región Ancash-2017, aplicando una **metodología**: de tipo descriptivo, nivel cualitativo con diseño no experimental y corte transversal por ser demasiado corto el tiempo de ejecución, finalmente fija como **conclusiones** que la línea de conducción se encuentra con velocidades, presiones, pendientes y el tipo de diámetro para las tuberías, todas estas cumpliendo con los parámetros de diseño otorgado por el Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento: NT – ámbito rural. RM N° 192 – 2018 – Vivienda.

Finalmente Córdova (2018) en el artículo **titulado**: “Diseño de línea de aducción, red de distribución para el sistema de abastecimiento de agua potable, caserío de barro blanco, distrito Uchiza, provincia Tocache, departamento San Martín – 2018, aplicando una **metodología**: tipo descriptivo, diseño no experimental de corte transversal, nivel cuantitativo y cualitativo, finalmente fija como **conclusiones** la velocidad en línea de conducción menor a 0.60 m/s. pendiente de 0.081. Resultado de diámetro: 1 1/2”. en tubería de PVC PAVCO de clase 5.

En los trabajos previos como **antecedentes internacionales**, Zambrano (2017) presenta la investigación de grado **titulado**: “Sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de Mapasingue, parroquia colon, Cantón Portoviejo”, fija como **objetivo**: Elaborar el diseño del sistema de abastecimiento de agua para la comunidad de Mapasingue, parroquia Colón del Cantón Portoviejo, provincia Manabí, Aplicando una **metodología**: El enfoque metodológico del presente proyecto se ha basado en los métodos no experimental, inductivo, deductivo, bibliográfico, y de campo, puesto que se ha observado la realidad tal y como es, para determinar las alternativas de solución de los problemas planteados, fija como **conclusiones**, Se estableció la red de distribución de longitud total de 3021.85ml de tubería a presión, la cual posee velocidades permisibles por encima de 0.60 m/s y presiones superiores a 7mca e inferiores a 30mca, con lo cual se permite el abastecimiento de agua potable.

Luego se tiene a Palma (2017) que presenta la tesis de grado **titulado**: “Estudio de factibilidad técnica, dotación de agua, evacuación de las aguas servidas para el veneficio de 60 viviendas del porvenir”, fija como **objetivo**: Estudiar la factibilidad técnica de dotación con agua potable y evacuación de aguas servidas para el beneficio de 60 viviendas en la comunidad el Porvenir, favoreciendo en lo referente a la elaboración del mismo proyecto, Aplicando una **metodología**: No experimental, consistiendo en recoger toda la bibliografía necesaria para desarrollar el tema necesitado, fija como **conclusiones**, el proyecto de agua potable considera a las redes de distribución de agua potable en función de la instalación de tubería de PVC Clase 10 con unión Anger, de diámetro 110 mm permitiendo proveer de agua al poblado de 60 viviendas.

Seguidamente Changoluisa (2014) en la tesis de pregrado **titulado:** “Diseño y construcción de un equipo de laboratorio para la determinación del número de REYNOLDS”, fija como **objetivo:** Estudiar el movimiento y características de flujos laminar y turbulento en conductos realizados por Osborne Reynolds, Determinar cada uno de los parámetros que afectan directamente con lo indicado en Número de Reynolds, aplicando una **metodología:** Pseudo experimental, usando métodos estadísticos relacionados con la idea de medio continuo, fija en **conclusiones,** El caudal aumenta iniciando con flujos laminares siendo el caudal a lo más 0.020 l/seg, para luego cambiar a flujo turbulento con el caudal mayor de hasta 0.25 l/seg en el conducto 12.7mm.

También Charry (2017), en el artículo **titulado:** “Efectos de la Estimulación Hidráulica (Fracking) en el Recurso Hídrico: Implicaciones en el contexto Colombiano”, fijo como **objetivo:** Consolidar la mejor red de información piezométrica, en general un sistema de monitoreo muy apto para tomar decisiones correctas, respecto al fracking, siendo este dato el primer paso para la construcción de modelos hidrogeológicos que soportan la respectiva evaluación en riesgo y favorezcan a la reducción de la vulnerabilidad del recurso hídrico en el desarrollo de proyectos de aprovechamiento de gas lutita., aplicando una **metodología:** revisión sistemática del estado del arte de los efectos ambientales de la estimulación hidráulica, finalmente fija como **conclusiones** contar con la información necesaria en calibrar y validar los modelos, siendo muy indispensable en exigir la construcción de sistemas robustos de monitoreo de variables de estado y ambientales a los operadores que pretendan realizar actividades de exploración y explotación de gas de lutita.

Finalmente Parrales (2018) en el artículo **titulado:** “Estudio de calidad de agua potable y Modelación Hidráulica de la Conducción del Sistema Caza Lagarto – Jipijapa en el Tramo Guesbol-San Manuel”, fijo como **objetivo:** Determinar el estudio de calidad de agua potable y modelación hidráulica en conducción del sistema Caza Lagarto – Jipijapa en el tramo Guesbol-San Manuel, aplicando una **metodología:** Este método considera la comprobación de una hipótesis, este método se utilizará en la fase de recopilación de libros, internet, que contenga

información del tema, para la elaboración del presente proyecto que, con ayuda de la información expuesta por las normas, dadas en formulas y conceptos, se puede establecer resultados en calidad de agua potable y modelación hidráulica de sistema planteado en el presente proyecto, finalmente, fija como **conclusiones** El diseño de los dos sistemas existentes tiene bastante similitud, situación que fue corroborada con el modelo hidráulico utilizado, sin embargo, el sistema antiguo no se encuentra operativo en la actualidad, solo funciona el sistema nuevo, pero este no trabaja en toda su capacidad porque aún no ha sido concluido.

Variable Independiente: **Tuberías Convencionales**, Fabián (2017), presenta la tesis que se ocupa de relacionar el sistema convencional PVC con el nuevo sistema, en el medio peruano, basado en polipropileno; esto siendo el de mayor uso en el sector de la construcción. El tema principal es determinar qué el sistema ofrece mayores ventajas técnicas y económicas, entre los sistemas por termo fusión versus el sistema convencional; se ha realizado investigaciones sobre el polipropileno, pero ninguna en el Perú, existen investigaciones realizadas en Chile donde se menciona el material como una nueva tecnología. La justificación de este proyecto es dar una mayor visión sobre las nuevas tecnologías en el país, estableciendo pautas sobre especificaciones técnicas y procedimientos de instalación; la creciente acogida de las tuberías de polipropileno en el mercado peruano, específicamente en el sector de construcción inmobiliaria. El sistema convencional, comprueba a funcionar tan bien como el PVC, así mismo se realiza pruebas de laboratorio para comparar las pérdidas de carga en el PVC con respecto al polipropileno, comprobándose que las tuberías con diámetros menores si bien presentan diferencias con respecto al PVC no son considerables, al igual se analiza las pérdidas de carga en los accesorios, y se llega a la conclusión de que el sistema es viable para la elaboración de proyectos, (p. 14).

Tipos: Nominal y Ordinal

D1: Tubería de Policloruro de Vinilo (PVC), D2: Tubería de Fierro Galvanizado (F°G°), D3: Tubería de Polietileno de Alta Densidad (HDPE).

Variable dependiente: **Comportamiento hidráulico de la línea de conducción**, Prudencio (2015) Denominado línea de conducción, conjunto formado por tuberías, accesorios y estación en bombeo llevando el agua potable, desde la cámara de captación, al tanque de regularización, a la planta potabilizadora o directamente a la red de distribución de agua. (p. 43).

La conducción, se plasma de acuerdo a la ubicación de la fuente de abastecimiento con respecto a las obras de regularización. La fuente de abastecimiento se ubica una zona topográfica arriba del tanque de almacenamiento, conducción realizada por gravedad, ya sea trabajando en canal o en tubo.

La fuente de abastecimiento se encuentra a un nivel topográfico abajo del tanque de regularización, la conducción se realiza por bombeo.

Línea conducción por gravedad, línea de conducción por bombeo, línea mixta.

Tipos: Discreta y Continua

D1: Velocidad, D2: Presión, D3: Diámetro

Para la determinación del comportamiento hidráulico se realizará mediante la fórmula del Numero de Reynolds.

$$N_R = \frac{\rho v D}{\mu} \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Donde:

$N_R$  = Número Reynolds.

$\mu$  = Viscosidad.

$v$  = Velocidad media.

$\rho$  = Densidad fluido.

$D$  = Diámetro.

Flujo laminar:  $N_R < 2100$

Flujo de transición:  $2100 < N_R < 4000$

Flujo turbulento:  $N_R > 4000$

Ecuación de Rugosidad Relativa

$$e = \frac{K}{D} \quad (\text{Ec. 2.2})$$

Donde:

e = Rugosidad relativa de tubería.  
k = Rugosidad absoluta de tubería.  
D = Diámetro interno de tubería.

Ecuación de Colebrook-White.

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left( \frac{k/D}{3,7} + \frac{2}{Re \sqrt{\lambda}} \right) \quad (\text{Ec. 2.3})$$

Donde:

k/D = Rugosidad relativa total.  
Re = Número de Reynolds.  
 $\lambda$  = Factor de fricción.  
D = Diámetro interno de cañería.

Ecuación de Barr.

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left( \frac{k/D}{3,7} + \frac{5,1286}{Re^{0,89}} \right) \quad (\text{Ec. 2.4})$$

Donde:

k/D = Rugosidad relativa.  
Re = Número de Reynolds.  
 $\lambda$  = Factor de fricción.

Ecuación de Haaland.

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -1,8 \log_{10} \left( \left( \frac{k/D}{3,7} \right)^{1,1} + \frac{6,9}{Re} \right) \quad (\text{Ec. 2.5})$$

Donde:

k/D = Rugosidad relativa.  
Re = Número de Reynolds.  
 $\lambda$  = Factor de fricción.

En cuanto a **teorías relacionadas al tema** se vieron conceptos que corresponden a las variables y sus respectivas dimensiones.

La variable 1 **tuberías convencionales**, según Estacio y Meléndez (2017) estudiaron el análisis comparativo de tuberías de polietileno reticulado PEXb y tubería de PVC para instalación de agua potable, la comparación entre la tubería

PEXb y PVC en los parámetros de calidad, costo y tiempo resulto ser más favorable, (p. 81).

Mientras el diseño en una línea de conducción con uso de tubería se priorizará de acuerdo a condiciones topográficas, favorables; las características y propiedades del suelo y la zona climática a fin de precisar la calidad de la tubería y tipo.

Esta variable a su vez está estructurada mediante sus dimensiones que en este caso resultan ser (características/propiedades/tipos componentes/factores); como **LA TUBERIA DE POLICLORURO DE VINILO (PVC)**, según Comisión Nacional del Agua (2017) Los tubos de PVC se fabrican en color blanco, de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-E-143 vigente, la cual considera el sistema de unión y el grado de calidad y lo denomina espiga-campana; por su resistencia a la presión de trabajo, clasifica los tubos en cinco clases (Tabla 2.1). (p. 24).

Tabla 2.1

*Clases comerciales de tuberías PVC*

Clase	Presión máxima de prueba (mca)	Presión máxima de trabajo (mca)
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

Fuente: RNE.

Tabla 2.2

*Coefficiente de Fricción de tuberías según tipo:*

TIPO DE TUBERIA	"C"
Policloruro de Vinilo (PVC)	150
Fierro galvanizado (F°G°)	100
Polietileno de Alta Densidad (HDPE)	140

Fuente: RNE.

En seguida se considera a **LA TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO (F°G°)**, según León (2017) Estos tubos son de acero dulce, bajo en contenido de carbono, conociéndose también como tubería de acero negro. Dicho material es bastante maleable y soldable. Su gran inconveniente de dicho acero es su baja resistencia a la corrosión, puesto en contacto con el aire y la humedad se oxida fácilmente y llega a destruirse por completo. Así pues, las tuberías de acero necesitan una protección superficial, que suele ser el galvanizado.

Este tipo de tubería está fabricado en acero soldado longitudinalmente y protegido interior y exteriormente con un recubrimiento galvanizado, conforme a la Norma UNE EN 10240 (1999).

Es muy usado en instalaciones de agua potable. Su recubrimiento tiene la misión de proteger la tubería de oxidaciones y corrosiones, cuidando así las propiedades organolépticas del agua que recorre el circuito.

Esta tubería de acero galvanizado se fabrica en formato de barras rígidas de 5 ó 6 m de longitud, haciendo el respectivo curvarse en frío para la mayoría de sus diámetros.

Los accesorios como las uniones roscadas, son fabricadas en fundición maleable y extremos roscados, protegidos con recubrimiento galvanizado, de acuerdo con la Norma UNE EN 10242 (2004).

Tabla 2.3

*Dimensiones de las tuberías:*

Dimensión y designación	Diámetro nominal - Ø dn.	Diámetro exterior - Ø ext.
3/8"	10	17,2
1/2"	15	21,3
3/4"	20	26,9
1"	25	33,7
1 1/4"	32	42,4
1 1/2"	40	48,3

2"	50	60,3
2 1/2"	65	76,1
3"	80	88,9
4"	100	114,3
5"	125	139,7
6"	150	165,1

Fuente: Técnicas de montaje de instalaciones, 2018.

Tabla 2.4

*Rugosidad absoluta ( $K_s$ ) para diferentes materiales utilizados en la fabricación de tuberías.*

Material	$K_s$ (mm)
Asbesto cemento	0.03
PVC, CPVC	0.0015
Acero bridado	0.9-9
GRP	0.03
Acero	0.046
Hierro forjado	0.06
CCP	0.12
Hierro dúctil	0.25
Hierro galvanizado	0.15
Concreto	0.3-3.0
Madera cepillada	0.18-0.9
Arcilla vitrificada	0.15
Hierro fundido	0.15
Vidrio	0.0003
Hierro fundido asfaltado	0.12

Fuente: RNE.

Finalmente se considera a **LA TUBERIA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE)**, que según Tigre (2018), Las propiedades y aplicaciones de los tubos de HDPE son muy ventajosas en la conducción de residuos industriales como también químicos, en las plantas mineras, emisores de aguas servidas que descargan al

mar, transporte de gas y petróleo, protección de cables eléctricos y telefónicos, para riego tecnificado y la conducción de agua potable, y otros. (p. 5)

Tabla 2.5

*Características y propiedades del polietileno de alta densidad:*

Propiedad	Unidad	PE-80	PE-100
Densidad	Gr./cm <sup>3</sup>	0.948-0.956	0.957-0.961
Índice de fluidez (MFR) 190°C/5 kg	Gr./10 min	0.50	0.40
Contenido Negro de Humo	%	2.0-2.5	2.0-2.5
Resistencia la Tracción	MPa	20-23	23-25
Resistencia la Flexión	MPa	18	23
Módulo Tensil	MPa	1000	900
Tensión de Diseño	MPa	6.30	8.00
Mínimo Esfuerzo Requerido (MRS)	MPa	>8	>10
Alargamiento de Rotura	%	>600	>600
Coefficiente de dilatación lineal	Mm/m°C	0.17-0.20	0.20
Temperatura de fragilidad	°C	<-70	<-70
Dureza Shore a 20°C	Escala D	61	61

Fuente: Polietileno de alta densidad, (2011).

