



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Diseño y simulación de la variación de presión en Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco, Anco_Huallo, Chincheros, Apurímac, 2022.

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

AUTOR:

Bh. Sanchez Rojas, Camilo (ORCID:0000-0002-7952-8566)

ASESOR:

Mg. Depaz Celi, Kiko Felix (ORCID:0000-0001-7086-1031)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

CALLAO-PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis padres Jesús Sánchez Laupa y Carmen Rojas Velarde pues sin ellos no habría logrado este tan anhelado título porque ellos han sido persistentes al acompañarme en este camino profesional.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento sincero a la universidad Cesar Vallejo por otorgarme la oportunidad de obtener mi título profesional, a mi docente Kiko Felix Depaz Celi por su tiempo y paciencia para guiarme en la elaboración de mi tesis y a mi familia por siempre apoyarme y confiar en mi.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	25
3.1. Tipo, nivel y diseño de investigación	25
3.2. Variables y Operacionalización	26
3.3. Población y muestra de investigación.....	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.5. Procedimientos	28
3.6. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos.....	28
3.7. Aspectos éticos.....	29
IV. RESULTADOS	30
V. DISCUSIÓN.....	48
VI. CONCLUSIÓN.....	52
VII. RECOMENDACIÓN	53
REFERENCIAS.....	54
ANEXOS	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de Coeficiente de pérdida de Carga	18
Tabla 2 Coeficientes de Hazen - Williams	20
Tabla 3 Comparación entre Hazen y Williams y Darcy Weisbach	21
Tabla 4 Valores de Rugosidad Absoluta.....	23
Tabla 5 Operacionalización de Variables	27
Tabla 6 Valores de Red de Tubería en MCA	30
Tabla 7 Resumen de tuberías de sifón invertido ejecutado.....	36
Tabla 8 Levantamiento Topográfico	36
Tabla 9 Resumen de Perfiles Estratigráficos	37
Tabla 10. Cuadro del aforo volumétrico.....	38
Tabla 11. Datos de rediseño para sifón invertido.....	39
Tabla 12. Cota de Ingreso y de Salida de Sifón Invertido	40
Tabla 13. Cálculo de la velocidad de flujo	40
Tabla 14. Datos para el coeficiente de fricción de Darcy NTP 399.002	43
Tabla 15. Cálculo del coeficiente de fricción de Darcy.....	45
Tabla 16. Datos para el coeficiente de fricción de Darcy NTP 1452.....	46
Tabla 17. Cálculo del coeficiente de fricción de Darcy NTP 1452	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1 Equipo de Topografía con mirada a prisma	7
Figura 2 Sifón con ramas oblicuas	9
Figura 3 Sifón invertido con pozo vertical	11
Figura 4 Sifón Invertido con Ramas Verticales	11
Figura 5 Sifón Invertido con Cámara de Limpieza	12
Figura 6 Sifón Invertido con Cámara de Limpieza y sus partes	12
Figura 7 Partes de un Sifón Invertido	12
Figura 8 Transición de entrada en canal.	14
Figura 9 Interpretación de la ecuación de energía en el sifón	15
Figura 10 Interpretación de la Altura mínima de Ahogamiento.....	16
Figura 11 Pérdida de Carga en Sifón Invertido	18
Figura 12 Perfil Hidráulico de Sifón ejecutado	35
Figura 13 Perfil Hidráulico de Sifón recalculado	42

RESUMEN

El objetivo central de la presente investigación se ha basado en determinar el diseño y la simulación de la variación de presión en Sifón Invertido en el sector de Layahuayco a fin de averiguar en cuánto varía la presión del agua a través del coeficiente de fricción de Hazen y Williams en un determinado tiempo de operación, la metodología utilizada en esta investigación es de tipo aplicada, con nivel descriptivo, la población se ha concentrado en el Sifón Invertido al igual que la muestra. Los resultados de este informe muestran el recalcu de la estructura de sifón invertido y la estimación corregida del coeficiente de Hazen y Williams, se verificó que el coeficiente es 150 adimensional con el que fue diseñado el proyecto inicial, sin embargo, el recalcu nos arroja resultados de 134.40 para coeficiente de Hazen y Williams. En este informe de investigación se concluye que al realizar la evaluación del diseño principal del sifón invertido ya ejecutado la presión es distinta a la actual medida en campo, el tiempo de operación es de ocho meses.

Palabra Clave: Sifón Invertido, Flujo turbulento, Flujo laminar, Variación de presión, coeficiente de fricción.

ABSTRACT

The central objective of the present investigation has been based on determining the design and simulation of the pressure variation in the Inverted Siphon in the Layanhuayco sector in order to find out how much the water pressure varies through the Hazen coefficient of friction and Williams in a certain time of operation, the technology used in this investigation is of an applied type, with a descriptive level, the population has concentrated on the Inverted Siphon as well as the sample. The results of this report show the recalculation of the inverted siphon structure and the corrected estimation of the Hazen and Williams coefficient, it was verified that the coefficient is 150 dimensionless with which the initial project was designed, however, the recalculation gives us results of 134.40 for the Hazen and Williams coefficient. In this research report it is concluded that when carrying out the evaluation of the main design of the inverted siphon already executed, the pressure is different from the current measurement in the field, the operation time is eight months.

Keyword: Inverted Siphon, Turbulent Flow, Laminar Flow, Pressure Variation, Friction Coefficient.

I. INTRODUCCIÓN

La elaboración de estructuras hidráulicas en Latinoamérica se encuentra en constante evolución gracias a la demanda cada vez más amplia de este tipo de construcciones, específicamente el sifón invertido, estructura que se desenvuelve en terrenos con topografías desiguales, ha tenido una gran aceptación en los últimos años con el fin de conducir agua para diferentes usos desde los orígenes o manantes hasta el punto de llegada proyectado, sin embargo, se han presentado situaciones post construcción que iremos mencionando en esta realidad problemática que necesitan de atención para la solución del tema. En la provincia de Chincheros, de la región Apurímac existen estructuras de saneamiento dedicadas al transporte de agua y conducción de aguas para diversos tipos de uso, sea consumo humano o con el fin de riego, una de estas estructuras es el sifón y su variante sifón invertido. El autor Palomino menciona lo siguiente con respecto a la estructura de sifón invertido: El sifón invertido se caracteriza por ser una estructura diseñada en forma de “U”, la cual realiza su trabajo en base a presión, el fin principal de esta estructura es transportar agua por terreno topográficamente accidentado, en depresiones marcadas o frente a obstáculos que obligan a implementar un sifón invertido, este proceso se realiza con la condición de que entre los puntos inicial y final exista un desnivel. (2017, p. 14). El presente proyecto de investigación se realiza en la provincia de Chincheros, región de Apurímac, en esta provincia se encuentran distintos tipos de obras hidráulicas, entre estas se encuentran los sifones, los cuales presentan un problema luego de pasado un tiempo de operación, en donde al realizar el mantenimiento correspondiente a la estructura, se denota la variación de presión que ha ocurrido. El sifón invertido surge como parte de una solución ante la necesidad de poder eludir depresiones topográficas y dar continuidad al curso del agua. Por lo general, esta estructura se ubica por debajo o sobre el nivel natural del terreno, de manera que nada pueda averiar el conducto y estropear el funcionamiento de la estructura. La escasez de agua para el consumo humano se ve evidenciada en las cantidades en que se encuentran en el planeta ya que el 90% es agua de mar y tiene sal, el 2% es hielo y está en los polos, solo el 1% de toda el agua del planeta es dulce, encontrándose en ríos, lagos y mantos subterráneos. Además, el agua tal como se encuentra en la naturaleza, para ser utilizada sin riesgo para el consumo humano requiere ser

tratada para eliminar las partículas y organismos que puedan ser dañinos para la salud. Por tal motivo, es necesario realizar proyectos de abastecimiento de agua, ya que en la actualidad nuestro país cuenta en su mayoría con zonas rurales que carecen de servicio de agua potable o el servicio es muy deficiente para satisfacer a toda la población. En la provincia de Chincheros existen diversos proyectos de saneamiento básico o proyectos que contemplan la construcción de estructuras hidráulicas como es el Sifón invertido, sin embargo, ocurren ciertos inconvenientes a medida que la etapa de operación se viene dando, es así que cuando se realizan las pruebas hidráulicas en campo luego de estar en funcionamiento un tiempo considerable, se encuentra que el coeficiente de variación de presión de Hazen y William para tuberías PVC ha variado, lo cual no se considera en los diseños primogénitos. Por todo lo antes mencionado en los párrafos anteriores se hace visible la elección del tema a investigar. La finalidad o el **objetivo central** será determinar el diseño y la simulación de la variación de presión en Sifón Invertido, y los objetivos específicos son primero determinar los estudios básicos para el diseño hidráulico de Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco, posteriormente simular la variación de presión en el Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco y por último realizar la verificación In Situ de la variación de presión en el Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco. Luego de realizados los cálculos correspondientes se buscan discutir los resultados y engrandecer los conocimientos con fines prácticos. El **problema general** de la presente investigación se plasma en ¿Cómo determinar el diseño y simulación de la variación de presión en Sifón invertido en el sector de Layanhuayco, Anco_Huallo, Chincheros, Apurímac, 2022? Y los problemas específicos son en primer lugar ¿Cuáles son los estudios básicos para el diseño hidráulico de Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco?, en segundo lugar ¿Cómo Simular la variación de presión en el Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco? Y finalmente ¿Cómo verificar in situ la variación de presión en el Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco?. El presente trabajo de investigación o tesis trae con él una **justificación tecnológica** a consecuencia de que las pruebas y cálculos que se van a realizar contienen información valiosa sobre temas enfocados al diseño de sifones invertidos o la variación de presión que va a existir en su estructura con respecto a los años que se encuentre funcionando. Se presenta también una **justificación metodológica** porque se va utilizar el método

convencional con el que se calcula el diseño de sifones invertidos con la diferencia de que se tomara en cuenta distintas variables para llegar a la solución de la variación de presión en tiempo de operación de la estructura, lo cual corresponde a nuevas pruebas de cálculo. El informe de investigación contiene una **justificación social** porque al momento de mejorar el diseño de la estructura, se hará visible la durabilidad y el funcionamiento en el periodo de diseño estimado, por lo tanto, el sifón construido para el fin al que le corresponda no tendrá problema de funcionamiento. La **importancia de la tesis** propuesta se basa en que proporcionara información de suma importancia con respecto al diseño de sifones invertidos y variación de presión en su estructura en la etapa de mantenimiento a la comunidad de ingenieros del país así como a la comunidad internacional, los resultados que se obtengan se podrán analizar y utilizar en diferentes ámbitos de la ingeniería que se ocupan de transportar agua para distintos fines, estos resultados serán beneficiosos ya que se premeditará el coeficiente que debe corregirse para evitar el error de variación del coeficiente de presión en el sifón. Posterior a los resultados se elaboran las recomendaciones para la población de ingenieros que se dedique al área de estructuras hidráulicas, los cuales podrán utilizarlos como referencia en sus propios cálculos. El **objetivo principal** que se busca en esta investigación es determinar el diseño y la simulación de la variación de presión en Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco, Anco_Huallo, Chincheros, Apurímac, 2022. Por otro la **hipotesis** que se plantea es que el diseño y la simulación de la variación de presión varía conforme al tiempo de operación en el Sifon Invertido en el sector de Layanhuayco, Anco_Huallo, Chincheros, Apurímac, 2022. Y las **hipótesis específicas** son; los estudios básicos son imprescindibles para el diseño hidráulico de Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco, la simulación de variación de presión en el Sifón invertido presenta modificaciones de acuerdo al tiempo de operación y finalmente la variación de presión en el Sifón Invertido medida en campo será menor al del diseño proyectado.