Tabla 2.6

*Clasificación de tuberías HDPE:*

MRS (MPa)	Designación Material	Tensión de Diseño (os)
8,0	Pe 80	6,3
10,0	Pe 100	8,0

Fuente: Polietileno de alta densidad, (2011).

El WaterCAD modela sistemas de distribución de agua, dentro de las Redes Abiertas, Redes Cerradas y Redes Mixtas, dichas modelaciones de redes con:

- **Ecuación de Darcy- Weisbach**

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (\text{Ec. 2.6})$$

Dónde:

f: Factor fricción de Darcy. (Adimensional)

hf: Pérdida de carga fricción (m)

D: Diámetro interno del tubo (m)

L: Longitud tubería (m)

V: Velocidad media del fluido (m/s)

g: Gravedad = 9.80665 m/s<sup>2</sup>

- **Ecuación de Manning**

$$V = C_o \cdot R^{2/3} \cdot \left(\frac{h}{L}\right)^{1/2} \frac{1}{n} \quad (\text{Ec. 2.7})$$

$$h = C_f L \cdot n^2 \cdot V^2 / d^{1.33} \quad (\text{Ec. 2.8})$$

Dónde:

C<sub>o</sub>: 1,49 unidad inglesa; 1,0 unidad métrica

R: Radio hidráulico= área/perímetro mojado (m)

V: Velocidad (m/s)

n: Coeficiente rugosidad de Manning

L: Longitud (m)

hf: Pérdida de carga (m)

- **Ecuación de Hazen Williams**

$$h = k \cdot \frac{L}{D^{1.6}} \cdot \left(\frac{V}{C}\right)^{1.85} \quad (\text{Ec. 2.9})$$

Dónde:

D: Diámetro (m)

V: Velocidad ( m/s)

C: Factor de Hazen- Williams

L: Longitud (m)

k: 6,79 para V (m/s), D (m) ó

k: 3,02 para V (fps), D (ft)

h y L: mismas unidades de longitud

Sobre la variable 2 **comportamiento hidráulico de la línea de conducción**, según Alayo Ruiz y Espinoza Orosco (2016) Conjunto de tubos, que conducen el agua a partir de la captación hasta el lugar de potabilización o estanque de almacenamiento. Para lograr una eficiente función del sistema que debe satisfacer condiciones de servicio para el día de máximo consumo, dicha conducción se hace por gravedad, a presión o mixta, plasmadas en el terreno mediante canales abiertos o ductos a presión, de acuerdo a la topografía del terreno, (p. 29). HAZZEN WILLIAM

$$Q = 0.0004264 D^{2.63} S^{0.54} \quad (\text{Ec. 2.10})$$

Dónde:

S: Perdida de carga (m)

C: constantemente en función a la calidad de la tubería.

D: Diámetro de Tubería (pulgadas)

Q: Caudal (l/seg)

Así mismo se toma en cuenta las limitaciones de la velocidad del flujo según el RNE:

- Velocidad mínima = 0.60m/seg.
- Velocidad máxima = 3.00 a 5.00 m/seg.

También se tiene en cuenta las presiones siguientes:

- Presión máxima: 100 metros.
- Presión mínima: 10 metros.

Esta variable a su vez está estructurada mediante sus dimensiones que en este caso resultan ser **las velocidades**, según Machado (2018) Se expresan valores de velocidad en un intervalo de una mínima de 0.6 m/s a una máxima de 3.0 m/s a 5.0 m/s. Se indica que las velocidades menores a la mínima, estas se sedimentarán; y si son velocidades mayores, presentarán el desgaste en sus accesorios y del mismo tubo. (Agua potable en poblaciones rurales, 1997, Pg93 (1997)). (p. 78).

Tabla 2.7

Velocidades de acuerdo al tipo de fluido:

FLUIDO	TIPO DE FLUJO	VELOCIDAD	
		ft/s	m/s
	Flujo por gravedad	0.5-1	0.15-0.30
Líquidos poco viscosos	Entrada de bomba	1-3	0.3-0.9
	Salida de bomba	4-10	1.2-3
	Línea de conducción	4-8	1.2-2.4
Líquidos viscosos	Entrada de bomba	0.2-0.5	0.06-0.15
	Salida de bomba	0.5-2	0.15-0.6
Vapor de agua		30-50	9-15
Aire o gas		30-100	9-30

Fuente: Diseño sistema de tuberías y cálculo de bombas.

En seguida se considera a **las presiones**, según Machado (2018) En una línea de conducción, la dimensión como es la presión muestra la cantidad de energía gravitacional concentrada en el agua potable, como también en una determinada longitud de tubería se prueba a tubo completamente lleno, esta se plantea usando la fórmula de ecuación de Bernoulli: (Agua Potable para Poblaciones Rurales 1997, Pg. 61(1997)).

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + H_f \quad (\text{Ec. 2.11})$$

Dónde:

Z= Cota a nivel de referencia arbitraria (m).

V= Velocidad media (m/s).

H<sub>f</sub> = Perdida de carga, (1m a 2m).

P = Presión y peso específico de fluido (m).

P/γ= Altura (carga de presión)

La velocidad no se toma en cuenta en razón a la carga de velocidad, considerado como velocidad máxima en 46 cm y mínima en 18 cm, como la ecuación definida:

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + H_f \quad (\text{Ec.2.12})$$

Se inicia el cálculo desde la captación, la presión es igual o equivalente a la presión atmosférica, en donde la carga de presión toma el valor de cero. Dicho criterio se aplica considerando en el diseño en la cámara rompe presión, y al final del tramo.

$$\frac{P_2}{\gamma} = Z_1 - Z_2 - H_f \quad (\text{Ec. 2.13})$$

En seguida se considera a **los diámetros**, según Córdova (2018), para calcular el diámetro del tubo en la línea de conducción por tubería a presión, debemos tener presente lo siguiente:

De acuerdo al RNE en la OS. 010, menciona que la velocidad mínima del flujo no presentar daños en los depósitos nada de erosiones, en ningún caso deberá ser menor a 0.60 m/s, y la velocidad máxima aceptable deberá ser de 3m/s para tubos de concreto y 5m/s para tubos de asbesto-cemento, PVC y acero, además se recomienda en cada tramo o final de un tramo como mínimo de presión dinámica 3 mca, (pag. 7, 8):

Tomando estas consideraciones se determina el diámetro de tubería y material a usar según las características a definir, en el cálculo de diámetros, se tiene que tener en cuenta la pérdida de la carga total.

$$H = H_f + H_x \quad (\text{Ec. 2.14})$$

Dónde:

Hx = Pérdida carga

Hf = pérdida carga fricción

H = pérdida carga total

Para poder obtener dicha pérdida de carga por fricción mencionaremos tres ecuaciones que se describen:

#### ✓ Ley de Darcy

$$H_f = f \frac{L \cdot V^2}{D \cdot 2g} \quad (\text{Ec. 2.15})$$

Dónde:

Hf = Perdida de carga por fricción (mca).

f = Coeficiente de pérdida.

V = Velocidad media de flujo (m/seg. )

L = Longitud (m)

g = Gravedad ( 9.81m/seg<sup>2</sup>)

D = Diámetro interior del tubo (m)

✓ **Ecuación de Manning**

$$Hf = \frac{10.3 * n^2 * L * Q^2}{D^{\frac{16}{3}}} \quad (\text{Ec. 2.16})$$

Dónde:

Hf = Perdida de carga por fricción en (mca).

n = Coeficiente de rugosidad.

L = Longitud (m)

Q = Velocidad media de flujo( m3/seg).

D = Diámetro interior del tubo ( m ).

Tabla 2,8

*Valores del coeficiente de rugosidad - Manning.*

Material	n
PVC, Polietileno alta densidad y Polyester reforzado fibra de vidrio	0.009
Asbesto Cemento	0.010
Hierro fundido dúctil (nuevo)	0.013
Concreto liso	0.012
Hierro fundido dúctil (usado)	0.017
Concreto rugoso	0.016
Mampostería con mortero de cemento	0.020
Acero soldado con revestimiento interior basado en epoxy/hierro.	0.011
Acero sin revestimiento	0.014
Acero galvanizado nuevo o usado	0.014

Fuente: Flujo uniforme, Universidad Nacional de Ingeniería, (2018).

### ✓ Ecuación de Hazen & Williams

Una de las más empleadas para determinar el cálculo hidráulico de tuberías forzadas es la de Hazen & Williams. Esta es una fórmula empírica de resultado del análisis estadístico de una gran cantidad de datos experimentales. Es aplicada satisfactoriamente para cualquier material de 0.05m y 3.50m de diámetro y es válida únicamente para el agua :

$$H_f = \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{D^{1.85} * C^{4.87}} \quad (\text{Ec. 2.17})$$

Dónde:

H<sub>f</sub> = Perdida de carga fricción (mca).

C = Coeficiente fricción.

L = Longitud (m)

Q = Velocidad media de flujo (L/seg.)

D = Diámetro interior del tubo (pulg)

El RNE, nos proporciona el valor del coeficiente "C" :

Tabla 2.9

*Coeficiente de fricción.*

TIPO DE TUBERIA	C
Hierro fundido con revestimiento	140
Acero soldado en especial	100
Acero sin costura	120
Fibra de vidrio	150
Cobre sin costura	150
Polietileno, asbesto cemento	140
Concreto	110
Hierro fundido	100
Poli (cloruro de vinilo) (PVC)	150
Hierro galvanizado	100

Fuente: RNE.

Cálculo de población actual.

$$Pa = N^o v * D \quad (\text{Ec. 2.18})$$

Donde:

Pa : Población actual

N° V: número de viviendas

D : densidad poblacional

Población futura.

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{rt}{100}\right) \quad (\text{Ec. 2.19})$$

Donde:

Pf: Población futura

rt : Tasa de crecimiento

Pa: Población actual

Cálculo de demanda de agua:

Consumo promedio anual.

$$Q1 = \frac{Pf * D}{86400} \quad (\text{Ec. 2.20})$$

Donde:

Pf: población futura

D : dotación poblacional

Consumo Educación Inicial/Primaria.

$$Q2 = \frac{(PiDi + PpDi)}{86400} \quad (\text{Ec. 2.21})$$

Donde:

Pi: población educación inicial

Di: dotación educación inicial/primaria

Pp: población educación primaria

Consumo Educación Secundaria.

$$Q3 = \frac{Ps * Ds}{86400} \quad (\text{Ec. 2.22})$$

Donde:

Ps: población educación secundaria

Ds: dotación educación secundaria

Consumo de Institución Social.

$$Q4 = \frac{Pip * D}{86400} \quad (\text{Ec. 2.23})$$

Donde:

Pip: población institución social

D: dotación poblacional

Consumo promedio anual total.

$$Qm = (Q1 + Q2 + Q3 + Q4) \quad (\text{Ec. 2.24})$$

Donde:

Q1: consumo promedio anual

Q2: consumo Educación Inicial / Primaria

Q3: consumo Educación Secundaria

Q4: consumo Institución Social

Consumo máximo diario.

$$Qmd = K1Qm \quad (\text{Ec. 2.25})$$

Donde:

K1: coeficiente de consumo máximo diario

Qm: consumo promedio anual total

Consumo máximo horario.

$$Qmh = K2Qm \quad (\text{Ec. 2.26})$$

Donde:

K2: coeficiente de consumo máximo horario

Qm: consumo promedio anual total

Caudal máximo que debe rendir la fuente.

$$Qmf = \frac{Pf * D * K1 * (1 + K0) * Gr}{86400} \quad (\text{Ec. 2.27})$$

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. Método: Científico

Según Bernardo (2019) conjunto de pasos ordenados se emplea para nuevos conocimientos de la ciencia, deberá basarse en lo empírico y en la medición, y estar sujeto a principios del razonamiento (p.58).

La investigación se iniciará con la observación directa del comportamiento hidráulico en línea de conducción con tuberías convencionales usando los Métodos computacionales.

Según estas consideraciones, en la investigación se aplicará el **método científico**.

##### 3.1.2. Tipo: Aplicada

Según Fresno (2019), Consiste en el problema objeto de la investigación científica que surge directamente de las prácticas sociales y generando resultados aplicables de forma inmediata. (p. 130).

El crecimiento poblacional a nivel Mundial se da constantemente y vertiginosamente motivo por el cual la población de Circa tiene la necesidad de priorizar el saneamiento básico, de esta manera se da el mejoramiento de la Línea de Conducción, para dotar de mayor caudal, mediante las tuberías convencionales, de esta forma se brindará de forma óptima el agua potable en la localidad de Antabamba, Circa.

Conforme a la teoría revisada, esta investigación se clasifica del **tipo aplicada**.

##### 3.1.3. Nivel: Explicativo

Según Cabezas (2018), Consiste en determinar relaciones causales entre variables. La finalidad de la investigación explicativa es probar las hipótesis causales (p.48).

La siguiente investigación relacionada a la línea de conducción de agua potable tiene una antigüedad desde el año 1993 las mismas que vienen funcionando con algunos problemas por ello se focaliza en la explicación, el ¿por qué? De los fenómenos y la relación de este, con las variables propuestas. Tal como se ha

descrito, la investigación presente, tiene las mismas características de una investigación del **nivel explicativo**.

En cuanto a **teorías relacionadas al tema** se revisaron conceptos relacionados a las variables y sus dimensiones respectivas.

#### **3.1.4. Diseño:** Experimental

Según Behar (2018), considera el diseño no experimental en el cual se observa a los fenómenos tal cual ocurran en forma natural, no participando en dicho proceso. (p. 19).

La presente investigación del comportamiento hidráulico en líneas de conducción con tuberías convencionales se realizará con un diseño no experimental ya que se trabajará con información tomada in situ.

Conforme a la teoría revisada, esta investigación será de diseño **no experimental**.

### **3.2. Variables y operacionalización.**

#### **3.2.1. Variable 1: Tuberías convencionales**

##### **Definición conceptual**

Realizar un diseño comparativo técnico – económico en los sistemas de saneamiento con tuberías de PVC y Polietileno del Centro Poblado Pacanguilla, Diez y Muñoz (2019).

##### **Definición operacional**

La variable de tuberías convencionales se operacionaliza mediante sus dimensiones tanto en tubería de Policloruro de Vinilo (PVC), tubería de Fierro Galvanizado (F°G°) y tubería de Polietileno de Alta Densidad (HDPE), que vienen a ser tipos de tubería; a su vez cada una de estas dimensiones se desintegran en 3 indicadores.

#### **3.2.2. Variable 2: Comportamiento hidráulico de la línea de conducción.**

### **Definición conceptual**

Realizar la Simulación Hidráulica en línea en Conducción, la red de Distribución de Agua Potable aplicando en el Software WaterCAD en la Localidad de Laredo para su consolidación urbanística, Alayo Ruiz y Espinoza Orosco (2016)

### **Definición operacional**

La variable del Comportamiento hidráulico en línea de conducción se operacionaliza mediante sus dimensiones de velocidades, presiones y caudales, a su vez cada una de estas dimensiones se desintegran en 3 indicadores.

### **3.2.3. Operacionalización de variables**

Tabla 3.1

*Matriz de operacionalización de variables.*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA
V1: INDEPENDIENTE Tuberías convencionales.	Realizar un diseño comparativo – técnico – económico en los sistemas de saneamiento con tuberías de PVC y Polietileno del Centro Poblado Pacanguilla, Diez y Muñoz (2019).	La variable de tuberías convencionales se operacionaliza mediante sus dimensiones tanto para tubería de Policloruro de Vinilo (PVC), tubería de Fierro Galvanizado (F°G°) y tubería de Polietileno de Alta Densidad (HDPE), que vienen a ser tipos de tubería; a su vez cada una de estas dimensiones se desintegran en 3 indicadores.	D1. Tubería de Policloruro de Vinilo (PVC)  D2. Tubería de Fierro Galvanizado (F°G°)  D3. Tubería de Polietileno de Alta Densidad (HDPE)	I1. Longitud I2. Clase I3. Diámetro  I.1 Longitud I2. Diámetro  I1. Longitud I2. Clase I3. Diámetro	Ficha de recopilación de campo.	Razón
V2: DEPENDIENTE Comportamiento hidráulico de la línea de conducción en zonas de topografía agreste.	Realizar la Simulación Hidráulica de la línea de Conducción y red de Agua Potable Aplicando el Software WaterCAD en la Localidad de Laredo para su consolidación urbanística, Alayo Ruiz y Orosco (2016)	La variable del Comportamiento hidráulico de la línea de conducción se operacionaliza mediante sus dimensiones de velocidades, presiones y caudales, a su vez cada una de estas dimensiones se desintegran en 3 indicadores.	D1. Velocidad  D2. Presión  D3. Diámetro	I1. Velocidad Alta (5m/s). I2. Velocidad Media (2.5m/s). I3. Velocidad Baja (0.6m/s).  I1. Presión Alta (100 m.c.a). I2. Presión Media (45 m.c.a). I3. Presión Baja (10 m.c.a).  I1. Diámetro Mínimo I2. Diámetro Medio I3 Diámetro Máximo	Ficha de recopilación de campo.	Intervalo

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

#### **3.3.1. Población.**

Según Sánchez (2018) conjunto formado por todos los elementos que tienen características comunes, elementos, individuos, objetos, que comparten ciertas características o un criterio común. (p.102).

En la presente investigación la población estará conformada por 7.52 km de línea de conducción distrito de Circa.

#### **3.3.2. Muestra.**

Según Baena (2017) la muestra es la parte representativa del total de estudio, se obtiene por diversos procedimientos que comprenden dos grandes rubros, el muestreo probabilístico y el no probabilístico, (p. 140).

En la investigación la muestra es la línea de conducción de 7.52 km, distrito de Circa.

#### **3.3.3. Muestreo.**

Según Niño (2016) Es la técnica que hace seleccionar la muestra con una clara intención o criterio preestablecido. La muestra se selecciona, una representatividad de la población, pero puede tener falencias, según el caso. (p. 57).

Según Sánchez (2018) el muestreo no estadístico o no probabilístico es el que los casos o individuos se seleccionan según criterio del que investiga. (p. 94).

En la investigación se empleó el ***muestreo no probabilístico***.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

#### **3.4.1. Técnica: Observación directa.**

Según Cohen (2019) Es la observación directa se manifiesta en que pueden ser sometidos a la contrastación empírica, es el camino más confiable, válido para tratar el problema que dio lugar a la investigación, pueden ser evaluados empíricamente, no siempre resulta exitosa, puede ser modificada o reemplazada, (p. 247-248).

En el trabajo de investigación se aplicará la **técnica de la observación directa** para recopilar la información.

### 3.4.2. Instrumentos: Ficha de recopilación de información.

Según Navarro (2017) considera que el instrumento a aplicarse es el instrumento de recogida de información.

Ficha anecdótica, el documento donde se toman notas de los incidentes de cierto relieve, registrándose los datos por la persona a lo que se está observando, de una situación concreta. (p. 193).

En la presente investigación se aplicará como instrumento la **Ficha de recopilación de información**; cuyo diseño se muestra en el anexo de fichas de recopilación de datos de campo.

### 3.4.3. Validez: Juicio de expertos.

El instrumento de investigación se valida por medio de juicio de expertos. Así manifiesta Cohen (2019) puede comprenderse como la concordancia entre lo medido y lo que se desea medir, (p. 38).

Es el contenido que se va estipular mediante el juicio crítico de expertos, que es la asignación de rangos de validez de las variables, determinando el promedio de estas asignaciones se obtendrá el índice de validez para lo cual se presenta:

Tabla 3,2.

*Rangos y magnitudes de validez*

<b>RANGOS</b>	<b>MAGNITUD</b>
0.01 a 0.20	Muy Baja
0.21 a 0.40	Baja
0.41 a 0.60	Moderada
0.61 a 0.80	Alta
0.81 a 1	Muy Alta

Fuente: Ruiz Bolívar, (2005)

Tabla 3,3.

*Validez de contenido del instrumento de las variables: métodos computacionales y comportamiento hidráulico en línea de conducción con tuberías convencionales por juicio de expertos.*

<b>N°</b>	<b>Grado académico</b>	<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>CIP</b>	<b>Dictamen</b>
1	Ingeniero	Elguer Huamán Sulla	166845	1.000
2	Ingeniero.	Roberto Ricardo Vivanco Pinto	58214	1.000
3	Ingeniero	Sergio Hemerson Santos Gamarra	171635	0.857

Teniéndose como resultado final la validación de 0.952, que de acuerdo a la tabla N° 3,2 indica que entre el rango 0.81 a 1 la magnitud de validez es ***muy alta***.

#### **3.4.4. Confiabilidad.**

La confiabilidad como refiere Muñoz (2016) se refiere a la coherencia de los datos e información obtenida, se relaciona de forma particular con la técnica y, sobre todo, con los instrumentos empleados en la investigación, lo que asegura resultados consistentes. (p. 186).

Tabla 3,4.

Rangos y magnitudes de confiabilidad

<b>RANGOS</b>	<b>MAGNITUD</b>
0.01 a 0.20	Muy Baja
0.21 a 0.40	Baja
0.41 a 0.60	Moderada
0.61 a 0.80	Alta
0.81 a 1	Muy Alta

Fuente: Palella Stracuzzi & Martins, (2006)

#### **3.5. Procedimientos**

Cumpliendo la confiabilidad y validez se aplicará los ensayos mediante los métodos computacionales.

### 3.5.1. Estudios previos.

#### 3.5.1.1. Estudios de campo.

##### Estudios topográficos:

Se realizó el levantamiento topográfico (relleno) con Estación Total, empleando el método Taquimétrico. El levantamiento topográfico se realiza desde una poligonal abierta, se cuentan con 15 Bms ubicados en todo el tramo de línea en conducción iniciando en la captación y finalizando en el punto del reservorio. Siendo una longitud de la línea de conducción en 7.52 km.

Se muestra una topografía ondulada y accidentada, pendientes que varían entre rangos de 5% a 30%.

Los trabajos topográficos se realizaron con una Estación Total Gpt-7503 Topcon, cuatro prismas y bastones telescópicos de 3.50 m., un trípode de madera, cinco radios de comunicación motorola, una wincha de 50m, una wincha de 5m, un GPS Garmin 62s, una Camioneta HILUX.

Se adjunta el certificado de calibración de la Estación Total y la información taquimétrica que se encuentran en los anexos.

##### Estudios de exploración de suelos:

Las calicatas que se realizaron a lo largo de toda la línea en conducción iniciando en la captación y terminando en el reservorio son de 15 calicatas codificados del C-1 hasta el C-15.

A lo largo del recorrido de acuerdo al Expediente Técnico se llegó a que el tipo de suelo es de ML (limo inorgánico de baja plasticidad), GM (grava limosa), PT (turba y otros suelos altamente orgánicos), GC (grava arcillosa), SM (arena limosa).

##### Muestreo:

Se realizó el aforamiento en 5 cámaras reductoras de presión usando un balde y un cronometro: como se indican a continuación:

Descripción	Aforo (lts)	Tiempo 1 (seg)	Tiempo 2 (seg)	Tiempo 3 (seg)	Q 1 (lts/seg)	Q 2 (lts/seg)	Q 3 (lts/seg)	Q promedio (lts/seg)
CRP-1	18	10.23	10.30	10.20	1.76	1.565	1.545	1.568
CRP-3	18	10.20	10.24	10.23	1.765	1.698	1.525	1.601
CRP-5	18	10.25	10.22	10.25	1.756	1.593	1.731	1.648
CRP-7	18	10.23	10.24	10.23	1.76	1.636	1.538	1.585
CRP-9	18	10.24	10.21	10.22	1.758	1.667	1.565	1.613

### **Aforos de corriente:**

El manantial Yarccatoma se encuentra ubicado a 7.5km de la población, la cual sirve de fuente de agua potable a la Localidad de Antabamba, Circa.

El aforo tomado como la medición del caudal de agua que emerge desde un manantial, el método aplicado es el volumétrico. Los equipos de aforo constan de: balde y cronómetro. Se obtuvo como resultado al promediar las 5 pruebas de aforo, caudal de disponibilidad mínima de agua 1.76 lit/seg.

### **3.5.1.2. Estudios de Laboratorio.**

De acuerdo al Expediente Técnico se determinó que los estudios de laboratorio se ciñen al RNE E-050: "Suelos y Cimentaciones" técnica de calicata, de las cuales se realiza el ensayo estándar siguiente:

Tabla 3,5.

#### *Perfiles Estratigráficos*

Ubicación	Calicata	Clasificación (SUCS)
Captación	C-1	Pt, ML
L. de conducción	C-2	Pt, GM
L. de conducción	C-3	Pt, SM
L. de conducción	C-4	Pt, SC-SM
L. de conducción	C-5	Pt, SM
L. de conducción y pase Aéreo	C-6	Pt, GM
L. de conducción	C-7	Pt, SM
L. de conducción	C-8	Pt, SM
L. de conducción	C-9	Pt, GM
L. de conducción	C-10	Pt, SC-SM
L. de conducción	C-11	Pt, SM
L. de conducción	C-12	Pt, SM
L. de conducción y pase Aéreo	C-13	Pt, SM
L. de conducción	C-14	Pt, GC
L. de conducción	C-15	Pt, GM

Fuente: (Expediente Técnico, Estudio de Suelos, 2017)

El análisis de aforo y agua se realiza mediante el método volumétrico, obteniendo los resultados como se indica en la tabla 3,6.

Resultados microbiológicos : Ministerio de Vivienda.

Resultados fisicoquímicos : Ministerio de Vivienda.

Tabla 3,6.

*Resultados Microbiológicos*

Ensayo(s)	Unidad	Límite de cuantificación	Resultado(s)
Coliformes Fecales	NMP/100ml	1,8	< 1,8
Coliformes Totales	NMP/100ml	1,8	< 1,8

Fuente: (Exp. Téc., Informe de Ensayo LLP-2746-2016, SO-1070-2016)

Tabla 3,7.

*Resultados Fisicoquímicos*

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Ph	-	8.00
Turbidez	NTU	0.75
Color	UCV	5
Conductividad	us/cm	258.9
Cloruros	mgCr/L	47.99
Sulfatos	mgSO <sub>4</sub> <sup>2</sup> /L	53.08
Dureza total	mgCaCO <sub>3</sub> /L	37.27

Fuente: (Exp. Téc., Informe de Ensayo LLP-2746-2016, SO-1070-2016)

### 3.6. Método de análisis de datos.

#### Cálculo 1: Aforo

Tabla 3,8.

#### Cálculo del Aforamiento en Captación

N° de pruebas	Volumen (lts)	Tiempo (seg)	Caudal mínimo (lts/seg)	Caudal máximo (lit/seg)	Caudal promedio (lit/seg)
1	18.00	10.23	1.760	2.4633	2.111
2	18.00	10.20	1.765	2.4706	2.118
3	18.00	10.25	1.756	2.4585	2.107
4	18.00	10.23	1.760	2.4633	2.111
5	18.00	10.24	1.758	2.4609	2.109
<b>PROMEDIO</b>			<b>1.760</b>	<b>2.463</b>	<b>2.111</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

El procedimiento para el cálculo del aforo se realizó con un balde de 18 lts y un cronometro, que consistió en llenar el balde en un tiempo cronometrado, las mismas que se realizaron 5 pruebas como se indica en la tabla 3,8.

#### Cálculo 2: Población actual.

$$Pa = 153 * 5.52 = 845 \text{ hab.}$$

Según la ecuación, se cuenta con 153 viviendas, con la densidad poblacional de 5.52 Hab/Viv, para luego obtener 845 habitantes en total.