II. MARCO TEÓRICO

Las referencias internacionales y nacionales que se han tomado en cuenta en la presente investigación corresponden a los autores de universidades de prestigio que han elaborado sus trabajos de investigación a base de teorías existentes y tomando como finalidad solucionar problemas con respecto a sifones invertidos, a continuación, se exponen las referencias nombradas. El autor Tapia Gonzáles en el 2013 publica su tesis titulada Diseño Hidráulico de Sifones, tesis realizada para obtener el título de ingeniero civil en la Universidad Nacional Autónoma de México, presenta como objetivo principal desarrollar y proponer una metodología fácil de aplicar para el cálculo hidráulico de sifones invertidos. El autor concluye esta investigación con que el sifón invertido es de gran uso para situaciones en donde el terreno es accidentado aprovechando la forma en U que presenta, también menciona que el beneficio de esta estructura es transportar el agua por un ducto completamente cerrado ya que trabaja a una presión mucho mayor que la presión atmosférica, lo que provoca el sistema de vasos comunicantes, esto se resume en el ahorro económico del uso de bomba. Se concluye también que para mayor facilidad se ha utilizado el teorema de Bernoulli correspondiente al cálculo de las pérdidas de cargas, se utiliza también la fórmula de Kirschme la cual calcula la pérdida de carga por rejilla. Por otro lado los autores Rafael Páez y Sergio Romero en el año 2011 elaboran el trabajo especial de grado para obtener el título de ingeniero mecánico en la Universidad de Carabobo, en este trabajo se busca extraer sedimentos de embalses eutrofizados a través de un sistema elaborado y diseñado de sifón, luego de diversos cálculos resueltos los autores empiezan con las conclusiones mencionando que existe una primordial dificultad para la elaboración del estudio del sifón refiriéndose a la longitud de descarga que no se encuentra disponible en todo tipo de circunstancias de ejecución, además, se tiene entendido que la presión en la parte superior del sifón deberá ser mayor a la presión de vapor, si no sucediera eso la estructura se enfrentaría a la producción de roturas en todo el diseño, otra de las conclusiones a la que los autores llegan es que es de suma importancia considerar tuberías resistentes que puedan ser capaces de soportar las presiones internas dentro de la estructura producidas por el agua y velocidad, de lo contrario, al igual que el caso anterior, se producen grietas. Por último concluyen que el sifón que se diseñó funciona satisfactoriamente para diámetros

mayores o iguales a 20 pulgadas en un caudal de 100 litros por segundo evitando la cavitación y permitiendo la fluidez del agua; todo esto se garantiza teóricamente. El autor Rivas Ponce elabora la investigación sobre mecanismo de bombeo de agua mediante sifón invertido con el fin de obtener el título de ingeniero civil en el año 2021 en la Universidad estatal del Sur de Manabí, esta investigación tiene como objetivo inicial elaborar un modelo de bombeo de agua que no utilice electricidad para realizar su función, para lo cual se hace necesario el sifón invertido, además, como objetivo específico pretende elaborar los parámetros hidráulicos para que el sistema funcione de manera adecuada; para llegar al objetivo deseado se realiza en primer lugar el cálculo del caudal para posteriormente averiguar las pérdidas que van a existir gracias a la longitud del sifón invertido, además también se calcula las pérdidas que ocurrirán en los accesorios del sifón, se diseña el ariete y los demás procedimientos respectivos; para finalizar se contruye el modelo y se realizan las pruebas esto a base de andamios de madera, tubería y dos tanques de plástico; el autor llega a la conclusión de que cada paso para el diseño del sifón invertido ha sido tomado en cuenta y aplicado para el correcto funcionamiento con los procedimientos adecuados, el caudal inicial con el que se diseña el sifón es de 0.31 l/s considerando una eficiencia del 71%. Los autores Abanto Leau y Avalos Gonzáles, estudiantes de la universidad nacional de Trujillo elaboran la tesis referente a una propuesta de diseño de sifón para la solución de abastecimiento de agua en el año 2019, en esta investigación se proponen objetivos; en primer lugar elaborar el diseño de sifón con la finalidad de abastecer de agua potable a la localidad de Lluchubamba, en segundo lugar realizar el levantamiento topográfico como parte del proceso del proyecto, analizar el agua para cerciorarse de la calidad de agua y por último realizar el cronograma del proyecto; las conclusiones para esta investigación se basan en que al realizar el diseño de sifón invertido se logró resolver el problema del abastecimiento de agua en la localidad ya que esto funcionará como un sistema de impulsión apoyados de arietes hidráulicos, las muestras de agua llevadas a laboratorio arrojaron un nivel de 6.89 de PH, encontrándose dentro de los parámetros considerados para consumo humano, la topografía de la zona arroja que se encuentra en una zona accidentada con desniveles correctos para la ejecución de sifones tomando en cuenta las cotas. El autor Palomino Ramírez de la Universidad José Carlos Mariátegui elabora su

trabajo de suficiencia profesional con la finalidad de optar al título profesional de ingeniero civil en el año 2017, investigación con respecto al diseño y análisis de Sifón, este autor plantea como objetivo en primer lugar diseñar un sifón invertido para posteriormente analizarlo, además busca proponer el diámetro de la tubería a utilizar en el sifón, las pérdidas con respecto a las cargas que va a ocurrir y cerciorarse de que la carga hidráulica es mayor a las pérdidas de carga; la investigación nombrada en este párrafo concluye en el uso de dos tuberías de 44 pulgadas cumpliendo con las velocidades predeterminadas para la auto limpieza y es resistente a la presión, la pérdida de carga de esta estructura es de 2,767 metros causado por la fricción en la tubería, mencionan también que la pérdida de carga se produce de manera más notoria por el diámetro y por las rejillas, además calcula la carga de energía de 0,539 metros en comparación a 0,30 metros que recomiendan las referencias bibliográficas. Por otro lado Torre Pérez en el año 2021 elabora su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil sobre elaborar un sistema hidráulico de sifón invertido en el canal de riego Sonccooyuma, provincia de Antabamba en la Universidad Cesar Vallejo, en este trabajo de investigación se plantea como problema principal cuál es la mejor propuesta para diseñar un sifón invertido, además de eso busca mencionar y determinar todas las obras de arte de materia hidráulica que intervienen dentro del sistema del sifón para su correcto funcionamiento, para llegar a este objetivo la metodología utilizada corresponde a realizar un procedimiento de búsqueda de información y análisis de la misma, levantamiento topográfico de la zona de estudio, se realiza también el estudio geotécnico o estudio de suelos, los estudios hidrológicos y agrológicos y por último se diseña el sifón invertido con las obras complementarias correspondientes; el autor concluye que al realizar el diseño del sifón obtiene resultados de longitud inclinada correspondiente a 1,949.60 metros con tubería PVC y tubería HD los cuales conducirían un caudal de 1.211 m³/seg, además sostiene que las obras complementarias a esta estructura son la cámara de ingreso, cámara de salida, tuberías, dados de anclaje, válvulas y otros. A continuación las bases teóricas en esta investigación se basan en investigaciones y teorías que anteriormente se han desarrollado por autores de libros, tesis, artículos, entre otros, entonces se conceptualiza los temas correspondientes al trabajo de investigación presente. El levantamiento topográfico es una de las ramas más importantes para diseñar,

proyectar y construir un sifón invertido entendiendo que es la forma del terreno en el que define la forma del sifón, las alturas, las pendientes, entre otras. Al respecto existen diversos autores que conceptualizan el levantamiento topográfico, sin embargo, el mas cercano lo encontramos en el Department of the Army US Army Corps of Engineers Washintogn (2007) y en sus párrafos refiere que los levantamientos topográficos abarcan toda la rama de productos que nos ofrece la topografía, empezando por los levantamiento aéreos hasta los levantamientos terrestres además de los sub terraneos: partiendo de lo antes mencionado se consigue un plano topográfico en donde se plasman colinas, valles, vegetación, ríos y distintas características de obra humana como canales, caminos, cultivos, entre otros. Lo que hace único a cada plano topográfico es la características de las curvas de nivel o el llamado relieve (p. 14). Para nombrar de forma general los aparatos topogáficos y sus función Santamarina y Sanz (2005) dice que el levantamiento topográfico no es más que medir ángulos y distancias y en este proceso se pueden utilizar escuadras, cintas métricas o winchas con el riesgo de no obtener una medición con suficiente precisión, entonces es necesario utilizar elementos electromagnéticos como las estaciones totales (p. 11).

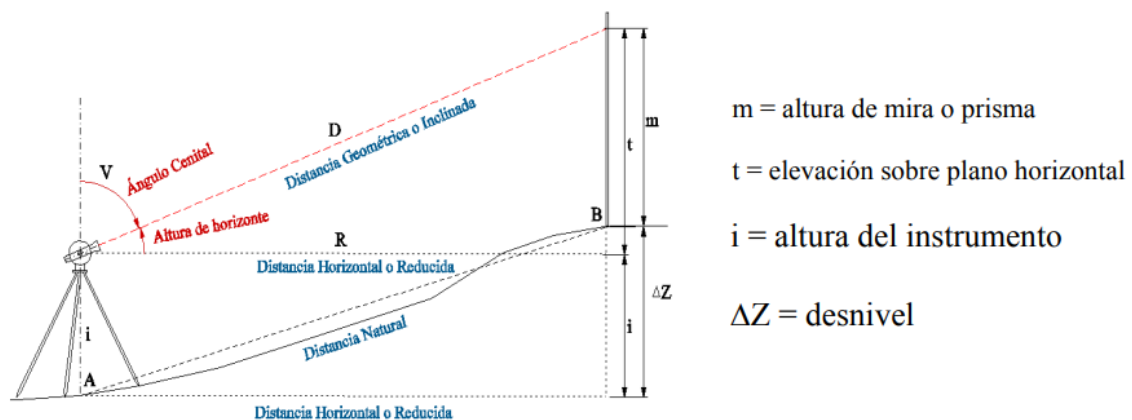


Figura 1 Equipo de Topografía con mirada a prisma

Tomada de Santamarina y Sanz, 2005, p. 13

Para comprender el diseño y la razón de la construcción de un sifón invertido es necesario conocer el comportamiento de los fluidos, D. Fenton (2019) menciona que un fluido se entiende como una materia modificable ante fuerzas externas haciendo que las moléculas se muevan con libertad; a diferencia de las moléculas gaseosas, que se encuentran separadas, las moléculas líquidas se encuentran

juntas y son pesadas, estas moléculas pueden soportar gran cantidad de presión pero muy poca tracción; los fluidos en movimiento tienen la posibilidad de soportar fuerzas de corte, sin embargo, los fluidos que reposan no lo pueden hacer. El fluido de un líquido se puede comparar con las bolas de billar y así se puede modelar el movimiento de las moléculas y se ve claramente que soportan la compresión pero no la tensión (p. 5). Para definir las propiedades de los fluidos, Martín (2011) menciona varias importantes: La densidad se define como la masa por unidad de volumen, la densidad se mide bajo la fórmula de volumen sobre masa siempre y cuando sea un fluido homogéneo, sin embargo si nos encontramos con un fluido no homogéneo la densidad se definirá como la masa en un punto específico de volumen; el peso específico es otro de las propiedades de los fluidos, se calcula mediante la fórmula de masa por gravedad sobre volumen; el volumen específico se identifica como el volumen ocupado por masa, su fórmula para calcular se define como volumen sobre masa; la viscosidad es aquella sustancia que se opone al movimiento del líquido, aunque no es necesario tomarla en cuenta de forma general se indica que siempre está presente en gran o menor medida, otras de las propiedades conocidas es la presión, compresibilidad y dilatación térmica (p. 7). Antes de conocer los conceptos de un sifón invertido como estructura, es necesario conocer las fórmulas que hacen su correcto funcionamiento, es por eso que empezamos con el Teorema de Bernoulli, según el autor Zubieta (2013) menciona que este teorema explica la disminución de la presión de un fluido a medida que aumenta su velocidad. Este teorema quiere decir que el flujo permanece constante si es uniforme (p. 36). La ecuación de Bernoulli se expresa de la siguiente manera:

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gy = constante$$

Dónde: P = Altura de presión, $\frac{1}{2}\rho v^2 =$ Altura de velocidad, $\rho gy =$ Altura de cota. Otro de los elementos a considerar es la cavitación, D'Agostino y Vittor (2007) refiere que la cavitación es el desarrollo de estructuras de vapor en un flujo originalmente líquido. A diferencia de la ebullición, el cambio de fase se produce a temperatura casi constante y se debe a una caída de presión local generada por el propio flujo (p. 9). El número de cavitación se define por la siguiente expresión.

$$\sigma = \frac{P_{ref} - P_v}{\frac{1}{2} \rho V^2}$$

Por último se debe entender también la ecuación de continuidad donde el autor MARTÍN (2011) menciona dos formas de esta ecuación, la primera la forma integral en que se considera uniforme la velocidad en cualquier sección del tubo perpendicular al flujo, por otro lado tenemos la forma diferencial en donde se estudia la conservación de la masa en un prisma infinitesimal de aristas (p. 28). El sifón invertido es una estructura hidráulica que atraviesa depresiones al igual que carreteras o vías de comunicación cuando la superficie del agua se encuentra por encima a la cota rasante del cruce y no se genera una vía adecuada para elaborar el paso sin interrupción. En muchas ocasiones se realizan modificaciones en los canales, su sección y dirección entonces se proyectan los sifones con aguas arriba o aguas abajo. Tanto en el ingreso y a la salida se instalan rejas para evitar el ingreso de troncos, malezas y otros

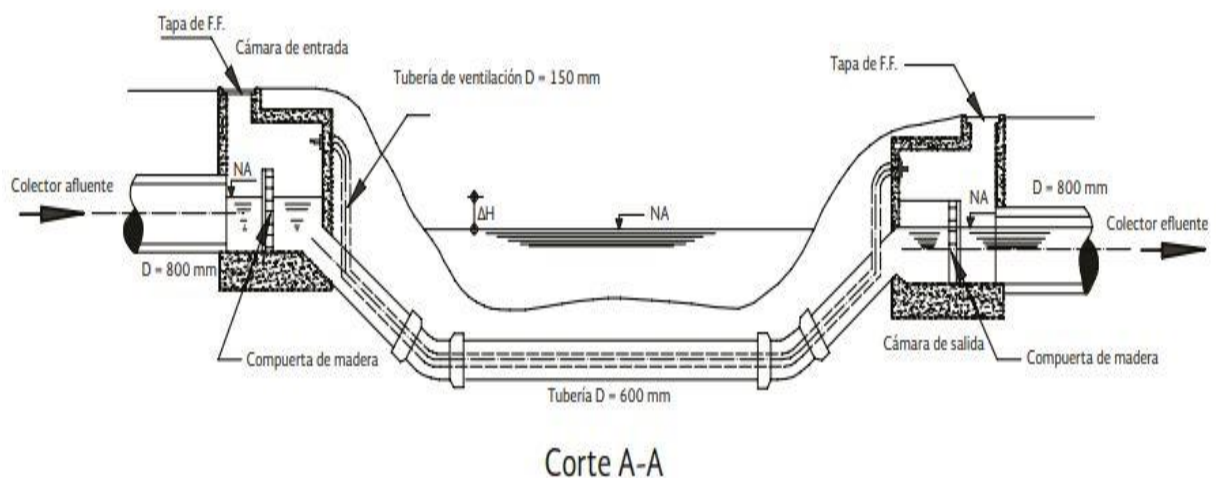


Figura 2 Sifón con ramas oblicuas

Tomada de Comisión Nacional del Agua de México, 2009

Con respecto a las ventajas y desventajas de los sifones invertidos Razzak (2008) menciona que se ven plasmados principalmente en la economía, su facilidad en el diseño y la buena aceptación de las condiciones del terreno al momento de construirse. Normalmente, la erosión del canal en los extremos del sifón no tiene consecuencias si la estructura en los cursos de agua de la tierra tiene transiciones

y erosión adecuadamente diseñadas, sin embargo, se considera que no es recomendable en lugares con alta densidad de población, por lo cual en estas zonas se diseñan otros tipos de estructuras (p. 48). Según, Gramatky y Robinson (1995) identifica algunos detalles del aliviadero de sifón como que la curvatura de la pata superior en la entrada de la estructura debe ser ligera a fin de soportar la llegada del agua, otra de los detalles considerados por el autor es que se deben colocar barras de hierro en la entrada del sifón para protegerlo, además, la rama de descarga debe ser suave pero no grande. Con respecto a la descarga del agua debe eliminarse en un depósito de silenciamiento o alguna forma de salto hidráulico o deflectores, para proteger el lecho del río de la erosión por los remolinos que se forman (p. 12). El sifón invertido tiene la característica de servir para casos de conducción y de protección y dentro de las ventajas que podemos encontrar está que permite conducir agua en gran cantidad con respecto a su caudal y en pequeñas secciones de tuberías, además de que los tirantes pueden graduarse con 10 centímetros a 20 centímetros de precisión, se debe indicar que el caudal va a depender del material con el que esté construido el conducto, entonces se considera que la velocidad de entre 1 m/s y 1.5 m/s es ideal para conductos fabricados, mientras que las velocidades de entre 1.5 m/s y 2.5 m/s son ideales para tuberías de hormigón. En cualquier tipo se debe proyectar elementos que hagan simple el acceso para el mantenimiento o limpieza periódica que se ocasionan cuando el caudal disminuye. (Torre y Vega, 2021, p.17). Para evaluar los tipos de sifones que existen se considera que estas estructuras tienen cuatro variaciones, si bien cada una es similar porque tienen el mismo principio de sifón invertido, cambian algunas de sus características. El sifón invertido con ramas oblicuas “es el tipo de sifón más común donde el terreno aporta a la ejecución de la estructura sin encontrarse con cotas demasiado distintas” (Palomino Ramírez, 2017 p. 15). “El sifón con pozo vertical se caracteriza por ser pequeño, de fácil limpieza y que además se aplica en terrenos dificultosos, el pozo vertical tiene la facilidad de colocarse en cualquiera de los extremos” (Palomino Ramírez, 2017 p. 15)



Figura 3 Sifón invertido con pozo vertical

Tomado de Ministerio del Agua, 2007

Al respecto del sifón con ramas verticales Palomino sostiene “que, en el caso del sifón invertido con pozo vertical, este tipo de sifón cumple los mismos requisitos, con la diferencia de que los dos lados con ramas verticales, también se utiliza en zonas dificultosas topográficamente y es fácil de realizar la limpieza” (p.16)

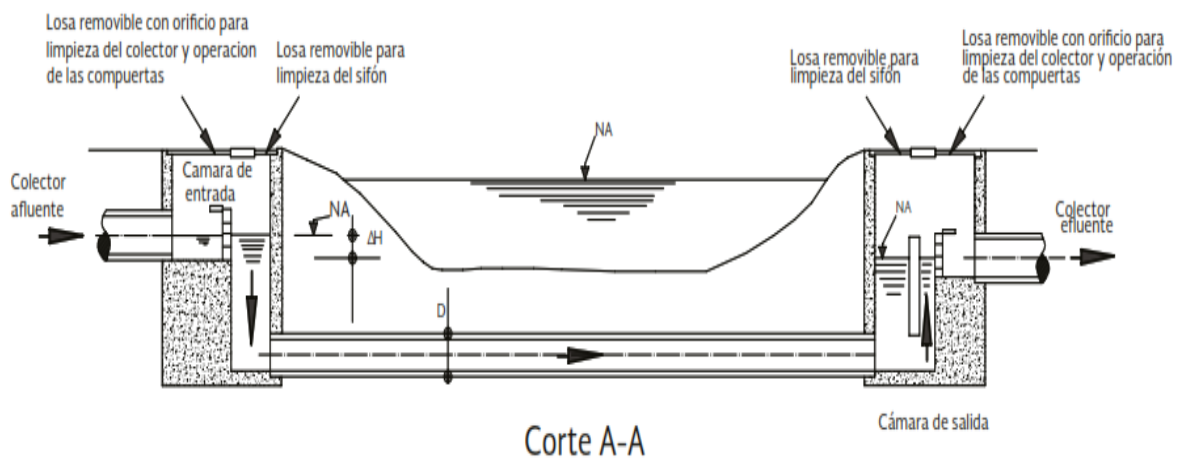


Figura 4 Sifón Invertido con Ramas Verticales

Tomado de Comisión Nacional del Agua, 2009

Con respecto al sifón invertido con cámara de limpieza, este tipo de sifón invertido es el que se usa de manera subterránea al encontrarse con vías de ferrocarril o hasta de otro canal.

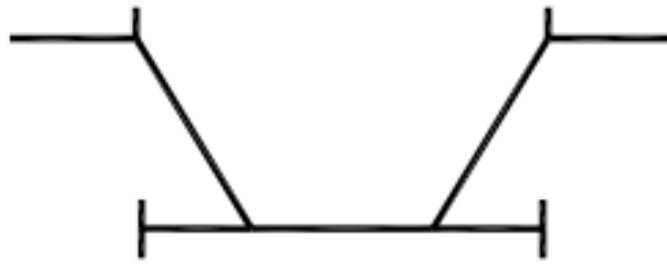


Figura 5 Sifón Invertido con Cámara de Limpieza
Tomado de Ministerio del Agua, 2007



Figura 6 Sifón Invertido con Cámara de Limpieza y sus partes
Tomado de Comisión Nacional del Agua, 2009

Los sifones invertidos están conformados de diversas partes dentro de su estructura, cada una de ellas será desarrollada en los siguientes párrafos de esta investigación.



Figura 7 Partes de un Sifón Invertido
Tomado de Villón Bejar, 2003.

Para el desarenador, Villón menciona que el desarenador consiste en la colocación de compuertas que tienen la característica de deslizarse y se colocan en solo una de las partes laterales del sifón, sirve también para retirar el agua que se encuentra en la estructura cuando sea necesario el mantenimiento y se cierran las compuertas o agujas de emergencia, se debe realizar de tamaños tal que se permita el pase del caudal y así se una al canal colector de obras de excedencia. Conviene localizarlo antes de la transición de entrada (2005, p. 135). El desagüe de excedencia en la estructura tiene como función evitar que el agua llegue a niveles por encima de los permitidos en el canal de llegada, esto se logra al evacuar el agua que por el caudal con el que llega no puede pasar por la estructura del sifón. Se compone por un vertedero que se encuentra construido al lado de una de las paredes. (Villón, 2003, p. 134). Por otro lado, para definir la compuerta de emergencia y rejilla de entrada Villón (2003) dice al momento de construir la estructura de sifón se considera colocar la compuerta de emergencia en la entrada del conducto o luego de la transición. Esta estructura se compone por barras de madera que simulan agujas y las que se deslizan por ranuras en las paredes con la intención de cerrar el conducto para realizar el mantenimiento, generalmente estas rejillas están hechas de varillas de 3/8" o cuadradas de 0.95 cm x 0.95 cm. El objetivo principal es proteger el conducto de basuras u otros elementos que provoquen fallas en el funcionamiento de la estructura (p. 135). Para el autor Perez (2016) la transición de entrada es aquello que se utiliza para realizar el cambio de forma de un canal, esto se puede notar cuando nos encontramos con la diferencia entre el barril y las secciones de canales, se debe realizar bajo las condiciones de diseño convencionales (p. 148).