#### Cálculo 3: Dotación

La dotación poblacional por contar con alcantarilla será considerada: D: 100.00 lit/hab/día., de acuerdo a la Guía del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

#### Cálculo 4: Demanda de Agua

$$Q1 = \frac{844.56 * 120}{86400} = 1.173 \text{ lit/seg}$$

El cálculo para esta ecuación es la multiplicación de la población futura por la dotación poblacional dividida entre 86400 seg. De las que se tiene que el **consumo promedio anual** Q1 de 1.173 lit/seg.

$$Q2 = \frac{(7+11*20)}{86400} = 0.004 \text{ lit/seg}$$

El desarrollo de esta ecuación se da a partir de la población inicial más población educación primaria multiplicada por dotación educación primaria dividida entre 86400 seg obteniéndose el **consumo educación inicial/primaria**: Q2 de 0.004 lit/seg.

$$Q3 = \frac{Ps*Ds)}{86400}$$

No se cuenta con Institución Secundaria es por ello que el **consumo Educación Secundaria**: Q3 es 0.000 lit/seg

$$Q4 = \frac{11.04*120}{86400} = 0.015 \text{ lts/seg}$$

Según la ecuación se tiene que la población institución social multiplicada por dotación poblacional dividida entre 86400 seg, de las que se obtiene el **consumo de instituciones sociales**: Q4 de 0.015 lit/seg

$$Qm = (1.173 + 0.004 + 0.000 + 0.015) = 1.193 \text{ lts/seg}$$

De acuerdo a la ecuación se desarrolla la suma del consumo promedio anual más consumo educación inicial/primaria, consumo educación secundaria, de las que se obtiene **consumo promedio anual total**: Qm= 1.193 lit/seg

$$Qmd = 1.30 * 1.193 = 1.550 \text{ lts/seg}$$

La ecuación resulta del coeficiente de consumo máximo diario multiplicado por el consumo promedio anual, dando como **consumo máximo diario**: Qmd de 1.550 lit/seg

$$Qmh = 2 * 1.193 = 3.385 \text{ lts/seg}$$

Se tiene que el coeficiente de consumo máximo horario, multiplicado por el consumo promedio anual total, resulta el **consumo máximo horario**, en:  $Q_{mh} = 2.385 \text{ lit/seg}$

#### **Cálculo 5: Reservorio**

La determinación del volumen de almacenamiento neto fue recabada del Expediente Técnico.

**Volumen de almacenamiento neto de agua:**  $V_{alm} = 25.758 \text{ m}^3$

Se asume =  $26.00 \text{ m}^3$

**Tiempo de llenado del reservorio:**  $Tiempo = 3.028 \text{ horas}$

#### **Cálculo 6: Línea de conducción**

##### **Resultados:**

$$Q_m = (1.173 + 0.004 + 0.000 + 0.015) = 1.193 \text{ lts/seg}$$

- Analizada la ecuación se tiene que el **consumo Promedio Anual Total:**  $Q_m = 1.193 \text{ lit/seg}$ .

- El coeficiente de consumo máximo diario:  $K_1 = 1.300$

$$Q_{md} = 1.30 * 1.193 = 1.550 \text{ lts/seg}$$

- De acuerdo a la ecuación se tiene que el consumo máximo diario:  $Q_{md} = 1.550 \text{ lit/seg}$

##### **Condición:**

-  $V_{mín} = 0.600 \text{ m/seg}$ .

-  $V_{máx} = 3.000 \text{ m/seg}$ . a  $5.000 \text{ m/seg}$ .

#### **3.6.1. OE1: Cálculo de la variación de la velocidad en la línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste.**

De acuerdo a la ecuación de continuidad la masa que ingresa es la misma que sale al culminar un tramo que es desde la captación hasta la cámara reductora de presión, de la misma forma se da en todos los tramos siguientes de la línea de conducción, con una velocidad constante para cada tipo de tubería como se indica en la Tabla 3,9.

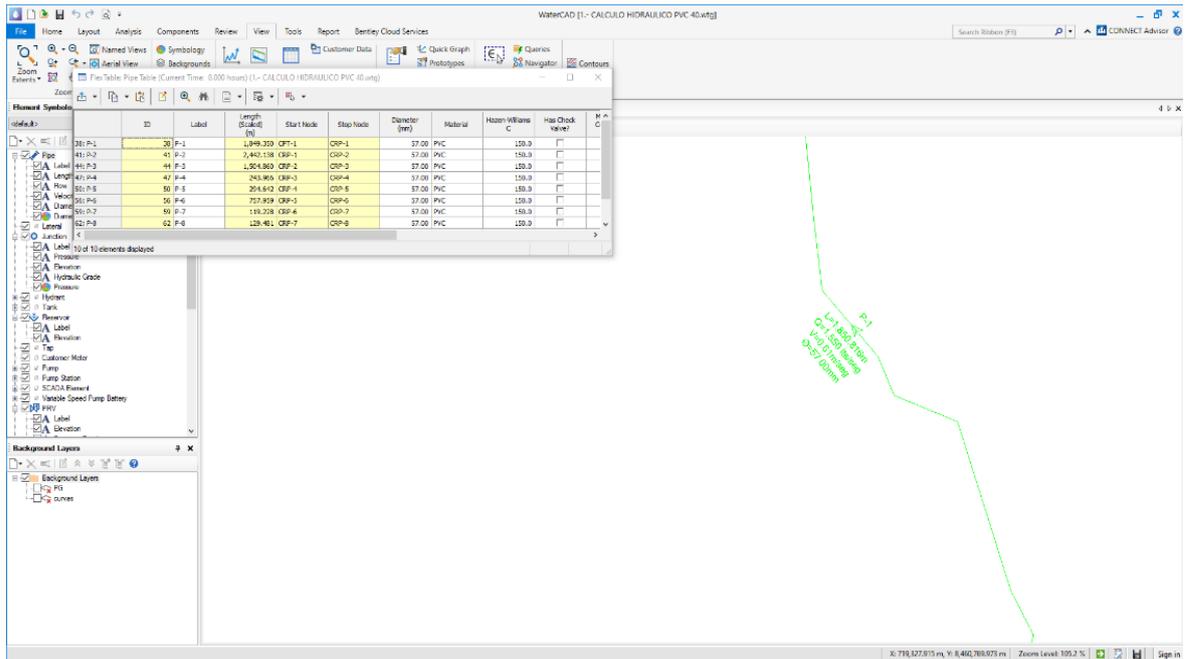


Figura 3,1: Procesamiento con WaterCAD 2018, de la línea de conducción.

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)
38: P-1	38 P-1	1,849.350	CPT-1	CRP-1	57.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1.550	0.61	0.007	<input type="checkbox"/>	0.000
41: P-2	41 P-2	2,442.138	CRP-1	CRP-2	57.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1.550	0.61	0.007	<input type="checkbox"/>	0.000
44: P-3	44 P-3	1,504.860	CRP-2	CRP-3	57.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1.550	0.61	0.007	<input type="checkbox"/>	0.000
47: P-4	47 P-4	243.966	CRP-3	CRP-4	57.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1.550	0.61	0.007	<input type="checkbox"/>	0.000
50: P-5	50 P-5	294.642	CRP-4	CRP-5	57.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1.550	0.61	0.007	<input type="checkbox"/>	0.000
56: P-6	56 P-6	757.959	CRP-5	CRP-6	57.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1.550	0.61	0.007	<input type="checkbox"/>	0.000
59: P-7	59 P-7	119.228	CRP-6	CRP-7	57.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1.550	0.61	0.007	<input type="checkbox"/>	0.000
62: P-8	62 P-8	129.481	CRP-7	CRP-8	57.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1.550	0.61	0.007	<input type="checkbox"/>	0.000
65: P-9	65 P-9	114.967	CRP-8	CRP-9	57.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1.550	0.61	0.007	<input type="checkbox"/>	0.000
66: P-10	66 P-10	50.196	CRP-9	R-1	57.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1.550	0.61	0.007	<input type="checkbox"/>	0.000

Figura 3,2: Resultados de procesamiento con WaterCAD 2018, de la línea de conducción.

Tabla 3,9.

Resultados de la Velocidad en los diferentes tramos, con tuberías convencionales.

TIPO DE TUBERIA	TRAMO	COTA (msnm)		VELOCIDAD (m/s)
		INICIO	FINAL	
	CPT – CRP1	3 281.736	3 208.081	0.610
	CRP1 – CRP2	3 208.081	3 133.086	0.610
	CRP2 – CRP3	3 133.086	3 063.716	0.610
	CRP3 – CRP4	3 063.716	3 002.117	0.610
	CRP4 – CRP5	3 002.117	2 943.948	0.610

Policloruro de Vinilo (PVC)	CRP5 – CRP6	2 943.948	2 883.680	0.610
	CRP6 – CRP7	2 883.680	2 825.626	0.610
	CRP7 – CRP8	2 825.626	2 766.297	0.610
	CRP8 – CRP9	2 766.297	2 725.134	0.610
	CRP9 – R1	2 725.134	2 703.774	0.610
Fierro	CPT – CRP1	3 281.736	3 014.317	0.680
Galvanizado (F°G°)	CRP1 – CRP2	3 014.317	2 808.268	0.680
	CRP2 – R1	2 808.268	2 703.774	0.680
	CPT – CRP1	3 281.736	3 178.867	0.640
	CRP1 – CRP2	3 178.867	3 077.222	0.640
Polietileno de alta	CRP2 – CRP3	3 077.222	2 999.073	0.640
	CRP3 – CRP4	2 999.073	2 920.024	0.640
Densidad (HDPE)	CRP4 – CRP5	2 920.024	2 840.460	0.640
	CRP5 – CRP6	2 840.460	2 759.487	0.640
	CRP6 – R1	2 759.487	2 703.774	0.640

Fuente: Elaboración propia, la información fue procesada con WaterCAD 2018.

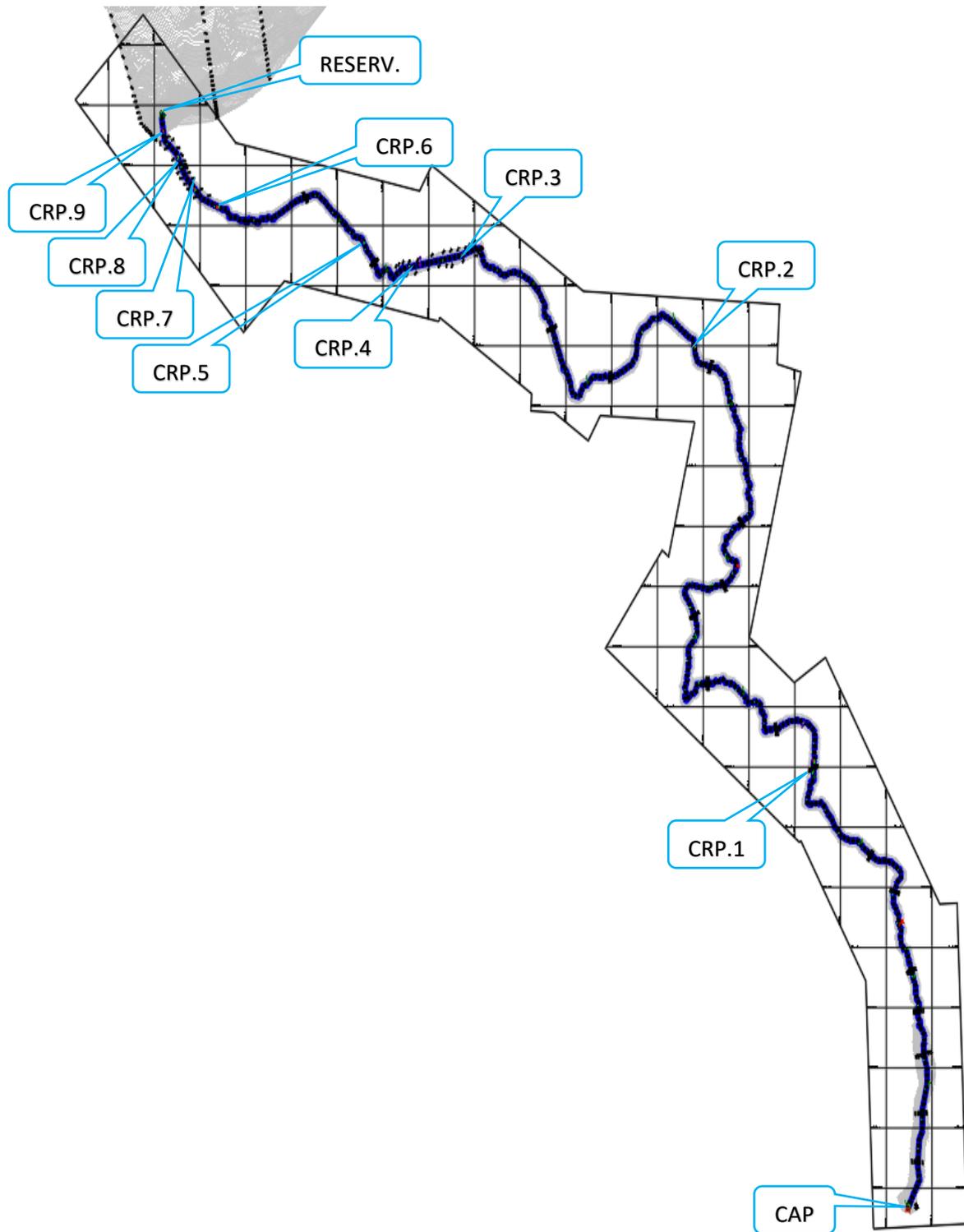


Figura 3,3: Esquema hidráulico de la línea de conducción

**3.6.2. OE2: Análisis de la variación de las presiones en la línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste.**

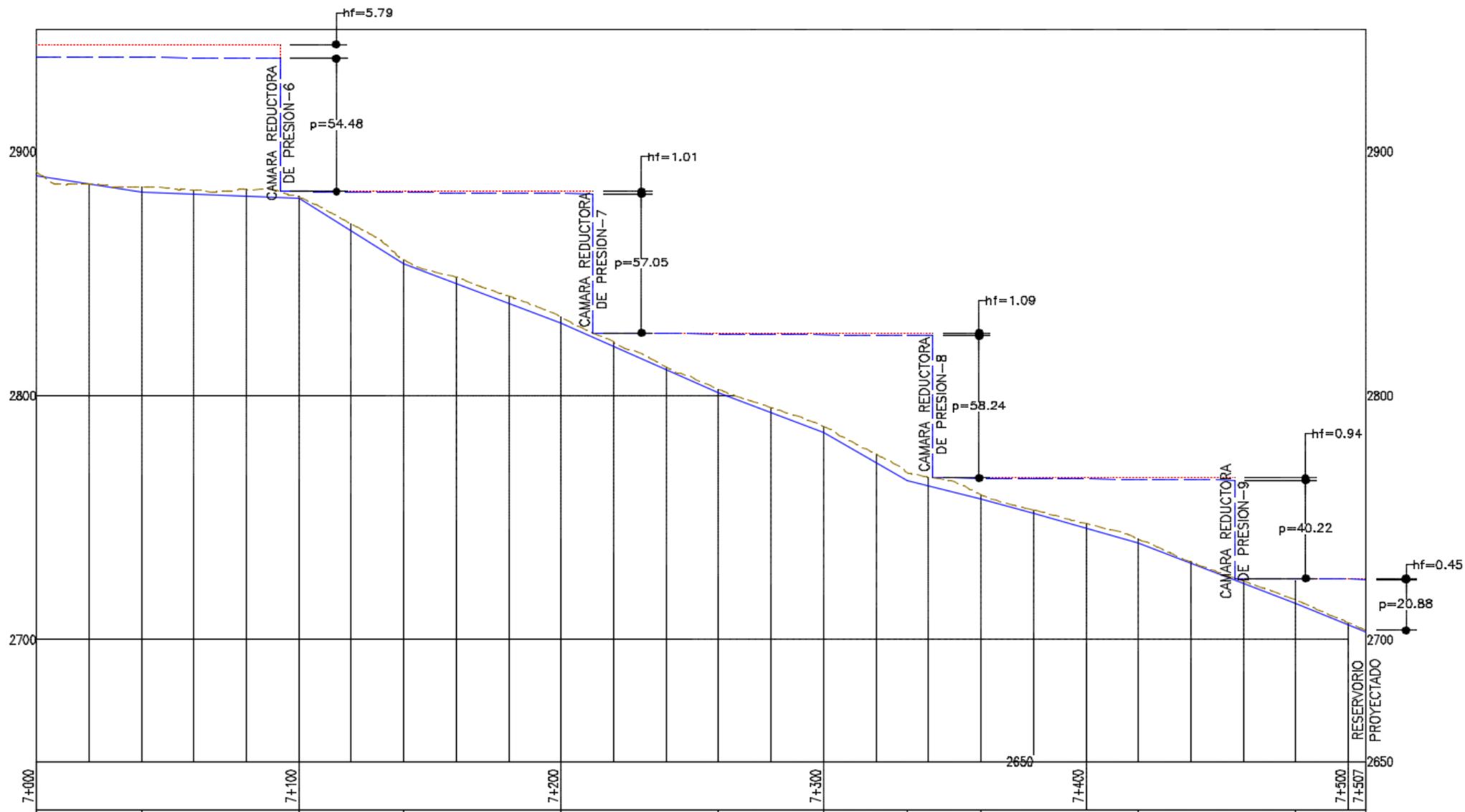


Figura 3,4: Perfil piezométrico en línea de conducción tramo km 7+000 al km 7+507.

Tabla 3,10.

*Resultados de la presión en los diferentes tramos, con tuberías convencionales.*

TIPO DE TUBERIA	TRAMO	COTA (msnm)	PRESION (mH2O)
Policloruro de Vinilo (PVC)	CPT – CRP1	3 281.736	59.690
	CRP1 – CRP2	3 208.081	56.598
	CRP2 – CRP3	3 133.086	57.987
	CRP3 – CRP4	3 063.716	59.653
	CRP4 – CRP5	3 002.117	55.850
	CRP5 – CRP6	2 943.948	54.483
	CRP6 – CRP7	2 883.680	57.047
	CRP7 – CRP8	2 825.626	58.242
	CRP8 – CRP9	2 766.297	40.221
	CRP9 – R1	2 725.134	20.942
Fierro Galvanizado (F°G°)	CPT – CRP1	3 281.736	166.563
	CRP1 – CRP2	3 014.317	184.608
	CRP2 –R1	2 808.268	99.948
Polietileno de alta Densidad (HDPE)	CPT – CRP1	3 281.736	78.977
	CRP1 – CRP2	3 178.867	76.282
	CRP2 – CRP3	3 077.222	75.049
	CRP3 – CRP4	2 999.073	74.270
	CRP4 – CRP5	2 920.024	74.352
	CRP5 – CRP6	2 840.460	79.276
	CRP6 – R1	2 759.487	54.344

La interpretación de la Tabla 3,10. La tubería en toda la línea de conducción es mínima de **clase 7.5**.

### 3.6.3. OE3: Cuantificación de la variación de diámetros en línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste.

Se determina el diámetro de 2" por qué si cumple con las velocidades, presiones mínimas y máximas, se hicieron las pruebas con tubería de 2", 2 ½" y 1 ½" dando como resultados lo siguiente.

Tabla 3,11.

*Resultado del diámetro de tuberías.*

TIPO DE TUBERIA	TRAMO	DIÁMETROS			VARIA. PRESION (m.c.a) PROMEDIO			VARIA. VELOC. (m/s) PROMEDIO		
PVC	CPT-RES	1 ½"	2"	3"	62.07	52.07	42.07	0.51	0.61	0.81
F°G°	CPT-RES	1 ½"	2"	3"	171.04	150.37	133.70	0.58	0.68	0.88
HDPE	CPT-RES	1 ½"	2"	3"	88.94	73.22	63.22	0.54	0.64	0.84

Resultados de procesamiento con WaterCAD 2018, de la línea de conducción con diámetros de 1 ½", 2" y 3", dando como resultado que, a raíz de modificar los diámetros, varían las presiones y velocidades como indica la Tabla 3,11.

**3.6.4. OE: Determino el comportamiento hidráulico de la línea de conducción con tuberías convencionales en zonas de topografía agreste.**

Determinación del Numero de Reynolds, para tubería de **Policloruro de Vinilo (PVC)**:

$$\text{Para diámetro 2"}: N_R = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} * 0.61 \frac{m}{s} * 0.057m}{0.32 * 10^{-3} * N \frac{s}{m^2}} = 34,770.00$$

De acuerdo a la ecuación por tratarse de que la velocidad es constante en toda la línea de conducción se tiene el número de Reynolds en 34,770.00

$$\text{Para diámetro 1 ½"}: N_R = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} * 0.61 \frac{m}{s} * 0.043m}{0.32 * 10^{-3} * N \frac{s}{m^2}} = 26,034.80$$

De acuerdo a la ecuación por tratarse de que la velocidad es constante en toda la línea de conducción se tiene el número de Reynolds en 26,034.80

$$\text{Para diámetro 3"}: N_R = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} * 0.61 \frac{m}{s} * 0.076m}{0.32 * 10^{-3} * N \frac{s}{m^2}} = 46,482.00$$

De acuerdo a la ecuación por tratarse de que la velocidad es constante en toda la línea de conducción se tiene el número de Reynolds en 46,482.00

Determinación del Numero de Reynolds, para tubería de **Fierro Galvanizado (F°G°)**:

$$\text{Para diámetro 2"}: N_R = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} * 0.61 \frac{m}{s} * 0.054m}{0.32 * 10^{-3} * N \frac{s}{m^2}} = \mathbf{36,584.00}$$

De acuerdo a la ecuación por tratarse de que la velocidad es constante en toda la línea de conducción se tiene el número de Reynolds en 36,584.00

$$\text{Para diámetro 1 } \frac{1}{2}\text{"}: N_R = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} * 0.61 \frac{m}{s} * 0.041m}{0.32 * 10^{-3} * N \frac{s}{m^2}} = \mathbf{27,812.00}$$

De acuerdo a la ecuación por tratarse de que la velocidad es constante en toda la línea de conducción se tiene el número de Reynolds en 27,812.00

$$\text{Para diámetro 3"}: N_R = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} * 0.61 \frac{m}{s} * 0.063m}{0.32 * 10^{-3} * N \frac{s}{m^2}} = \mathbf{42,636.00}$$

De acuerdo a la ecuación por tratarse de que la velocidad es constante en toda la línea de conducción se tiene el número de Reynolds en 42,636.00

Determinación del Numero de Reynolds, en tubería de **Polietileno de Alta Densidad (HDPE)**:

$$\text{En diámetro 2"}: N_R = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} * 0.61 \frac{m}{s} * 0.055m}{0.32 * 10^{-3} * N \frac{s}{m^2}} = \mathbf{35,456.00}$$

De acuerdo a la ecuación por tratarse de que la velocidad es constante en toda la línea de conducción se tiene el número de Reynolds en 35,456.00

$$\text{Para diámetro 1 } \frac{1}{2}\text{"}: N_R = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} * 0.61 \frac{m}{s} * 0.040m}{0.32 * 10^{-3} * N \frac{s}{m^2}} = \mathbf{25,856.00}$$

De acuerdo a la ecuación por tratarse de que la velocidad es constante en toda la línea de conducción se tiene el número de Reynolds en 25,856.00

$$\text{Para diámetro 3"}: N_R = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} * 0.61 \frac{m}{s} * 0.065m}{0.32 * 10^{-3} * N \frac{s}{m^2}} = \mathbf{41,856.00}$$

De acuerdo a la ecuación por tratarse de que la velocidad es constante en toda la línea de conducción se tiene el número de Reynolds en 41,856.00

De todo lo descrito y desarrollado se determina que tenemos un flujo turbulento en toda la línea de conducción de acuerdo a los tres tipos de tubería analizados.

En tubería de **Policloruro de Vinilo (PVC)**, el Nr de Reynolds mínimo es 26,034.80 y el máximo Nr de Reynolds es 46,482.00.

En tubería de **Fierro Galvanizado (F°G°)**, el Nr de Reynolds mínimo es 27,812.00 y el máximo Nr de Reynolds es 42,636.00.

En la tubería de **Polietileno de Alta Densidad (HDPE)**, el Nr de Reynolds el mínimo es 25,856.00 y el máximo Nr de Reynolds es 41,856.00.

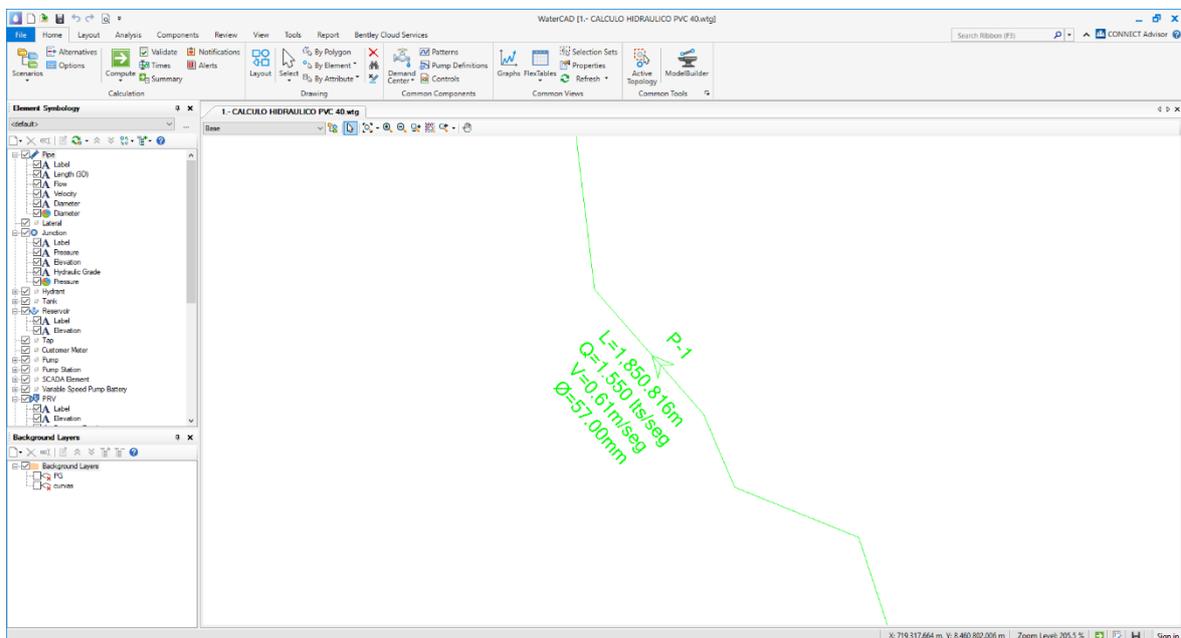


Figura 3,5: Detalle de Línea de Conducción WaterCAD 2018.

### 3.7. Aspectos éticos

En la investigación se respetaron: los resultados, la propiedad intelectual de los autores, la confiabilidad de la información obtenida y la identidad de las personas que fueron participes del estudio.

El criterio ético tomado en cuenta fue: la confidencialidad, la objetividad, la originalidad y el consentimiento de las personas implicadas en la obtención de información.

#### IV. RESULTADOS.

Los resultados se mostrarán de acuerdo a los objetivos descritos.

##### Análisis.

#### 4.1. OE1. Calculo la variación de la velocidad en línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste.

Según los resultados en la tabla 3,9. Estamos frente a un caso típico de velocidades normales y superiores entre 0.600 m/seg hasta 3.000 m/seg, estas velocidades podemos tomarlas como aceptables para el uso de los tres tipos de tuberías, las cuales cumplen con RNE.

Las velocidades en tubería: Policloruro de Vinilo (PVC) en diámetros de 1 ½", 2" y 3" varían desde 0.51 m/s hasta 0.81 m/s, mientras que en tubería de Fierro Galvanizado (F°G°) para los diámetros de 1 ½", 2" y 3" varían desde 0.58 m/s hasta 0.88 m/s, en tubería: Polietileno de Alta Densidad (HDPE) en diámetros: 1 ½", 2" y 3" varían desde 0.54 m/s hasta 0.84 m/s.

TIPO DE TUBERIA	TRAMO	COTA (msnm)		VELOCIDAD (m/s)
		INICIO	FINAL	
PVC	CPT – R1	3 281.736	2 725.134	0.610
F°G°	CPT – R1	3 281.736	2 725.134	0.680
HDPE	CPT – R1	3 281.736	2 725.134	0.640

Resumen: cuadro de velocidades en toda la red con los tres tipos de tubería.

#### 4.2. OE2. Análisis de la variación de la presión en la línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste.

Según los resultados en la tabla 3,10.

Las presiones en tuberías de Policloruro de Vinilo (PVC) varían de 20.94 m.c.a a 59.69 m.c.a, Para las tuberías de Fierro Galvanizado (F°G°), se tienen presiones que varían de 99.94 m.c.a a 184.60 m.c.a, mientras que en tuberías de Polietileno de Alta Densidad (HDPE), las presiones varían de 54.34 m.c.a a 79.27 m.c.a.

Tipo de Tubería	Tramo	Presión mínima (mH2O)	Presión máxima (mH2O)
Policloruro de Vinilo (PVC)	CPT – R1	20.942	59.690
Fierro Galvanizado (F°G°)	CPT – R1	99.948	184.608
Poliet. de alta Dens. (HDPE)	CPT – R1	54.344	79.276

De lo descrito se determina que la tubería de Policloruro de Vinilo (PVC) debe de ser clase 7.5.

**4.3. OE3. Cuantificación del diámetro de tuberías en línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste.**

Según los resultados en la tabla 3,11.

Para la determinación del diámetro se tomó en consideración las presiones máximas y mínimas, así como también las velocidades mínimas y máximas es así que si cumple el diámetro requerido de 2" clase 7.5.