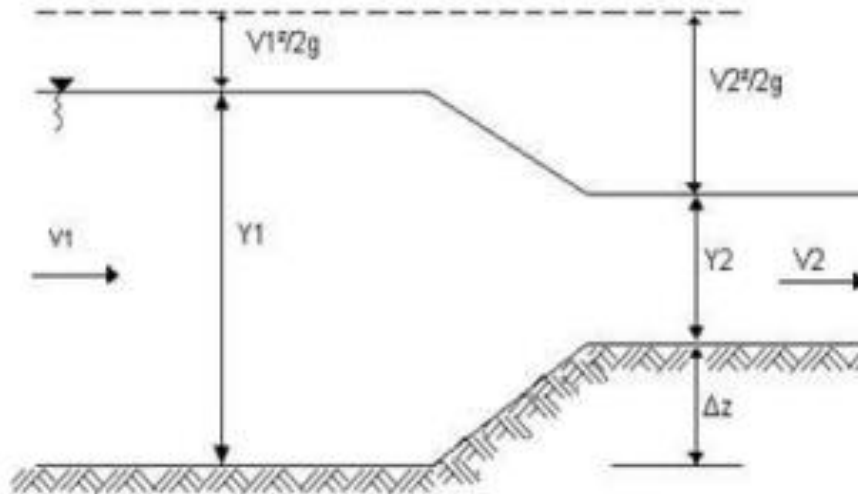


Figura 8 Transición de entrada en canal.

Tomado de Perez Campomanes, 2016.

Generalmente el canal es distinta al que se construye en el barril por lo cual se hace necesaria la construcción de una transición de entrada y otra de salida. Según la ANA (2010) es aconsejable que el boquete que se encuentra en la parte superior esté por debajo del nivel del del agua, cuando ocurre este procedimiento se garantiza la capacidad del sifón sin importar la inducción de aire (p. 22). Con respecto al elemento de conducto o barril, Palomino menciona: El conducto o barril es la estructura más importante de la estructura de sifón invertido, su función es transportar el líquido bajo presión. Este elemento debe encontrarse anclado y fijo para evitar que se dañe cuando la fuerza de la presión impacte, así también los tubos que no tengan peso significativo deben ser cubiertos con una capa de cemento para no flotar, se puede utilizar tuberías PMA (Presión Máxima Admisible). Cuando se construyen sifones en lechos, ríos o cursos de agua, las tuberías se anclan para evitar que floten. El conducto se nombrará “grande” cuando su longitud sea 500 veces mayor a su diámetro. (2017, p. 19). El barril es el elemento más necesario en el Sifón invertido, para evitar daños en la estructura cuando las cargas sean considerablemente mayores como los camiones o maquinaria pesada, se debe profundizar el conducto y se deja un colchón de 1 metro en laderas y de 1.5 metros en cruces. (Villon, 2005, p. 137). Con respecto a la velocidad en el conducto va a depender del tamaño del sifón. Si se realiza un sifón de tamaño grande, la velocidad deberá oscilar entre 2 a 3 metros por segundo mientras que en sifones

pequeños la velocidad será de 1.5 metros por segundo. Por otro lado, Palomino (2017) conceptualiza el registro para limpieza y válvula de purga como el elemento que se construye en la parte baja del conducto lo que permite que el agua sea liberado luego de permanecer almacenado hasta la próxima limpieza. Las válvulas de purga se pueden centrar dentro de un cajón de hormigón que llegue al terreno natural para manipular desde allí las velocidades del líquido en la tubería. (p. 20). Para Villón (2005) el registro de limpieza también se puede usar para deshacerse de lodos, cuando las válvulas no se pueden colocar en la parte baja del sifón se hace necesario el uso de la bomba para succionar el líquido que resta. (p. 137). Para desarrollar el modelamiento hidráulico en lo sifones es necesario primero conocer a la hidráulica como tema principal. Según Chereque (2014) el sifón invertido como ya anteriormente se ha mencionado es una estructura que transporta el agua por un conducto cerrado y a presión, esta estructura no debe operar excediendo la carga, para caudales de hasta 100 pie³/seg el sifón invertido es la mejor opción. (p. 172)

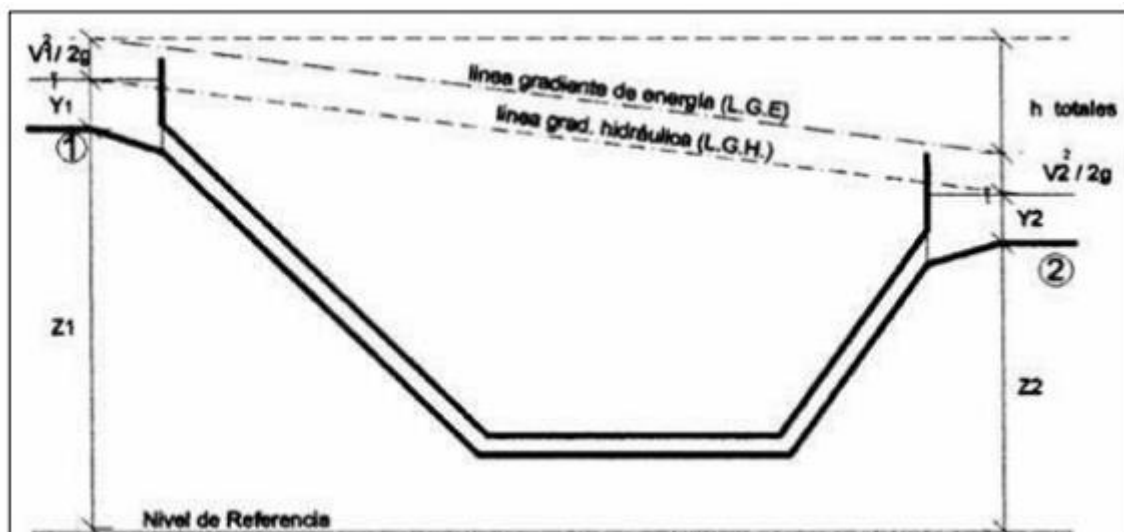


Figura 9 Interpretación de la ecuación de energía en el sifón

Tomado de ANA, 2010.

Para analizar la figura anterior se aplica la siguiente ecuación de energía específica.

$$E_i = z_i + y_i + \frac{V_i^2}{2g}$$

Donde: z_i = carga de posición, y_i = carga de presión, $V_i^2 / 2g$ = carga de velocidad, ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$), ΔH = carga hidráulica.

$$\Delta H = E_1 - E_2 = \left(z_1 + y_1 + \frac{V_1^2}{2g} \right) - \left(z_2 + y_2 + \frac{V_2^2}{2g} \right)$$

Según la fórmula anterior se debe cumplir que la diferencia de H (ΔH) debe ser mayor a la resultante de la totalidad de pérdidas que tenga el sifón. El factor de seguridad es del 10% incrementado a las pérdidas. Si se desea que el conducto trabaje a presión en necesario que se mantenga la altura de ahogamiento en el ingreso y en la salida como se muestra en la figura N° 10 (Palomino, 2017, p. 21)

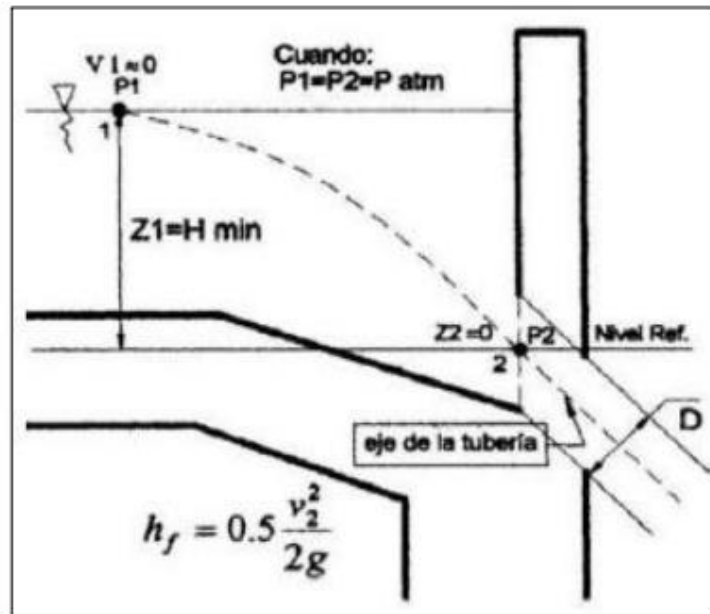


Figura 10 Interpretación de la Altura mínima de Ahogamiento

Fuente: (ANA, 2010)

Por la ecuación de la energía entre 1 y 2 tenemos:

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

Reemplazando Z_1 y h_f tenemos:

$$H_{min} + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + 0,5 \frac{V_2^2}{2g}$$

Siendo $P_1 = P_2$ y $Z_2 = 0$ la ecuación en función al H_{min} será:

$$H_{min} = \frac{3}{2} \times \frac{V_t^2}{2g}$$

También podemos usar otras fórmulas como:

$$H_{min} = 0,3 \times V_t \times \sqrt{D}$$
$$H_{min} = 0,5 \times D \times \left(\frac{V_t}{D}\right)^{0,55}$$

Se considera a “ H_{min} ” como la altura mínima de ahogamiento, V_t es la velocidad (m/s) y D el diámetro de la tubería. Para definir la velocidad que se mantiene en el conducto del sifón Montalvo (2021) refiere que cuando se determina la velocidad del agua en el sifón invertido se debe considerar ciertos criterios, en este sentido el rango de velocidad del flujo estará dado entre 1 m/s a 3 m/s siempre tomando en cuenta la dimensión de la estructura. (p. 13). Torre y Vega (2021), “el funcionamiento de un sifón invertido se basa en el trabajo a presión, lo que quiere decir que se debe mantener ahogado en la entrada como en la salida, este ahogamiento debe ser menor o igual 10% y se puede retener menos al 50%” (p. 21). Ahogamiento = $\frac{H-h}{h} \times 100$. Entonces se puede mencionar que el sifón funciona por la diferencia de cargas existentes lo que debe tomar las pérdidas de la estructura. La diferencia de carga ΔZ debe ser \geq pérdidas totales. Con respecto a las pérdidas de carga Paredes, Cevallos, Alulema y Moya recomiendan utilizar la fórmula universal con $K=2mm$, en caso se utilice la fórmula de Hazen y Williams el coeficiente $C=100$ y para Manning el coeficiente $n=0.015$, todo esto dependiendo el tipo de material a utilizar. (p. 54). Existen pérdidas localizadas en la cámara de entrada del Sifón, pérdida de altura potencial, pérdida de carga debido a los accesorios, pérdida de carga debido al rozamiento con las paredes y pérdida en la cámara de salida.

PERDIDAS DE CARGA EN UN SIFON INVERTIDO

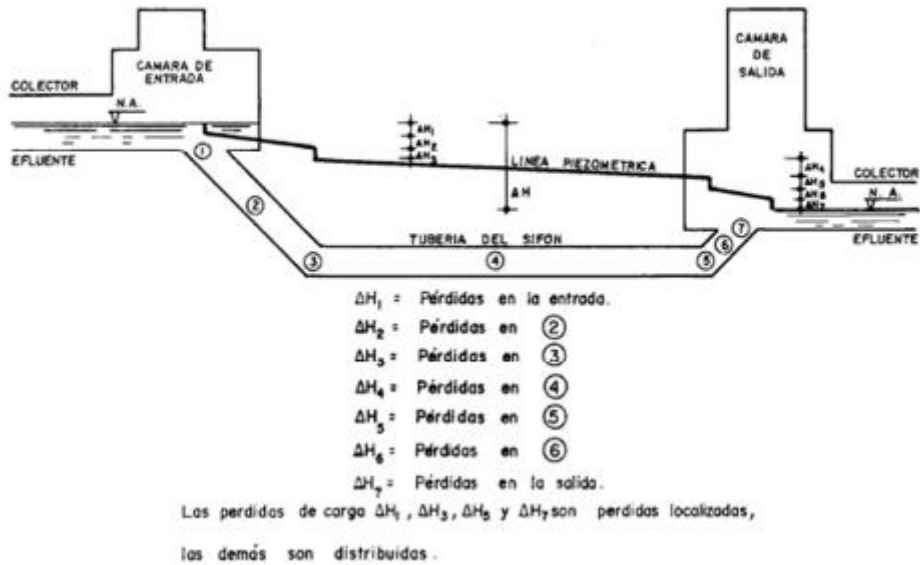


Figura 11 Pérdida de Carga en Sifón Invertido

Tomada de Paredes et al.,2012, p. 54.