**4.4. OG. Determinación del comportamiento hidráulico de la línea de conducción con tuberías convencionales en zonas de topografía agreste.**

Se determina que el comportamiento hidráulico de línea de conducción según al número de Reynolds: para tubería de Policloruro de Vinilo (PVC) es de 34700 (flujo turbulento), para la tubería de Fierro Galvanizado (F°G°) es de 36584 (flujo turbulento), en tubería: Polietileno de Alta Densidad (HDPE) es 35456 (flujo turbulento).

TIPO DE TUBERIA	FLUJO TURBULENTO	FLUJO DE TRANSICION	FLUJO LAMINAR
TUBERIA PVC	34,700.00	-	-
TUBERIA F°G°	36,584.00	-	-
TUBERIA HDPE	35,456.00	-	-

De acuerdo a lo descrito se tiene que el sistema está trabajando con un flujo turbulento.

## V. DISCUSIÓN.

Las discusiones han sido desarrolladas de acuerdo a los objetivos.

### **Discusión 1.**

Las velocidades en tubería de Policloruro de Vinilo (PVC) para los diámetros: 1 ½", 2" y 3" varían desde 0.51 m/s hasta 0.81 m/s, mientras que en tubería de Fierro Galvanizado (F°G°) para los diámetros de 1 ½", 2" y 3" varían desde 0.58 m/s hasta 0.88 m/s, en tubería: Polietileno de Alta Densidad (HDPE) en los diámetros: 1 ½", 2" y 3" varían desde 0.54 m/s hasta 0.84 m/s.

Al respecto Prudencio (2016), citado como antecedente nacional manifiesta sobre las velocidades en tramos que se ubican casi al límite. Logrando la velocidad mínima en 0.65m/s en sus puntos 2 y 10, respectivamente. Así mismo Zambrano (2017) citado como antecedente internacional manifiesta que se posee velocidades permisibles por encima de 0.60 m/s.

Como se puede observar los valores determinados para el Objetivo Especifico 1 son similares y consistentes con los antecedentes; por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

### **Discusión 2.**

Las presiones en tuberías de Policloruro de Vinilo (PVC) varían de 20.94 m.c.a a 59.69 m.c.a, Para las tuberías de Fierro Galvanizado (F°G°), se tienen presiones que varían de 99.94 m.c.a a 184.60 m.c.a, mientras que en tuberías de Polietileno de Alta Densidad (HDPE), las presiones varían de 54.34 m.c.a a 79.27 m.c.a inferiores a los que nos limita la presión en 160 m.c.a.

Al respecto Alayo (2018), mencionado como antecedente nacional indica que estamos frente a un caso típico de presiones normales y superiores de 10 mca a 30 mca, estas presiones las tomamos como aceptable para abastecer a la población, que cumplen con el RNE, Así mismo Zambrano (2017) citado como antecedente internacional manifiesta que se posee presiones superiores a 7mca e inferiores a 30mca.

Como se puede observar los valores determinados para el objetivo específico 2 están dentro de lo permitido por el RNE, consistentes con los antecedentes; por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

### **Discusión 3.**

Para la determinación del diámetro se tomó en consideración las presiones máximas y mínimas, así como también las velocidades mínimas y máximas es así que si cumple el diámetro requerido de 2" clase 7.5.

Al respecto Parrales (2018), citado como antecedente nacional determina que el diámetro de la tubería es de una pulgada y media de diámetro. Para lo cual se tendrá en cuenta la tubería de PVC PAVCO clase 5, Así mismo Palma (2017) citado como antecedente internacional indica que la tubería PVC, de Clase 10 con unión Anger en la red de distribución, con diámetro de 110 mm cumpliendo con la expectativa en proveer con agua a las 60 viviendas.

Como se puede observar los valores determinados para el objetivo específico 3 se dan de acuerdo a la población beneficiaria, las mismas que son consistentes con los antecedentes; por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

### **Discusión 4.**

Se determina que el comportamiento hidráulico en la línea de conducción según a número de Reynolds: en tubería de Policloruro de Vinilo (PVC) es de 34700 (flujo turbulento), en tubería de Fierro Galvanizado (F°G°) es de 36584 (flujo turbulento), en tubería de Polietileno de Alta Densidad (HDPE) es 35456 (flujo turbulento).

Al respecto López (2017), citado como antecedente nacional indica al determinar la rugosidad hidráulica se realiza un ensayo de pérdida de presión utilizando aire en condiciones de incompresibilidad (Número de Mach < 0.2), en el rango de acuerdo al número de Reynolds de  $9 \times 10^4$  –  $8 \times 10^5$  aproximadamente., Así mismo Changoluisa (2014) citado como antecedente internacional indica que En cada ensayo el caudal aumenta iniciando en flujos laminares en el cual el caudal como máximo 0.020 l/seg y cambiando a flujos turbulentos con caudales mayores de hasta 0.25 l/seg en el conducto 12.7mm.

Como se puede observar los valores determinados para el objetivo general son similares y consistentes con los antecedentes; por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

## **VI. CONCLUSIONES.**

Las conclusiones han sido desarrolladas de acuerdo a los objetivos.

### **Conclusión 1.**

Las velocidades para tuberías de Policloruro de Vinilo (PVC) varían de 0.51 m/s hasta 0.81 m/s; para tuberías de Fierro Galvanizado (F°G°) varían de 0.58 m/s hasta 0.88 m/s, para tuberías de Polietileno de Alta Densidad (HDPE) varían de 0.54 m/s hasta 0.84 m/s. Estos resultados están dentro de lo permitido por el RNE. Es adecuado para la demanda de la población.

### **Conclusión 2.**

Realizado el modelamiento hidráulico se obtuvieron presiones en tuberías de Policloruro de Vinilo (PVC) varían de 20.94 m.c.a a 59.69 m.c.a, Para las tuberías de Fierro Galvanizado (F°G°), se tienen presiones que varían de 99.94 m.c.a a 184.60 m.c.a, mientras que en tuberías de Polietileno de Alta Densidad (HDPE), las presiones varían de 54.34 m.c.a a 79.27 m.c.a.

De lo descrito el sistema con el que se cuenta es de 2" clase 7.5, lo que si cumple y por ello el sistema viene funcionando correctamente y con normalidad.

### **Conclusión 3.**

Se realizo la simulación en los tres escenarios distintos llegando a la conclusión que la red viene funcionando con normalidad con la Tubería PVC-C7.5 de 2". Esto a raíz del caudal y población beneficiaria.

### **Conclusión 4.**

Se determina que el comportamiento hidráulico de la línea de conducción según al número de Reynolds: se tiene un flujo turbulento desde 34700 hasta 36584. De acuerdo a lo descrito se tiene que el sistema está expuesto a desgastarse más rápido que lo normal y por ende sufrir alguna falla.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

### **Recomendación 1.**

La velocidad mínima debe de ser 0.60m/s cualquiera sea la calidad y tipo de tubería, las velocidades máximas para tubería de Policloruro de Vinilo (PVC) debe de ser 3 m/s a 5m/s, para Polietileno de alta Densidad (HDPE) debe de ser 5m/s, para Fierro Galvanizado (F°G°) debe de ser 5m/s.

Se recomienda que se trabaje siempre con el RNE para así poder llegar a un diseño óptimo.

### **Recomendación 2.**

Las presiones en tubería de Policloruro de Vinilo (PVC) mínimo debe de ser 10 m.c.a. y máximo 100 m.c.a., en tubería de Fierro Galvanizado (F°G°) mínimo debe de ser 40 m.c.a. y máximo 150 m.c.a, mientras que en tuberías de Polietileno de Alta Densidad (HDPE) mínimo debe de ser 25 m.c.a. y máximo 100 m.c.a.

Se recomienda si en caso que las presiones no cumplan lo que indica el RNE, variar en el diámetro de la tubería de la línea en conducción.

### **Recomendación 3.**

Se recomienda el uso de tubería PVC SAP C-7.5 como mínimo para toda la línea de conducción, en los pases aéreos se recomienda el uso de Tubería de Fierro Galvanizado.

### **Recomendación 4.**

Se recomienda aumentar más cámaras reductoras de presión, en los tramos donde se presentan fuertes presiones. De tal manera la tubería no sufra rotura por desgaste debido al flujo turbulento que presenta el sistema.

## REFERENCIAS

1. **DIEZ COSTA, Eder Hans y MUÑOZ CHACON, Wilmer Michel. 2019.** *DISEÑO COMPARATIVO TECNICO-ECONOMICO ENTRE SISTEMAS DE SANEAMIENTO CON TUBERIAS DE PVC Y DE POLIETILENO - C.P. PACANGUILLA- LA LIBERTAD.* TRUJILLO-PERU : Andares, 2019.
2. **ACRUTA SANCHEZ, Alfredo. 2018.** *Valores del coeficiente de Rugosidad-Manning.* Lima : Mecanica de Fluidos, 2018.
3. **Agua, Comisión Nacional del. 2017.** *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento.* Mexico : D.R. © Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2017. ISBN: 978-607-626-012-8.
4. **ALAYO RUIZ, Manuel William y ESPINOZA OROSCO, Jaime Saul. 2016.** *SIMULACION HIDRAULICA DE LA LINEA DE CONDUCCION Y RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE APLICANDO EL SOFTWARE WATERCAD EN LA LOCALIDAD DE LAREDO.* [Virtual] TRUJILLO-PERU : s.n., 2016.
5. —. **2018.** *Simulación Hidráulica de la Línea de Conducción y red de Distribución de agua potable aplicando el software Watercad en la localidad de Laredo.* Laredo : s.n., 2018.
6. **BAENA PAZ, Guillermina. 2017.** *Metodologia de la Investigacion.* Mexico : Grupo Editorial Patria, 2017.
7. **BEHAR RIVERO, Daniel S. 2018.** *Metodologia de la Investigacion.* New York : Editorial Shalom 2008, 2018. ISBN 978-959-212-783-7.
8. **Bernardo, Carlos Enrique. 2019.** *Metodología de la investigación.* Perú : Unidad Académica de Estudios Generales, 2019. ISSN 1045-10647.
9. *Catálogo de Infraestructura Polietileno de Alta Densidad.* **TIGRE. 2018.** PERU : s.n., 2018.
10. **CHANGOLUISA ANALUISA, GABRIELA ELIZABETH. 2014.** *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO DE LABORATORIO PARA LA DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE REYNOLDS.* [Virtual] QUITO-ECUADOR : s.n., 2014.
11. **COHEN, Nestor y GOMEZ ROJAS, Gabriela. 2019.** *Metodologia de la Investigacion ¿para que?* Buenos Aires-Argentina : © Editorial Teseo, 2019, 2019. ISBN 978-987-723-190-8.
12. —. **2019.** *Metodologia de la investigacion, ¿para que?* Buenos Aires : © Editorial Teseo, 2019, 2019. ISBN: 9789877231908.
13. **CÓRDOVA MONTALVO, Flor Dalmid. 2018.** *DISEÑO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO DE BARRO BLANCO, DISTRITO DE UCHIZA, PROVINCIA DE TOCACHE, DEPARTAMENTO SAN MARTÍN – 2018.* Chimbote : Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, 2018.
14. **Densidad, Polietileno de Alta. 2011.** *Características y propiedades del polietileno de alta densidad.* Lima : Catalogo Tigre, 2011.
15. **ESTACIO NATIVIDAD, Juan Manuel y MELÉNDEZ RODRÍGUEZ, Juan Manuel. 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-Peru : MACRO, 2017. ISBN 9656074263562.
16. **FABIAN JANAMPA, Cesar Ying. 2017.** *DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA RINCONADA DE PAMPLONA ALTA, APLICANDO EPANET Y ALGORITMOS GENÉTICOS PARA LA LOCALIZACIÓN DE VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN.* [página virtual] LIMA - PERÚ : s.n., 2017.
  17. **FRESNO CHÁVEZ, Caridad. 2019.** *Metodología de la Investigacion.* Cordoba, Argentina : El Cid Editor, 2019. 020-F886 2018.
  18. **LEON, C.I.F.P. 2017.** *TÉCNICAS DE MONTAJE DE INSTALACIONES.* s.l. : C.F.G.M. INST. PROD. CALOR, 2017.
  19. **Llashac Cabrejo, Alvaro Moises. 2017.** *MEJORAMIENTO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN, LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO BELLA VISTA, DISTRITO DE CÁCERES DEL PERÚ, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH – 2017.* [virtual] ANCASH-PERU : s.n., 2017.
  20. **LÓPEZ BONILLA, JOEL MARTÍN. 2017.** *Caracterización experimental del factor de fricción y la rugosidad hidráulica en tuberías de acero al carbono con costura y sin costura.* [Virtual] Lima : s.n., 2017.
  21. **MACHADO CASTILLO, Adriam Giancarlo. 2018.** *DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO SANTIAGO, DISTRITO DE CHALACO, MORROPON – PIURA.* [Virtual] PIURA-PERU : s.n., 2018.
  22. **MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. 2017.** *CALIDAD DE AGUA EN EL PAIS.* LIMA : NAVARRETE, 2017. ISBN 9786074265428.
  23. **MUÑOZ ROCHA, Carlos I. 2016.** *Metodología de la investigacion.* Mexico : Editorial Progreso S.A de C.V, 2016. ISBN 9786074265422.
  24. **NAVARRO ASENCIO, Enrique, y otros. 2017.** *Fundamentos de la investigacion y la innovacion educativa.* España : UNIR EDITORIAL, 2017. ISBN: 978-84-16602-55-1.
  25. **Niño, Víctor Miguel. 2016.** *Metodología de la investigación.* México : Ediciones de la U, 2016. ISBN 978-958-8675-94-7.
  26. **ONU. 2018.** *AGUA NO POTABLE Y SANEAMIENTO DEFICIENTE.* ESTADOS UNIDOS : s.n., 2018. ISBN 9486074265435.
  27. **PALELLA STRACUZZI, Martins. 2006.** *Rangos y Magnitudes de Confiabilidad.* España : Editor American, 2006.
  28. **PALMA CULIPICHÚN, FREDDY MOISÉS. 2017.** *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA DE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE Y EVACUACIÓN DE AGUAS SERVIDAS EN POBLACIÓN DE 60 VIVIENDAS, COMUNA DE PORVENIR.* [virtual] Valdivia-CHILE : s.n., 2017.
  29. **PARRALES PARRALES, Eduardo y QUINTERO AYOVI, Mario Alejandro. 2020.** *ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUA Y MODELACIÓN HIDRÁULICA DE LA CONDUCCIÓN DEL SISTEMA CAZA LAGARTO – JIPIJAPA EN EL TRAMO GUESBOL-SAN MANUEL.* [virtual] Ecuador : s.n., 2020.

30. **PRUDENCIO ARENAS, Juan Rey. 2015.** *MODELO DE SIMULACION DE LINEAS DE CONDUCCION E IMPULSION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.* [Virtual] Cerro de Pasco : s.n., 2015.
31. **PRUDENCIO ARENAS, Juan Rey. 2016.** *MODELO DE SIMULACIÓN DE LÍNEAS DE CONDUCCION E IMPULSION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO.* Cerro de Pasco : s.n., 2016.
32. **RUIZ BOLIVAR. 2005.** *INVESTIGACION CIENTIFICA.* NEW YORK : UNEXPO, 2005. ISBN 9786074265422.
33. **SANCHEZ CARLESSI, H. Hugo, REYES ROMERO, Carlos y MEJIA SAENZ, Katia. 2018.** *Manual de Terminos en investigacion cientifica, tecnologica y humanistica.* Lima-Peru : Bussiness Support Aneth S.R.L., 2018. ISBN Nº 978-612-47351-4-1.
34. **SANCHEZ CARLESSI, Hugo, REYES ROMERO, Carlos y MEJIA SAENZ, Katia. 2018.** *Manual de terminos en investigacion cientifica, tecnologica y humanistica.* Lima-Peru : Bussiness Support Aneth S.R.L., 2018. ISBN Nº 978-612-47351-4-1.
35. **UNE. 1999.** *Recubrimientos de protección internos y/o galvanizados para tubos de acero.* ESPAÑA : Madrid AENOR, 1999. 1002174473.
36. **UNE-EN. 2004.** *TUBERÍAS DE FUNDICIÓN, GRIFERÍA, VALVULERÍA Y ACCESORIOS DE MATERIALES METÁLICOS.* España : Española, 2004. ICS 23.040.40.
37. **Zambrano Hidalgo, Claudio Alejandro. 2017.** *Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Mapasingue, parroquia colon, Cantón Portoviejo.* [virtual] SAMBORONDON-ECUADOR : s.n., 2017.

## ANEXOS.

### ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “Comportamiento hidráulico en línea de conducción con tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac, 2020”.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Cuál es el comportamiento hidráulico de la línea de conducción con tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac, ¿2020?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b> ¿Cuánto es la velocidad en la línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac, ¿2020?</p> <p>¿Como es la presión en la línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, ¿Apurímac 2020?</p> <p>¿Cuál es el diámetro adecuado en la línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac, ¿2020?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Determinar el comportamiento hidráulico de la línea de conducción con tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac, 2020.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> Calcular la variación de la velocidad en la línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac, 2020.</p> <p>Analizar la variación de la presión en la línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac 2020.</p> <p>Cuantificar el diámetro en línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac, 2020.</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL:</b> El comportamiento hidráulico de la línea de conducción con tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, es adecuado, Circa, Apurímac 2020.</p> <p><b>HIPOTESIS ESPECÍFICOS:</b> La velocidad en la línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, es óptima, Circa, Apurímac, 2020.</p> <p>La presión en la línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, es apropiado, Circa, Apurímac 2020.</p> <p>El diámetro en la línea de conducción para tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, es despreciable, Circa, Apurímac, 2020.</p>	<p>V1: Tuberías convencionales</p> <p>V2: Comportamiento hidráulico de la línea de conducción.</p>	<p>D1: Tubería de Policloruro de Vinilo (PVC)</p> <p>D2: Tubería de Fierro Galvanizado (F°G°)</p> <p>D3: Tubería Polietileno de alta Densidad (HDPE)</p> <p>D1 Velocidad</p> <p>D2 Presión</p> <p>D3 Diámetro</p>	<p>I1: Longitud I2: Clase I3: Diámetro</p> <p>I1: Longitud I2: Diámetros</p> <p>I1: Longitud I2: Clase I3: Diámetro</p> <p>I1: Velocidad Alta (5m/s) I2: Velocidad Media (2.5m/s) I3: Velocidad Baja (0.6m/s)</p> <p>I1: Presión Alta (100m.c.a) I2: Presión Media (45m.c.a) I3: Presión Baja (10m.c.a)</p> <p>I1: Diámetro Mínimo I2: Diámetro Medio I3: Diámetro Máximo</p>	<p><b>METODO: Científico</b> Bernardo (2019) Conjunto de pasos ordenados que emplea para hallar nuevos conocimientos en las ciencias.</p> <p><b>TIPO: Aplicada</b> Fresno (2019), Es directamente de la práctica social, resultados que se aplican de manera inmediata.</p> <p><b>NIVEL: Explicativo</b> Cabezas (2018), La finalidad de la investigación explicativa es probar la hipótesis o causas.</p> <p><b>DISEÑO: No Experimental</b> Behar (2018), El investigador observa los fenómenos tal y como ocurren naturalmente, sin intervenir en su desarrollo.</p> <p><b>POBLACION: 7.52km de línea de conducción del distrito de Circa.</b> Sánchez (2018) Conjunto de elementos, individuos, objetos, que tienen algo en común.</p> <p><b>MUESTRA: 7.52km de línea de conducción del distrito de Circa</b> Baena (2017) Representación del universo de estudio.</p> <p><b>MUESTREO: No probabilístico</b> Niño (2016) Técnica para seleccionar la muestra con la clara intención o criterio preestablecido.</p> <p><b>TECNICA: Observación directa</b> <b>INSTRUMENTOS: Fichas de recopilación de Información.</b> Navarro (2017) Instrumento a aplicarse en la recogida de información.</p>

## ANEXO 2: Instrumento de investigación válido

SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS						
PROYECTO: "Comportamiento hidráulico en línea de conducción con tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac, 2020".						
AUTOR: Jhool Nazario Pinto Huamantica						
<b>I.-</b>	<b>INFORMACION GENERAL</b>					
	UBICACIÓN:					
	DISTRITO:	Circa	ALTITUD:	2707.169		
	PROVINCIA:	Abancay	LATITUD:	13° 53' 05"		
	REGION:	Apurimac	LONGITUD:	72°, 53'40		
<b>II.-</b>	<b>D1V1/D1V2: Tubería de de Policloruro de Vinilo (PVC)</b>					
	Colocar la Información a recopilar de campo para medir la D1V1 o D1V2:					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Longitud	Metros	Clase	kg/cm2	Diametro	Pulgada
<b>III.-</b>	<b>D2V1/D2V2: Tubería de Fierro Galvanizado (F°G°)</b>					
	Colocar la Información a recopilar de campo para medir la D2V1 o D2V2:					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Longitud	Metros	Diametro	Pulgada		
<b>IV.-</b>	<b>D3V1/D3V2: Tubería de Polietileno de Alta Densidad (HDPE)</b>					
	Colocar la Información a recopilar de campo para medir la D3V1 o D3V2:					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Longitud	Metros	Clase	kg/cm2	Diametro	Pulgada
<b>V.-</b>	<b>D1V2/D1V1: Velocidad</b>					
	Colocar la Información a recopilar de campo para medir la D1V2 o D1V1:					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Alta	m/s	Media	m/s	Baja	m/s
<b>VI.-</b>	<b>D2V2/D2V1: Presion</b>					
	Colocar la Información a recopilar de campo para medir la D2V2 o D2V1:					
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	Presion alta	mH2O	Presion media	mH2O	Presion baja	mH2O
<b>VII.-</b>	<b>D3V2/D3V1: Diametro</b>					
	Colocar la Información a recopilar de campo para medir la D3V2 o D3V1:					
	Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
	Diametro minimo	mm	Diametro medio	mm	Diametro maxiimo	mm
APELLIDOS Y NOMBRES:	HUAMAN SULLA ELGUER					
PROFESION:	INGENIERO CIVIL					
REGISTRO CIP N°:	166845					
EMAIL:						
TELEFONO:	957400022					



**SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS**

PROYECTO: "Comportamiento hidráulico en línea de conducción con tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac, 2020".

AUTOR: Jhool Nazario Pinto Huamantica

<b>I.-</b>	<b>INFORMACION GENERAL</b>						1
	UBICACIÓN:						
	DISTRITO:	Circa	ALTITUD:	2707.169			
	PROVINCIA:	Abancay	LATITUD:	13° 53' 05"			
	REGION:	Apurímac	LONGITUD:	72°, 53'40			
<b>II.-</b>	<b>D1V1/D1V2: Tubería de de Policloruro de Vinilo (PVC)</b>						1
	Colocar la Información a recopilar de campo para medir la D1V1 o D1V2:						
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
	Longitud	Metros	Clase	kg/cm2	Diametro	Pulgada	
<b>III.-</b>	<b>D2V1/D2V2: Tubería de Hierro Galvanizado (F°G°)</b>						1
	Colocar la Información a recopilar de campo para medir la D2V1 o D2V2:						
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
	Longitud	Metros	Diametro	Pulgada			
<b>IV.-</b>	<b>D3V1/D3V2: Tubería de Polietileno de Alta Densidad (HDPE)</b>						1
	Colocar la Información a recopilar de campo para medir la D3V1 o D3V2:						
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
	Longitud	Metros	Clase	kg/cm2	Diametro	Pulgada	
<b>V.-</b>	<b>D1V2/D1V1: Velocidad</b>						1
	Colocar la Información a recopilar de campo para medir la D1V2 o D1V1:						
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
	Alta	m/s	Media	m/s	Baja	m/s	
<b>VI.-</b>	<b>D2V2/D2V1: Presion</b>						1
	Colocar la Información a recopilar de campo para medir la D2V2 o D2V1:						
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
	Presion alta	mH2O	Presion media	mH2O	Presion baja	mH2O	
<b>VII.-</b>	<b>D3V2/D3V1: Diametro</b>						1
	Colocar la Información a recopilar de campo para medir la D3V2 o D3V1:						
	Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad	
	Diametro minimo	mm	Diametro medio	mm	Diametro maxiimo	mm	

APELLIDOS Y NOMBRES:	VIVANCO PINTO ROBERTO RICARDO
PROFESION:	INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP N°:	58214
EMAIL:	
TELEFONO:	983 688825



**SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS**

PROYECTO: "Comportamiento hidráulico en línea de conducción con tuberías convencionales en zonas de topografía agreste, Circa, Apurímac, 2020".

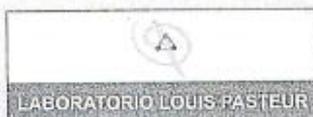
AUTOR: Jhool Nazario Pinto Huamantica

I.- INFORMACION GENERAL					
UBICACIÓN:					
DISTRITO:	Circa	ALTITUD:	2707.169		
PROVINCIA:	Abancay	LATITUD:	13° 53' 05"		
REGION:	Apurimac	LONGITUD:	72°, 53'40		
II.- D1V1/D1V2: Tuberia de de Policloruro de Vinilo (PVC)					
Colocar la Informacion a recopilar de campo para medir la D1V1 o D1V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Longitud	Metros	Clase	kg/cm2	Diametro	Pulgada
III.- D2V1/D2V2: Tuberia de Fierro Galvanizado (F°G°)					
Colocar la Informacion a recopilar de campo para medir la D2V1 o D2V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Longitud	Metros	Diametro	Pulgada		
IV.- D3V1/D3V2: Tuberia de Polietileno de Alta Densidad (HDPE)					
Colocar la Informacion a recopilar de campo para medir la D3V1 o D3V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Longitud	Metros	Clase	kg/cm2	Diametro	Pulgada
V.- D1V2/D1V1: Velocidad					
Colocar la Informacion a recopilar de campo para medir la D1V2 o D1V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Alta	m/s	Media	m/s	Baja	m/s
VI.- D2V2/D2V1: Presion					
Colocar la Informacion a recopilar de campo para medir la D2V2 o D2V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
Presion alta	mH2O	Presion media	mH2O	Presion baja	mH2O
VII.- D3V2/D3V1: Diametro					
Colocar la Informacion a recopilar de campo para medir la D3V2 o D3V1:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Diametro minimo	mm	Diametro medio	mm	Diametro maxiimo	mm

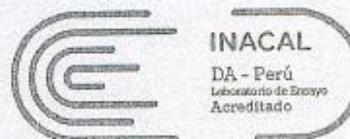
APELLIDOS Y NOMBRES:	SANTOS GAMARRA SERGIO HEMERSON
PROFESION:	INGENIERO CIVIL
REGISTRO CIP N°:	171635
EMAIL:	SSANTOS@GMAIL.COM
TELEFONO:	955797526


  
 Sergio H. Santos Gamarra  
 ING. CIVIL  
 CIP 171635

# ANEXO 3: Resultados de ensayo de laboratorio.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-042



Registro N° LE - 042

## INFORME DE ENSAYO LLP-2746-2016 SO-1070-2016

Pág. 1 de 1

Solicitante: Ejecutores y Consultores Illayuc SRL.

Dirección Legal: Urb. Victor Acosta Rios Mz - LL; Lote -04

Nombre del producto: Agua de manantial

Matriz microbiológica: Agua de manantial

Matriz fisicoquímica: Agua de manantial

Fecha de Toma de Muestra: 2016/10/17

Fecha de Ingreso de Muestra: 2016/10/18

Fecha de Ensayo: 2016/10/18

Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2016/10/23

Datos proporcionados por el solicitante:

Proyecto: Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Saneamiento Básico en la Localidad de Antabamaba, distrito de Circa - Abancay - Apurímac.

Procedencia de la Muestra: Manante Yarocatoma-Localidad antabamba - Circa - Abancay.

Toma de muestra realizada por: Sr. Adrian Bazan Quispe.

Cantidad y descripción de la Muestra: Frasco de polietileno esteril de 500 mL, 01 frasco de 1000mL, transportado en cadena de frío.

Referencia: Nro. De Cotización:

Cadena de custodia LLP-MP14-F04 de fecha: 2016/10/17

### RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Ensayo(s)	Unidad	Límite de cuantificación	Resultado(s)
Coliformes Totales	NMP/100ml	1,8	<1,8
Coliformes Fecales	NMP/100ml	1,8	<1,8

### RESULTADOS FISICOQUÍMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
pH(*)	-	8,00
Turbidez(*)	NTU	0,75
Color(*)	UCV	5
Conductividad(*)	us/cm	258,9
Cloruros Cl <sup>-</sup> (*)	mgCl <sup>-</sup> /L	47,99
Sulfatos(*)	mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L	53,08
Dureza total (*)	mgCaCO <sub>3</sub> /L	37,27

(\*) El método indicado no está acreditado por INACAL - DA.