Tabla 1 Cuadro de Coeficiente de pérdida de Carga

TIPO DE TRANSICIÓN	Kte	Kes
Curvado	0.10	0.20
Cuadrante Cilíndrico	0.15	0.25
Simplificado en línea recta	0.20	0.30
Línea Recta	0.30	0.50
Extremos cuadrados	0.30	0.75

Fuente: Villón Bejar, 2003, p. 137.

En el diseño de los elementos del sistema de un Sifón existe la fuente de abastecimiento que es cuando la captación se diseñará con el caudal máximo diario. Se diseñará con el caudal máximo horario cuando el caudal de la fuente sea mayor al caudal máximo diario requerido y no se considerará una estructura de regulación, previo un análisis económico. En el diseño deberá considerar los otros usos de la fuente, para lo cual si fuera el caso se diseñará estructuras

complementarias, evitando el riesgo sanitario al sistema. Por otro lado, está el agua superficial en los lagos y embalses, en este caso la toma deberá ubicarse en la ribera donde se minimicen los riesgos de contaminación, y a una profundidad que impida succionar los sedimentos del fondo o materiales de la superficie. Para el mantenimiento del sifón invertido existen dos formas de realizar este procedimiento, la primera utilizando mano de obra lo que resulta ser excesivamente caro y con bajo rendimiento y la segunda opción es utilizar el método de lavado el cual se basa en soltar agua en el conductor cerrado por un lapso de tiempo junto a la velocidad y continuidad llegan a transportar grandes masas de sedimentos atrapados. Para conceptualizar el mantenimiento de un sifón Shafai-Bajestan y Nasr-e-Esfahan (2007) publican el artículo de investigación en donde mencionan: Al investigar la forma de comportamiento de los sedimentos cuando se encuentran en la parte horizontal del sifón invertido, es importante la cantidad de agua y cuán profunda es en la cola como en la cabeza porque afectaría su movimiento, el tamaño del cabezal al momento de lavarlo dependerá de la longitud que se transporte, así también mencionan en sus conclusiones que mientras el sedimento aumente también aumenta la longitud transportada. (parr. 35). “La ecuación de Hazen y Williams para pérdidas de carga por fricción es aquella que facilita la explicación de velocidad de flujo, esta ecuación se ha utilizado para desarrollar Software de abastecimiento de agua” (Uribe, 2014, p. 4)

$$hf = (10.679/C^{1.852}) \times (L/D^{4.87}) \times Q^{1.852}$$

Dónde: hf = pérdida de carga (m), L = longitud de la tubería (m), D = diámetro interno (m), Q = caudal (m/s)

Los valores de los coeficientes “C” se sacan de tabla, según material y años de uso de las tuberías.

Tabla 2 *Coefficientes de Hazen - Williams*

MATERIAL	COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS
Asbesto-cemento (nuevo)	135
Cobre y Latón	130
Ladrillo de saneamiento	100
Hierro fundido, nuevo	130
Hierro fundido, 10 años de edad	107 – 113
Hierro fundido, 20 años de edad	89 – 100
Hierro fundido, 30 años de edad	75 – 90
Concreto, acabado liso	130
Concreto, acabado común	120
Acero galvanizado (nuevo y usado)	125
Acero remachado nuevo	110
Acero remachado usado	85
PVC	140
PE	150
Plomo	130 -140
Aluminio	130

Fuente: Coeficiente de Hazen-Williams en función del número de Reynolds y la rugosidad relativa, 2019, p. 45

“La ecuación de Darcy Weisbach es la ecuación más utilizada para diseños de agua potable, evacuación de aguas pluviales y alcantarillados” (Uribe, 2014, p. 6)

$$hf = f \times (L/D) \times (v^2/2g)$$

Dónde: v = velocidad (m/s), g = aceleración grav. (9.81 m/s), f = coeficiente de fricción. La misma fórmula de Darcy – Weisbach expresada en función del caudal:

$$hf = 8.26 \times 10^{-2} f(L/D^5) Q^2$$

El valor de f se obtiene de Moody de la fórmula de Colebrook a través de la siguiente fórmula.

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{K}{3.7D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

Dónde: K = rugosidad absoluta, D = diámetro, Re = n° de Reynolds.

Tabla 3 Comparación entre Hazen y Williams y Darcy Weisbach

	Diámetro (mm)		Caudal (m ³ /h)	H fricción (m)		Variación (%)
	Nominal	Interno		Darcy- W	Hazen-W	
PE PN 2.5 Kg/cm	12	10	0.2	9.49	7.21	24
	16	13.6	0.4	7.29	5.82	20
	20	17.6	0.6	4.33	3.51	19
PE PN 4 Kg/cm	25	21	1.8	12.72	11.37	11
	32	28	3.5	10.42	9.60	8
	40	35.2	5	6.56	6.10	7
	50	44	8	5.20	4.91	6
	63	59.02	15	3.85	3.71	4
PVC PN 4 Kg/cm	75	71.4	22	3.32	3.44	-4
	90	86.4	32	2.60	2.72	-5
	110	105.6	48	2.05	2.17	-6
	125	120	62	1.75	1.90	-7
	140	134.4	78	1.54	1.65	-7
	160	153.6	100	1.26	1.36	-8
	180	172.80	130	1.15	1.25	-8
	200	192	160	1.01	1.10	-9
	250	240	250	0.77	0.84	-10

Fuente: Sotelo, 1998, p. 278.

Con respecto a la pérdida de carga por fricción el autor Rehan en la revista Frictional head loss relation between Hazen-Williams and Darcy-Weisbach equations for

various water supply pipe materials (2019) precisa que es el principal parámetro de la dinámica del flujo de agua durante el diseño de cualquier sistema de distribución de plomería y suministro de agua para edificaciones hidráulicas. La eficiencia de una tubería de suministro de agua radica en su diseño y perfección de fabricación. Los fabricantes se aseguran de que las tuberías sean hidráulicamente eficientes y se ajusten a los principios de flujo. Las características de flujo y las pérdidas por fricción por unidad de longitud de una tubería debe estar dentro del rango especificado para que sea perfecta para uso comercial. (p.334). Por otro lado Ponce (2006) afirma que las pérdidas de carga depende de la extensión de la tubería con el cuadrado de la velocidad, además de la viscosidad y la densidad. (p. 69). Para definir el flujo en tuberías E. Shashi (2006) menciona que el flujo a través de la tubería se puede clasificar como flujo laminar, flujo turbulento o caudal crítico en función del número de caudal de Reynolds. Si el flujo es tal que el número de Reynolds es menor que 2000 a 2100, el flujo se dice que es laminar. Cuando el número de Reynolds es mayor que 4000, se dice que el flujo es turbulento. (p. 11). Con respecto al flujo laminar se debe indicar que se encuentra dentro de la conceptualización de fluido, sin embargo, sufre algunas variaciones, es así que el autor Hu (2015) dice que el flujo laminar, a veces conocido como flujo aerodinámico ocurre cuando un fluido fluye en capas paralelas, sin interrupción entre las capas. El flujo laminar es un régimen de flujo caracterizado por alta difusión de cantidad de movimiento, convención de baja cantidad de movimiento, presión y velocidad casi independientes del tiempo. Es lo opuesto al flujo turbulento. En términos no científicos, el flujo laminar es "suave", mientras que el flujo turbulento es "áspero".(p. 2). Por otro lado el flujo turbulento es irregular y caótico. El flujo consiste en un espectro de diferentes escalas o tipo de remolino. No tenemos una definición exacta de un remolino turbulento, pero suponemos que existe en una cierta región en el espacio para un cierto remolino turbulento y que posteriormente se destruye por el proceso de cascada o por disipación (Lars, 2022, p. 72). "El número de Reynolds es un parámetro adimensional de flujo. Depende del tamaño de la tubería, el caudal, la viscosidad del líquido y la densidad" (E. Shashi, 2006, p. 9)

$$R = \frac{VD\rho}{\mu}$$

Dónde: R = número de Reynolds, adimensional, V = velocidad de flujo promedio, ft/s, D = diámetro interior de la tubería, pies, ρ = densidad de masa del líquido, slug/ft³, μ = viscosidad dinámica, slug/(ft· s), ν = viscosidad cinemática, ft²/s,

Tabla 4 Valores de Rugosidad Absoluta

Material de construcción	Rugosidad (k: mm)
Tuberías de plástico	
Polietileno (P.E.).....	0,002
Cloruro de polivinilo (PVC)	0,02
Tuberías metálicas	
Tuberías estiradas, sin soldaduras de latón, cobre, plomo.....	0,0015 - 0,01
Aluminio.....	0,015 - 0,06
Acero estirado sin soldaduras:	
Nuevas.....	0,02 - 0,10
Después de muchos años en servicio.....	1,2 - 1,5
Acero galvanizado:	
Nuevas, buena galvanización.....	0,07 - 0,10
Galvanización ordinaria.....	0,10 - 0,15
Fundición:	
Nuevas.....	0,25 - 1,00
Nuevas con revestimiento bituminoso.....	0,10 - 0,15
Asfaltadas.....	0,12 - 0,30
Después de varios años en servicio.....	1,00 - 4,00
Hormigón y fibrocemento:	
- <i>Hormigón</i>	
Superficie muy lisa.....	0,3 - 0,8
Condiciones medias.....	2,5
Superficie rugosa.....	3 - 9
Hormigón armado.....	2,5
- <i>Fibrocemento (F.C.):</i>	
Nuevas.....	0,05 - 0,10
Después de varios años en uso.....	0,60

Fuente: Jiménez, Garcia, Lozano, Zavala, Ortiz, Castillo y Romero, 2001, p. 19.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

El informe de investigación en este documento es de tipo aplicada.

Vargas Cordero (2009) menciona que para que una investigación se considere de tipo aplicada debe cumplir con el requerimiento de utilizar conocimientos o averiguaciones anteriores que además deben estar probados, esta información recopilada sirve como referencia de la realidad en base a sus resultados. (p. 159).

Por otro lado, Jiménez (1998) refiere que el tipo de investigación se relaciona con el problema al que intenta darle solución o por lo menos ayudar a solucionar. (p. 12)

3.1.2. Nivel de Investigación

La tesis presente es de nivel descriptivo.

Valderrama Mendoza (2012) conceptualiza al nivel de investigación como el estatus de conocimiento que el autor de la tesis tiene con respecto al tema de investigación, así como al problema que es generado por la realidad problemática, entonces los distintos niveles de investigación usan métodos adecuados para desarrollar la investigación de una forma correcta. (p. 39).

3.1.3. Diseño de Investigación

Se considera al diseño de investigación como No Experimental en la presente tesis. El diseño no experimental nos refiere que las referencias con respecto al marco teórico y resultados anteriores son utilizadas sin tener la participación del autor actual en ellos. Se puede entender entonces que las variables no sufren modificaciones, simplemente se analizará el comportamiento de las presiones en el sifón invertido y su variación con respecto al material y tiempo de operación.

Sánchez, Reyes y Mejía (2018) refieren que el diseño de investigación recae en la responsabilidad del investigador ya que será el encargado de manejar la información a fin de que las variables aporten información clara (p. 53).

3.1.4. Enfoque de Investigación

El informe de investigación presentando en este documento tendrá un enfoque cuantitativo ya que las pruebas, cálculos y resultados tendrán un carácter numérico, además se considera un procedimiento secuencial.

Los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014) mencionan que cuando se utiliza un enfoque cuantitativo pretendemos demostrar que la investigación tiene la necesidad de contarse, medirse o calcular la magnitud en una escala específica los resultados, por ende la recolección de datos y el procesamiento de los mismo es parte fundamental de la investigación. (p. 4).

3.2. Variables y Operacionalización

3.2.1. Identificación de variables

Variable dependiente

- VARIACIÓN DE PRESIÓN

El sifón invertido tiene la característica de siempre encontrarse en funcionamiento a presión, entonces sabemos que por este principio la entrada y la salida del sifón deben estar ahogados, esta presión o presión hidráulica se da cuando el agua en la entrada se encuentra o es mayor a la de la cámara de salida. Para el cálculo de la presión se utiliza el coeficiente C de la ecuación de Hazen-Williams. (Palomino Ramírez, 2017, p.14).

Variable Independiente

- SIFON INVERTIDO

Los sifones invertidos son acueductos que se encuentran trabajando de forma constante a presión, su principal función es transportar líquidos, pueden ser agua potable o aguas residuales, se implementa en zonas topográficas en donde prime las depresiones, quebradas, caminos, vías, drenes o canales. Para el diseño de esta estructura se consideran tuberías que sean acordes al requerimiento y tipo de obra. (Autoridad Nacional del Agua, 2010, p. 19).

3.2.2. Operacionalización de variables

Tabla 5 Operacionalización de Variables

VARIABLES	TIPO	INDICADORES
Variación de presión	Dependiente	<ul style="list-style-type: none">- Verificación de variación de presión.- Periodo de diseño.
Sifón Invertido	Independiente	<ul style="list-style-type: none">- Estudio topográfico.- Estudio de mecánica de suelos.- Modelamiento de sifón invertido.

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Población y muestra de investigación

3.3.1. Población de estudio

La población de investigación viene a ser el sifón invertido ya que es el sujeto en estudio.

La población en la investigación se define como el caso o conjunto de casos que se estudian para resolver problemas de investigación, la población se considera a todo elemento que conforme un grupo. La población será la final beneficiada con los resultados que se obtienen en la investigación. (Arias, Villasis y Miranda, 2016, p. 74).

3.3.2. Muestra de estudio

La muestra de estudio resulta ser las misma que la población de estudio.

La muestra se considera parte significativa de la población, la muestra permite que la recolección de información y procesamiento de estas sea acelerada y se acerque a la exactitud con respecto a la población, la muestra se puede escoger a criterio o a través de fórmula para calcular el número de muestra. (Arispe, Yangali, Guerreo, Lozada, Acuña y Arellano, 2020, p. 74)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Orellana y Sánchez (2006) refiere que existen tres metodologías de recolección de datos que se basan en la documentación, observación y comunicación (p. 207).

Técnica:

Recolección de Datos: Utilizamos la técnica de recolección de datos con la finalidad de recoger información sobre el sifón en funcionamiento y sobre las variaciones de presiones que tiene en su estructura actual, luego estos datos serán procesados nuevamente para los resultados de tesis.

Instrumentos:

Fichas de observación: Las fichas de observación sirven para tomar apuntes de las situaciones que se observen en campo, así como de los datos de estructura.

Software AUTOCAD: Es necesario utilizar el AUTOCAD con la finalidad de plasmar en planos y como diseños finales los resultados obtenidos.

3.5. Procedimientos

Los procedimientos a realizarse en la presente investigación se mencionan a continuación:

1. Recolección de datos; Se realizará la recolección de datos en campo con respecto a la variación de presión que sufre el sifón en cuestión luego de un tiempo promedio de operación, se recolecta toda la información que pueda alimentar los cálculos para el nuevo diseño de estructura.
2. Procesamiento de Datos y Resultados; Con la información tomada en campo y con la ayuda de los programas con respecto a conducción de agua, se procesan los resultados. Se diseña nuevamente el sifón invertido y se hace la simulación de variación de presión o del coeficiente "C" de Hazen-Williams, se deberá seguir el Manual de Criterios de Diseños de Obras Hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico de la Autoridad Nacional del Agua.

3.6. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

El procesamiento de datos se presenta en cuadros Excel donde se adjuntarán los gráficos y tablas en base a los resultados obtenidos los cuales mostrarán la

diferencia entre el antes y después del proyecto de investigación, estos instrumentos de muestra de datos aportarán a probar la hipótesis general.

3.7. Aspectos éticos

Para elaborara esta tesis se utiliza los Manuales y normas vigentes en el territorio peruano, adicionalmente a esto se toman en cuenta las formas de cálculo de autores anteriores a esta investigación y por último se toma referencia de las investigaciones del extranjero, el involucrado en esta investigación muestra veracidad y confianza en los resultados luego de los cálculos correspondientes.

IV. RESULTADOS

Para la ejecución de los resultados tomamos en cuenta en primer lugar el diseño inicial del sifón invertido ubicado en el sector de Layanhuayco del distrito de Anco_Huayllo en la provincia de Chincheros, la entrada se ubica en la progresiva KM 01+488 y la salida de ubica en la progresiva KM 02+820.

Se ha tomado los datos de la red de tuberías de sifón invertido, en el Punto Control N° 1 (PC 1) se obtiene lecturas de 35.37 PSI o 24.90 MCA (metros columna de agua). Por otro lado, en el punto de control N° 2 (PC 2) la lectura es de 61.08 PSI O 43.00 MCA (metros columna de agua). Estas lecturas corresponden a los resultados del manómetro con el fin de comparar las presiones de diseño en campo y en función a estos datos se verificará el coeficiente de fricción de Hazen y Williams el cual para la tubería PVC tiene valor de 150.

Tabla 6 Valores de Red de Tubería en MCA

LECTURAS EN PUNTOS DE CONTROL	
11-PC-01	
35.37 PSI	24.9000 MCA
2.440 BAR	24.9000 MCA
155-PC-02	
61.08 PSI	43.000 MCA
4.220 BAR	43.000 MCA

Fuente: Elaboración propia

Se debe tomar en cuenta que el caudal inicial del expediente técnico es de 3.00 lt/s.

En el diseño del sifón invertido ejecutado, el proyectista ha considerado que desde la progresiva 01+488 hasta la progresiva 01+830 se ha utilizado tubería clase 10 NTP 399.002; C-10; D=3", desde la progresiva 01+835 hasta la progresiva 02+560 se utiliza tubería clase 15 NTP 1452; C-15; D= 90MM, para finalizar desde la progresiva 02+565 hasta la progresiva final 02+820 se ha utilizado nuevamente tubería clase 10 NTP 399.002; C-10; D=3". La cota en el punto 1 corresponde a 3,917.34 m.s.n.m. La pérdida de carga parcial calculada con Hazen y Williams en el punto 2 es de 0.0092 mientras que, aplicando la ecuación de Darcy, la pérdida de carga en el punto 2 es de 0.0098, lo mismo ocurre para la carga acumulada, la presión de agua para Hazen es de 0.855mca y para Darcy 0.854mca.

En la última progresiva se tiene una cota de 3991 m.s.n.m. la pérdida de carga para Hazen Williams y Darcy Weisbach sigue siendo la misma de 0.0092 y 0.0098 respectivamente, sin embargo, la presión acumulada en el punto final ha variado, para Hazen Williams es de 7.1032 y para Darcy Weisbach de 7.2234, con respecto a la cota piezométrica en Hazen y Williams tenemos 3910.24 m.s.n.m. y para Darcy Weisbach 3910.12 m.s.n.m.

La pérdida de carga por fricción acumulada en los 1332.00 metros lineales de la red es de 7.10 metros para Hazen y Williams mientras que para Darcy es de 7.22 metros.

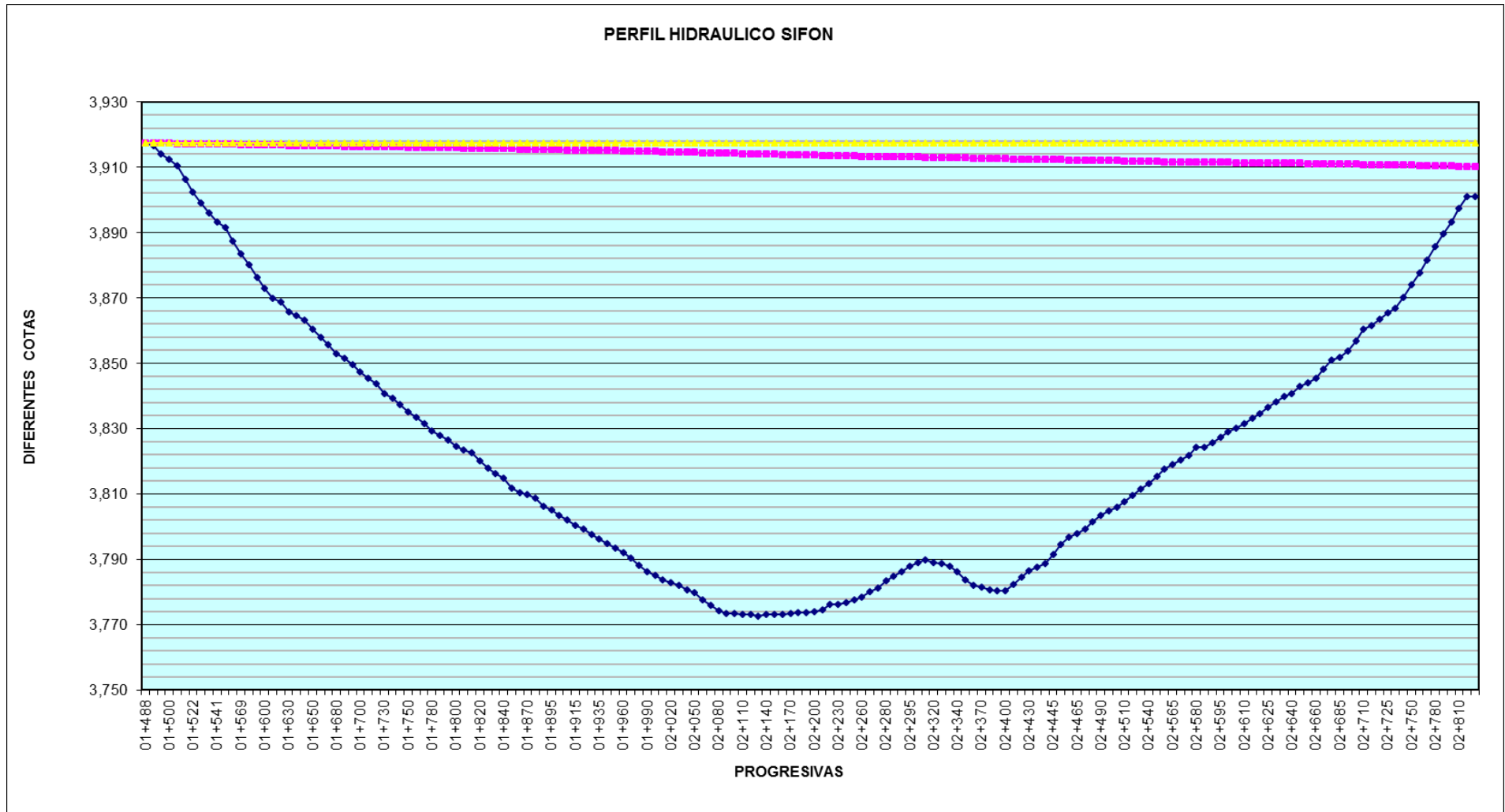


Figura 12 Perfil Hidráulico de Sifón ejecutado

Tomado de Expediente Técnico

Tabla 7 Resumen de tuberías de sifón invertido ejecutado

RESUMEN						
TRAMO		TUBERIA PVC	DIAMETRO NOMINAL	CLASE	LONGITUD (M)	OBSERVACIONES
00+024	00+077	NTP 399.002	Ø=88.50mm = 3 "	C-10	342.00	EN FUNCIONAMIENTO
00+077	00+077	NTP 1452	Ø=90.00mm = 3 "	C-15	730.00	EN FUNCIONAMIENTO
00+077	00+080	NTP 399.002	Ø=88.50mm = 3 "	C-10	260.00	EN FUNCIONAMIENTO
LONGITUD TOTAL					1,332.00	

Fuente: Proyecto "AMPLIACIÓN DE LINEA DE CONDUCCIÓN PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE DE URIPA Y MIRAFLORES EN EL SECTOR DE LAYANHUAYCO DEL DISTRITO DE ANCO_HUALLO- PROVINCIA DE CHINCHEROS-DEPARTAMENTO DE APURIMAC "CÓDIGO ÚNICO DE INVERSIONES N.º 2458202"

Uno de los estudios básicos para el diseño de Sifón Invertido es el estudio topográfico, a continuación, se muestra un cuadro resumen de las condiciones topográficas actuales y la tabla del levantamiento de puntos se muestra en el apartado de anexos.