#### Métodos de Referencias:

Coliformes totales: SMCW/APH/ANWA/NEF P01 427 B 22nd Ed. (2012)  
 Coliformes fecales: SMCW/APH/ANWA/NEF P01 427 B 22nd Ed. (2012)  
 pH: 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22ND EDITION, Part 1910, 1910-1 pH Value, B. Electrode Method, Pág. 4-62  
 Color: 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22ND EDITION, Part 2120, 2120-5 Color, 2-2 Color, Visual Comparison Method  
 Turbidez: 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22ND EDITION, Part 2130, 2130-1 Turbidity, B. Nephelometric Method, Pág. 2-19  
 22ND EDITION, Part 2240 Hardness C. EDTA Titrimetric Method, Pág. 2-44  
 Conductividad: 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22ND EDITION, Part 2510, B. Laboratory Method, Pág. 2-54  
 Cloruros: 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22ND EDITION, Part 4500, Cl- Chloride, B. Argentometric Method, Pág. 4-72  
 Sulfatos: 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22ND EDITION, Part 4500, Sulfate, E. Turbidimetric Method, Pág. 4-190  
 Dureza: 2012 Standard Methods for the examination of Water and Wastewater 22ND EDITION, Part 2240 Hardness C. EDTA Titrimetric Method, Pág. 2-44

DIRECTOR TÉCNICO



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados sólo se refieren a los ítems ensayados. EL presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

LLP-MP17-F02 VER 06 AGOSTO 2015

Av. Tullumayo 768 Cusco - Perú Telefax: 084 - 234 727 Celular: 975 713 500 RPC: 974 787 151 RPM: # 713 522  
 www.lablouispasteur.com laboratoriolouispasteur@yahoo.es

Nº de Referencia:	A-16/52750	Registrada en:	AGQ, Perú	Ciente:	EJECUTORES Y CONSULTORES ILLAYUC S.R.L.
Análisis:	A-4129-PE	Centro Análisis:	AGQ, Perú	Domicilio:	MZA. LL. LOTE. 4 URB. VICTOR ACOSTA RICSAPURIMAC - ABANCAY - TAMBURCO
Tipo Muestra:	Agua de Manantial/Pozo	Fecha Recepción:	21/10/2016	Contrato:	PE16-3607-MYA
Fecha Inicio:	25/10/2016	Fecha Fin:	27/10/2016	Ciente 3º:	—
Descripción:	Manante de Yarcotoma				
Fecha/Hora	17/10/2016 08:00	Muestreado por:	Cliente		
Muestreo:	LOCALIDAD DE ANTABAMBA - CIRCA - ABANCAY - APURIMAC				
Punto de Muestreo:	Manante de Yarcotoma				

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.


  
**AGQ PERU S.A.C.**

 Yoel Inigo Guizado  
 COP 626  
 DIRECTOR DE LABORATORIO

FECHA EMISIÓN:

27/10/2016

OBSERVACIONES:

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

N° de Referencia: A-35/22750

Descripción: Muestra de Muestreo

Tipo Muestra: Agua de Muestreo/Poco

Fecha Fin: 27/03/2018

**RESUMEN DE RESULTADOS**

Parámetro	Resultado	Norma	Unidades	Com.
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	<0,002	± 15 %	mg/L	
Antimonio Total	0,00185	± 10 %	mg/L	
Arsénico Total	0,00133	± 9 %	mg/L	
Cadmio Total	0,0028	± 7 %	mg/L	
Cromo Total	< 0,00031	± 15 %	mg/L	
Cobalto Total	< 0,00011	± 18 %	mg/L	
Cobre Total	0,017	± 18 %	mg/L	
Cobalto Total	< 0,00011	± 18 %	mg/L	
Cromo Total	35,6	± 14 %	mg/L	
Cromo Total	< 0,0001	± 6 %	mg/L	
Cobalto Total	< 0,0001	± 6 %	mg/L	
Cromo Total	< 0,0001	± 7 %	mg/L	
Cromo Total	< 0,01	± 13 %	mg/L	
Cromo Total	0,002	± 10 %	mg/L	
Cromo Total	0,0010	± 16 %	mg/L	
Cromo Total	0,013	± 17 %	mg/L	
Cromo Total	< 0,05	± 9 %	mg/L	
Cromo Total	0,001	± 11 %	mg/L	
Cromo Total	1,794	± 11 %	mg/L	
Cromo Total	0,0001	± 10 %	mg/L	
Cromo Total	< 0,0001	± 13 %	mg/L	
Cromo Total	0,00153	± 5 %	mg/L	
Cromo Total	< 0,0001	± 7 %	mg/L	
Cromo Total	< 0,0001	± 10 %	mg/L	
Cromo Total	< 0,0001	± 10 %	mg/L	
Cromo Total	0,31	± 11 %	mg/L	
Cromo Total	0,0001	± 9 %	mg/L	
Cromo Total	1,39	± 11 %	mg/L	
Cromo Total	< 0,0001	± 14 %	mg/L	
Cromo Total	< 0,0001	± 8 %	mg/L	
Cromo Total	< 0,0001	± 18 %	mg/L	
Cromo Total	0,0001	± 17 %	mg/L	
Cromo Total	< 0,0001	± 9 %	mg/L	
Cromo Total	< 0,0001	± 11 %	mg/L	
Cromo Total	0,001	± 10 %	mg/L	

Nota: Los Resultados de este informe sólo afectan a la muestra tal como se recibió en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la autorización por escrito del laboratorio. Los incómodos están exigidos en el área técnica adjunta si aparece marca de acreditación, los parámetros marcados con asterisco (\*) no están incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestra, cuando este se debe realizar por él. El Grupo subcontratado y acreditado. No. En caso subcontratado y no acreditado. (C) Acuerdo en plan estándar

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Nº de Referencia: A-1662701

Descripción: Muestreo de Yumbato/NA

Tipo Muestra: Agua de Mineral/Pisc

Fecha Fin: 22/10/2019

**ANÁLISIS**

Parámetro	Nº	Técnica	Ref Norma	Rango (L)
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.001 - 30.0 mg/L
Antimonio Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.00002 - 10.0 mg/L
Arsénico Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.00004 - 10.0 mg/L
Bario Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.0001 - 10.0 mg/L
Berilio Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.00001 - 10.0 mg/L
Bismuto Total	EPA 200.8 (VAL)	Espect. ICP-AES		0.00001 - 10.0 mg/L
Cadmio Total	EPA 200.8 (VAL)	Espect. ICP-AES		0.001 - 10.0 mg/L
Cromo Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.00001 - 10.0 mg/L
Cobalto Total	EPA 200.8 (VAL)	Espect. ICP-AES		0.00001 - 10.0 mg/L
Cobalto Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.00001 - 10.0 mg/L
Cobre Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.0001 - 10.0 mg/L
Cromo Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.001 - 10.0 mg/L
Cesio Total	EPA 200.8 (VAL)	Espect. ICP-AES		0.0001 - 10.0 mg/L
Estroncio Total	EPA 200.8 (VAL)	Espect. ICP-AES		0.00004 - 10.0 mg/L
Fósforo Total	EPA 200.8 (VAL)	Espect. ICP-AES		0.001 - 10.0 mg/L
Hierro Total	EPA 200.8 (VAL)	Espect. ICP-AES		0.01 - 10.0 mg/L
Litio Total	EPA 200.8 (VAL)	Espect. ICP-AES		0.0001 - 10.0 mg/L
Magnesio Total	EPA 200.8 (VAL)	Espect. ICP-AES		0.001 - 10.0 mg/L
Manganeso Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.00001 - 10.0 mg/L
Mercurio Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.00001 - 10.0 mg/L
Molibdeno Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.00001 - 10.0 mg/L
Níquel Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.0001 - 10.0 mg/L
Plata Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.00001 - 10.0 mg/L
Plomo Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.00001 - 10.0 mg/L
Plata Total	EPA 200.8 (VAL)	Espect. ICP-AES		0.001 - 10.0 mg/L
Selenio Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.00004 - 10.0 mg/L
Sodio Total	EPA 200.8 (VAL)	Espect. ICP-AES		0.01 - 10.0 mg/L
Talio Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.00001 - 10.0 mg/L
Tiempo Total	EPA 200.8 (VAL)	Espect. ICP-AES		0.0001 - 10.0 mg/L
Toronto Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.00001 - 10.0 mg/L
Vanadio Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.00001 - 10.0 mg/L
Vanadio Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.001 - 10.0 mg/L
Vanadio Total	EPA 200.8 (VAL)	Espect. ICP-AES		0.00001 - 10.0 mg/L
Zinc Total	EPA 200.8	Espect. ICP-AES		0.001 - 10.0 mg/L

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con nombres de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**ANEXO 4: Panel fotográfico.**



Vista panorámica de la localidad de Antabamba, distrito de Circa.



Levantamiento Topográfico de la Línea de Conducción.



Aforo en la Captación existente.



Aforo en la Captación existente.



Aforo en la Captación existente.



Aforo en Cámara Reductora de Presión 01.



Aforo en Cámara Reductora de Presión 03.



Aforo en Cámara Reductora de Presión 03.



Aforo en Cámara Reductora de Presión 05.



Aforo en Cámara Reductora de Presión 07.



Pase aéreo en Línea de Conducción.



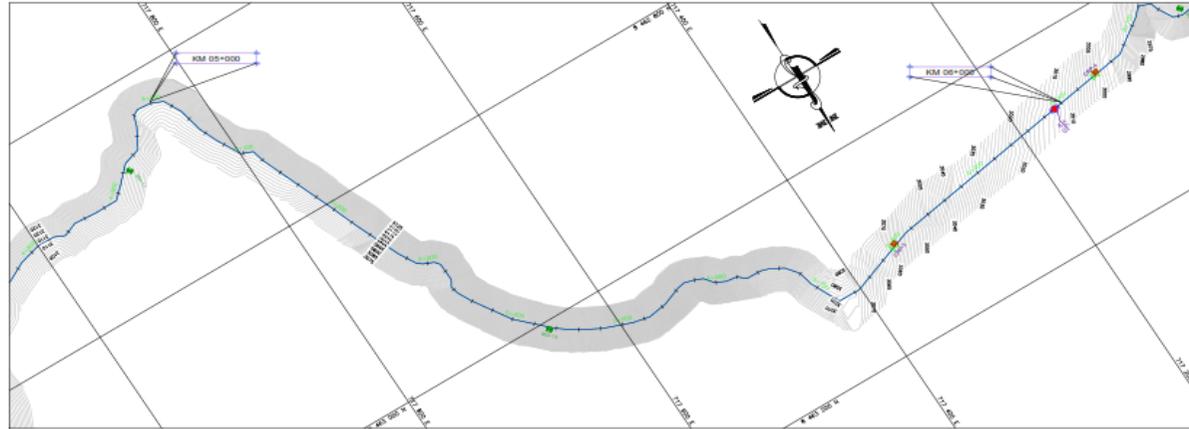
Se muestra la situación actual del Reservorio.





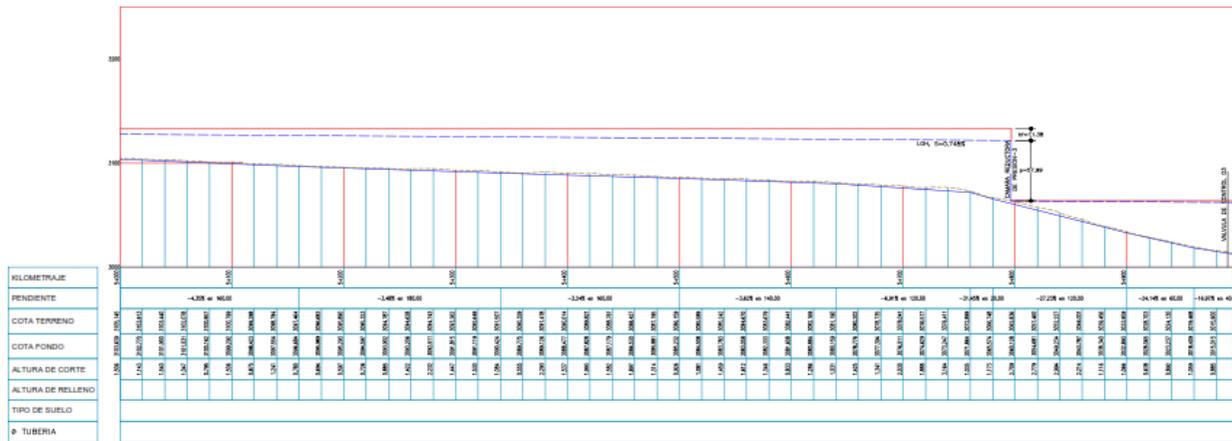


# Plano perfil piezométrico (Planta y Perfil Km 05+000 al Km 06+000).



PLANTA  
Escala: 1/2000

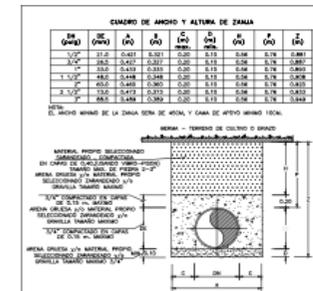
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
[Symbol]	SEÑAL
[Symbol]	SEÑAL DE CONTROL
[Symbol]	SEÑAL DE ALARME
[Symbol]	SEÑAL DE PLUMA
[Symbol]	TUBERÍA REGULADORA DE PRESIÓN T-4
[Symbol]	VALVULA
[Symbol]	VALVULA DE CONTROL
[Symbol]	VALVULA DE ALARME
[Symbol]	VALVULA DE PLUMA
[Symbol]	TUBERÍA REGULADORA DE PRESIÓN T-4
[Symbol]	VALVULA
[Symbol]	VALVULA DE CONTROL
[Symbol]	VALVULA DE ALARME
[Symbol]	VALVULA DE PLUMA
[Symbol]	TUBERÍA REGULADORA DE PRESIÓN T-4
[Symbol]	VALVULA



PERFIL LONGITUDINAL  
Escala: 1/2000

### RELACION DE ACCESORIOS Y VALVULAS

UF	SEÑAL	PROTECCION	ACCESORIO/VALVULA	CANTIDAD
89	D	S	011.0200	0000 45° 2"
90	I	S	007.3000	0000 45° 2"
91	D	S	108.8400	0000 45° 2"
92	D	S	312.8800	0000 45° 2"
93	D	S	329.8400	0000 45° 2"
94	I	S	336.8400	0000 45° 2"
95	D	S	368.8000	0000 45° 2"
96	I	S	429.7000	0000 45° 2"
97	I	S	724.3000	0000 90° 2"
VE-01	-	S	969.9000	V DE CONTROL, 2"



# ANEXO 7: Planteamiento General