Tabla 8 Levantamiento Topográfico

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	
PUNTOS TOPOGRÁFICOS	167
EXTENSIÓN	1332 metros lineales.
COTA DE ENTRADA	1917.34 m.s.n.m.
COTA DE SALIDA	3900.91 m.s.n.m.
ALTURA DE AGUA EN EL ÚLTIMO PUNTO	16.43 metros

Fuente: Elaboración propia.

El perfil estratigráfico de la zona se muestra en el siguiente cuadro, este perfil nos muestra el tipo de terreno con el que se va a enfrentar la tubería al ser enterrada, además nos muestra la altura de la napa freática, factor importante para que el sifón no se encuentre ahogado.

Tabla 9 Resumen de Perfiles Estratigráficos

CALICATA	UBICACIÓN/PROGRESIVA		SUCS	DESCRIPCIÓN ESTATIGRÁFICA	NAPA FREÁTICA
	PROGRESIVA	COORDENADA			
C-1	KM 01+500	E=644622.48 m N=8499766 m	SM-SM	Relleno 0.00 a 0.40 m 0.40 a 1.50: Arena limosa con arcilla de baja plasticidad, tonalidad marrón claro, textura áspera, medianamente húmeda de granulometría uniforme.	Hasta la profundidad explorada. No se encontró nivel freático.
C-2	KM 02+000	E=644160.69 m N=8499611.37 m	OL	Relleno 0.00 a 0.40 m 0.40 a 1.50: Material conformado por arcilla orgánica con arena, de compacidad baja, saturada tonalidad marrón oscuro de media plasticidad.	Hay presencia de napa freática.
C-2	KM 02+500	E=643671.92 m N=8499398.52 m	SM-SM	Relleno 0.00 a 0.40 m 0.40 a 1.50: Arena limosa con arcilla, de baja	Hasta la profundidad explorada. No se encontró

				plasticidad, tonalidad marrón claro, textura áspera, medianamente húmeda de granulometría uniforme.	nivel freático.
--	--	--	--	--	--------------------

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos

Para el recálculo y posterior evaluación de la variación de presión se inicia con el cálculo de las pérdidas de cargas en tuberías. Y la variación de presión en funcionamiento se realiza con la toma de datos del caudal en operación.

En campo se ha realizado el aforo volumétrico del caudal existente en la actualidad que se utiliza para el funcionamiento del sifón, se ha tomado tres muestras de las cuales el promedio es de 3.57 l/s utilizando balde de 20 lt, cronómetro y envases de 1 lt. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 10. Cuadro del aforo volumétrico.

DATOS	VOLUMEN (L)	TIEMPO (S)	CAUDAL (L/S)
01	16.00 L	4.48 S	3.57 L/S
02	16.50 L	4.71 S	3.50 L/S
03	16.67 L	4.58 S	3.64 L/S
CAUDAL PROMEDIO			3.57 L/S

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Datos de rediseño para sifón invertido.

DATOS DE REDISEÑO		
Caudal	0.00357	m3/s
TUBERIA PVC NTP 399.002		
DN	3.00000	Pulg
C-10	0.08010	m
TUBERIA PVC NTP 1452		
DN	90.00000	mm
C-15	0.07704	m
Coef.Hazen		150
Coef Darcy NTP 339.002		0.0216
Coef Darcy NTP 1452		0.0214

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior se muestran los datos de rediseño que se van a utilizar para el recalcu del sifón invertido, el caudal aforado es de 3.57 l/s, los diámetros de tuberías C-10 de 0.08010 metros y C-15 de 0.077 metros, el coeficiente de Hazen y Williams de 150, el coeficiente de Darcy con la NTP 330.002 de 0.0216 y con NTO 1452 DE 0.0214.

En la siguiente tabla se muestran las cotas de ingreso y de salida del sifón invertido comprendiendo así que la topografía no ha cambiado y se mantienen los valores en campo.

Tabla 12. Cota de Ingreso y de Salida de Sifón Invertido

Cotas de Ingreso y de Salida		
Cota de ingreso	3,917.34	msnm
Cota de salida	3,900.91	msnm
Desnivel	16.43	M

Fuente: Elaboración Propia

Para este cálculo se toman en cuenta la velocidad para tuberías de clase 10 y tuberías de clase 15, se realiza el cálculo con la siguiente fórmula.

$$V C - 10 = \frac{Q}{\pi * 0.08010^2/4}$$

$$V C - 10 = \frac{0.00357}{\pi * 0.08010^2/4} = 0.71 \text{ lt/s}$$

Para la tubería de clase 15 se toma en cuenta la siguiente ecuación.

$$V C - 15 = \frac{Q}{\pi * 0.07704^2/4}$$

$$V C - 15 = \frac{0.00357}{\pi * \frac{0.07704^2}{4}} = 0.77 \text{ lt/s}$$

Tabla 13. Cálculo de la velocidad de flujo

CALCULO DE VELOCIDAD			
Velocidad Flujo	V C-10	0.71	m/s
	V C-15	0.77	m/s

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se describe las condiciones de la estructura en cada progresiva tomando como puntos fundamentales el punto de control 01 (PC 01) en la progresiva 01+546 y en el punto de control 02 (PC 02) en la progresiva 02+720, respetando estos puntos los valores de pérdida de carga según Hazen y Williams en el PC 01 es de 0.080 metros al igual que Darcy Weisbach, y en el PC 02 Hazen Y Williams calcula 0.030 metros nuevamente igual que Darcy Weisbach, con

respecto a la presión inicial con la fórmula de Hazen y Williams en el PC 01 se obtiene el resultado de 25.308 mca y con Darcy Weisbach se obtiene el resultado de 25.303 mca, mientras que en el PC 02 la presión inicial es de 46.803 mca y de 46.713 mca con las fórmulas de Hazen y Williams y Darcy Weisbach respectivamente. De igual forma para la presión final tanto Hazen y Williams como Darcy Weisbach dan resultados de 29.443 mca y 29.437 mca respectivamente para el PC 01 y en el PC 02 las fórmulas en el mismo orden dan resultados de 44.795 mca y 44.705 mca.

La gradiente hidráulica inicial en el PC 01 es de 3,916.97 metros y 3,916.960 metros con las fórmulas de Hazen y Williams y Darcy Weisbach en el mismo orden; en el punto de control 02 o PC 02 la gradiente hidráulica inicial es de 3,908.52 metros y de 3,908.43 metros con las fórmulas anteriormente nombradas. Pasa lo mismo en las gradientes hidráulicas finales, en el PC 01 dan resultados de 3,916.89 metros y 3,916.89 metros con las fórmulas de Hazen y Williams y Darcy Weisbach; y en el PC 02 los valores son de 3,908.49 metros y 3,908.40 metros.

En los párrafos anteriores se describen los valores del recalcu con el Software WaterCad del sifón invertido con un caudal de operación de 3.57 lt/s, como resultado arroja pérdida de carga de 9.49 MCA para Hazen y Williams y 9.51 MCA para Darcy Weisbach.

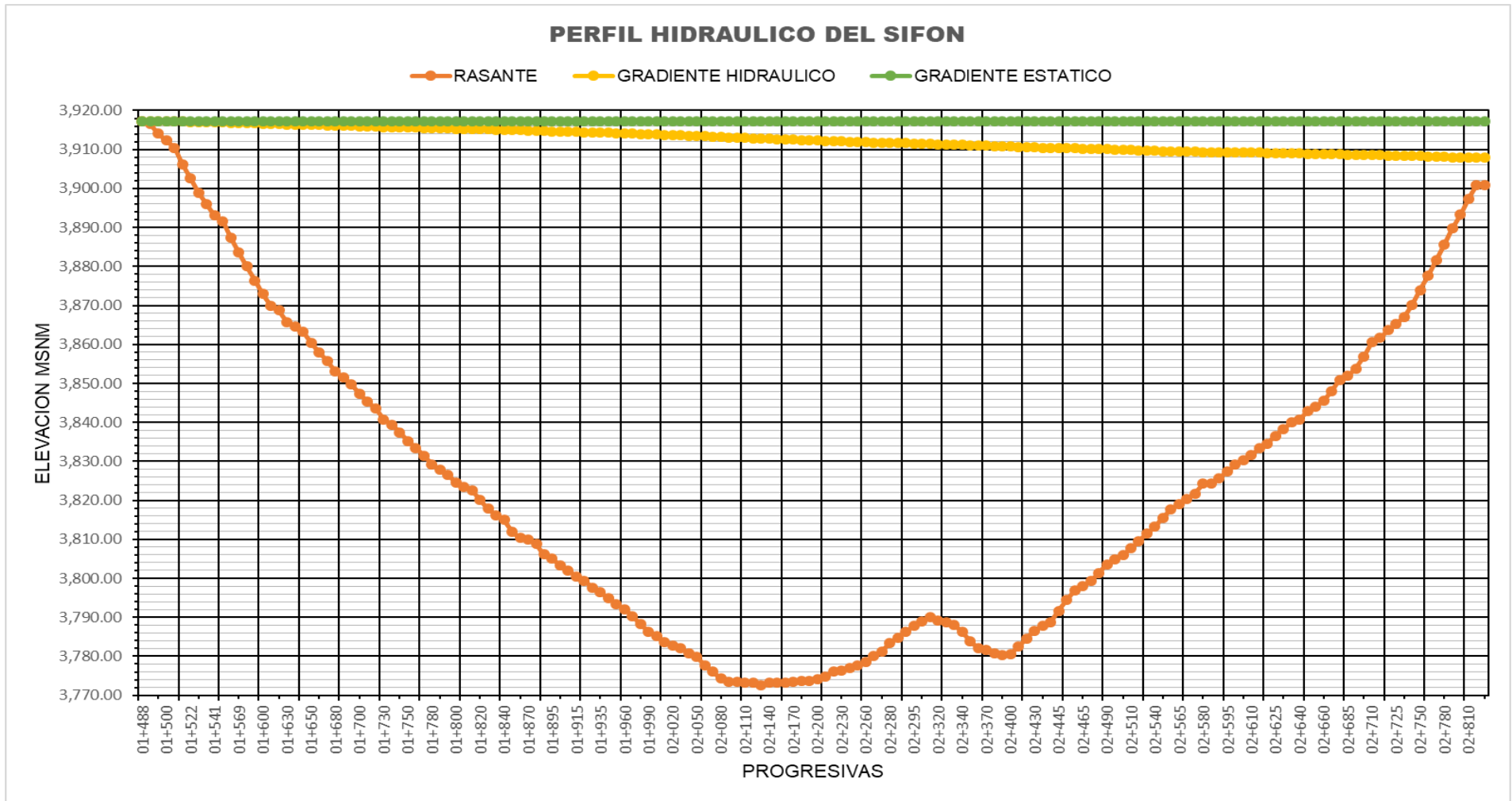


Figura 13 Perfil Hidráulico de Sifón recalculado

Tomado de Elaboración Propia

Para el rediseño del sifón y la verificación del coeficiente de fricción se ha utilizado el programa Water Cad de acuerdo a los valores obtenidos en campo de presión en los puntos de control PC-1 en la progresiva 1+546 KM y en el PC 2 en la progresiva 2+720 KM, se ha verificado que la rasante en el PC 01 es de 3,891.61 m.s.n.m. y en el PC 02 es de 3,863.60 m.s.n.m., el diámetro interior de tubería es de 80.10 mm, el material de la tubería es de PVC, según el Software coeficiente de fricción de Hazen y Williams es de 134.40, el flujo es de 3.57 l/s, la velocidad es de 0.71 m/s la pérdida de carga por fricción en el PC 01 es de 0.090 metros y en el PC 02 e 0.040 metros, la presión inicial en el PC 01 es 25.225 metros columna de agua y en el PC 02 es de 42.802 metros columna de agua, la presión final en el PC 01 es de 29.342 mca y en el PC 02 es de 41.027 mca. La gradiente hidráulica inicial es de 3,916.89 metros para PC 01 y para PC 02 es de 3,906.49 metros, mientras que en la gradiente hidráulica final los valores son 3,916.79 metros para PC 01 y 3,906.45 metros para PC 02. Obteniendo una pérdida de carga de 11.53 MCA, significa que la rugosidad ha incrementado por lo cual el coeficiente de fricción de Hazen y Williams es de 134.40 adimensional.

A continuación, se plasma en este informe de investigación el cálculo del coeficiente de fricción según Darcy Weisbach con los datos obtenidos en campo.

Para el cálculo del coeficiente de fricción se debe tomar en cuenta los datos de caudal obtenido según aforo y diámetro de tubería. En primer lugar, realizamos el cálculo bajo la norma técnica peruana NTP 399.002.

Tabla 14. Datos para el coeficiente de fricción de Darcy NTP 399.002

Cálculo del coeficiente de fricción de Darcy	
Caudal	3.57 lt/s
D=	80.100 mm
D=	0.08010 m
E (rugosidad absoluta de materiales) =	0.00015 Cm
ϵ =	0.0000015 m

Fuente: Elaboración Propia

Para el cálculo de la velocidad de flujo se deben hallar los valores de área y caudal.

$$A = \pi * D^2 / 4$$

$$A = 3.1416 * 0.08010^2 / 4 = 0.0050 \text{ m}^2$$

Entonces la velocidad de flujo se define como el resultado del caudal entre el área, por lo tanto, resulta en 0.71 m/s,

Posteriormente calculamos el número de Reynold que es igual a la velocidad del flujo multiplicado por el diámetro de la tubería entre la viscosidad dinámica

$$Re = \frac{V\rho D}{\mu} = \frac{VD}{\nu}$$

$$Re = \frac{0.708 * 0.08}{0.00000131} = 43,318.51$$

Por lo tanto, se considera que el Número de Reynold corresponde a un flujo turbulento.

Por último, para el caso de la fricción (f) tomamos en cuenta la siguiente ecuación de Colebrook – White.

$$1/\sqrt{f} = -2 \log[\varepsilon/3.7D + 2.51/(Re\sqrt{f})]$$

Despejando:

$$f = \frac{1}{\left(-2 \log\left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}}\right)\right)^2}$$

$$\varepsilon = 0.0000015 \text{ m}$$

$$Re = 43,318.51$$

$$D = 0.08 \text{ m}$$

Tabla 15. *Cálculo del coeficiente de fricción de Darcy*

Asumido	Calculado	Error
f	f	Δ
0.03340	0.02050	0.0129
0.02050	0.02179	-0.0013
0.02179	0.02162	0.0002
0.02162	0.02164	0.0000

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior se muestra el procedimiento iterativo para calcular el coeficiente de fricción (f) de Darcy Weisbach teniendo como resultado 0.02162 adimensional.

Tabla 16. Datos para el coeficiente de fricción de Darcy NTP 1452

Cálculo del coeficiente de fricción de Darcy	
caudal	3.57 lt/s
D=	77.040 mm
D=	0.07704 m
$\varepsilon =$	0.00015 Cm
$\varepsilon =$	0.0000015 m

Fuente: Elaboración Propia

La velocidad de flujo

$$A = \pi * D^2 / 4$$

$$A = 3.1416 * 0.07704^2 / 4 = 0.0047 \text{ m}^2$$

Entonces la velocidad de flujo bajo la ecuación Q/A es igual a 0.77 m/s.

Similar al anterior caso se calcula el número de Reynold bajo el principio de velocidad de flujo por diámetro de tubería dividido entre la viscosidad dinámica.

$$Re = \frac{V\rho D}{\mu} = \frac{VD}{\nu}$$

$$Re = \frac{0.766 * 0.08}{0.00000131} = 45,039.10$$

Para el cálculo de la fricción (f) asumimos que $\varepsilon = 0.0000015 \text{ m}$, $Re = 45,039.10$, $D = 0.08 \text{ m}$

$$f = \frac{1}{\left(-2 \log \left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}}\right)\right)^2}$$

Tabla 17. *Cálculo del coeficiente de fricción de Darcy NTP 1452*

Asumido	Calculado	Error
f	f	Δ
0.03340	0.02031	0.0131
0.02031	0.02160	-0.0013
0.02160	0.02143	0.0002
0.02143	0.02146	0.0000

Fuente: Elaboración Propia

V. DISCUSIÓN

Hipótesis General: El diseño y la simulación de la variación de presión varía conforme al tiempo de operación en el Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco, Anco_Huallo, Chincheros, Apurímac, 2022.

En la presente investigación se toma una estructura de sifón ya construida la cual ha sido sometida a evaluación con respecto al coeficiente de fricción, esta estructura ha estado en funcionamiento desde el mes de agosto del año 2021, los valores iniciales con respecto a su diseño hidráulico son en el caso de la velocidad de flujo en tuberías PVC C-10 NTP 399.002 es de 0.60 m/s y para tuberías PVC C-15 NTP 1452 es de 0.64 m/s, el caudal de diseño es 3.00 lps el diámetro calculado en metros para tuberías C-10 es de 0.080 metros y para tuberías C-15 es de 0.077 metros, la pérdida de carga por fricción acumulada en los 1332.00 metros lineales de la red es de 7.10 metros, la presión de salida del sifón es de 9.33 metros, el recalcu de la estructura hidráulica ha arrojado nuevos resultados basándose en las condiciones actuales de campo y las ecuaciones de los autores Hazen y Williams, el caudal aforado de 3.57 lt/s, la velocidad de flujo para tuberías C-10 es de 0.71 m/s y para C-15 0.77 m/s, la pérdida de carga por fricción acumulada es de 9.49 metros y la presión de salida del sifón es de 6.922 metros columna de agua; para Darcy el caudal aforado de 3.57 lt/s, la velocidad de flujo para tuberías C-10 es de 0.71 m/s y para C-15 es de 0.77 m/s, la pérdida de carga por fricción acumulada es de 9.51 metros y la presión de salida del sifón es de 6.824 metros columna de agua.

La Autoridad Nacional del Agua menciona que los sifones largos en ciertas condiciones no termina de sellarse independientemente de si su funcionamiento es a flujo lleno o a flujo parcial con un coeficiente menos al que se hubiera asumido en el diseño inicial, por lo cual recomienda utilizar $n = 0.008$ con lo cual nos encontramos de acuerdo, sin embargo, existe la forma de calcular el coeficiente de fricción que se pueda aplicar en el diseño para evitar que el sifón cambie en la presión y se selle correctamente.

Se considera que la hipótesis general es aceptable ya que se acomoda a los resultados y bibliografía sobre la variación de presión con respecto al coeficiente de fricción, esta hipótesis cita que *el diseño y la simulación de la variación de*

presión varía conforme al tiempo de operación en el Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco, Anco_Huallo, Chincheros, Apurímac, 2022.

Hipótesis Específica N° 01: La simulación de variación de presión en el Sifón invertido presenta modificaciones de acuerdo al tiempo de operación.

De los resultados obtenidos en la presente investigación, el coeficiente de fricción del sifón invertido en el diseño primogénito del proyecto al evaluarlo es de 150 de Hazen y Williams, transcurrido el tiempo de operación que a la fecha son siete meses los resultados varían a 134.40 calculado con el Software Water Cad. Para llegar a estos resultados se ha tomado en cuenta la velocidad del flujo que es la resultante de la división entre el caudal de 3.57 lt/s sobre el área que es 0.0050 m² dando como dato 0.71 m/s para tuberías C-10 NTP 399.002 y para tuberías C-15 NTP 1452 con área 0.0047 m² dando como resultado 0.77 m/s, el diámetro de la tubería de 0.080 metros y 0.077 metros, este cálculo nos arroja un resultado de 43,318.51 flujo turbulento c-10 y 45,039.10 flujo turbulento c-15. Estos resultados se basan en las mismas condiciones de terreno y zona climática donde se encuentra la estructura, cabe indicar que la temperatura utilizada para el cálculo del número de Reynold es de 10°C.

Los resultados anteriormente expuestos se comparan con los resultados del autor Palomino Ramírez (2017) quien calcula como velocidad de flujo el valor de 3.06 m/s, el volumen de agua que conduce es de 130,90 m³, el diámetro de la tubería para su diseño es de 44 pulgadas. En este caso particularmente la velocidad supera los 0.90 m/s por lo cual la tubería genera una auto limpieza y evita los azolves, para la fricción en tubería utilizamos un coeficiente de 0.013 en hierro fundido y el resultado es de 1.102 m, este autor concluye también en que el sifón invertido sufre una pérdida de carga de 2,767 metros debido a que dentro de la tubería existe rozamiento del fluido gracias al menor diámetro optado.

Consecuentemente con lo mencionado en este apartado la hipótesis específica N° 01 se considera aceptable la cual cita que *la simulación de variación de presión en el Sifón invertido presenta modificaciones de acuerdo al tiempo de operación.*

Hipótesis Específica N° 02: La variación de presión en el Sifón Invertido medida en campo será menor al del diseño proyectado.

Los resultados obtenidos nos muestran que la variación de presión de salida en el sifón invertido ejecutado es de 9.33 metros y en el recalcu la variación de presión de salida con el caudal de 3.57 lt/s aforado es de 6.922 metros, por lo tanto es menor al cálculo del expediente técnico, en este caso el sifón invertido ya ejecutado nos muestra las mismas condiciones topográficas y las mismas características del suelo, sin embargo los resultados hidráulicos, en el caso de la velocidad de flujo es de 0.60 m/s c-10 y 0.64 c-15, el caudal de diseño es 3 lps, la pérdida de carga por fricción acumulado 7.10 metros, estos resultados han sido evaluados según las fórmulas de Hazen y Williams, mientras que en el caso del recalcu para la obtención de la variación de presión se tiene como resultados que la velocidad 0.71 m/s c-10 y 0.77 c-15, el caudal de aforado para el recalcu es de 3.57 lt/s, el diámetro de tubería es de 0.08 m y 0.077, la pérdida de carga por fricción es de 9.49 metros.

Estos resultados se comparan con los resultados de Torre y Vega (2021) en su tesis donde asume como caudal 1.211 m³/s, la longitud inclinada es de 1949.60 metros lineales, la tubería será de PVC-O mellizo clase ON 12.5, 16, 20 y 25, según sus conclusiones se cumple con la velocidad que debe de ser como mínimo 0.90 m/s y como máximo 4 m/s, además observa que las fórmulas de Darcy Weisbach no son recomendables ya que calculan valores menores a las de Hazen y Williams, sin embargo no se concuerda con este autor ya que la diferencia de valores es mínima como se puede verificar en el apartado de resultados.

Con todo lo expuesto la hipótesis específica N° 02 es aceptable, la variación de presión medida en campo en el sifón invertido en evaluación ha sido menor al cálculo con el que se ha ejecutado. La hipótesis cita que *la variación de presión en el Sifón Invertido medida en campo será menor al del diseño proyectado.*

Hipótesis Específica N° 03: Los estudios básicos son imprescindibles para el diseño hidráulico de Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco, Anco_Huallo, Chincheros, Apurímac, 2022.

Según los resultados obtenidos en la presente investigación el estudio más importante para diseñar correctamente un sifón invertido es el estudio topográfico, este estudio topográfico marcará la cota inicial donde comienza la estructura de sifón y la cota final metros abajo, en este caso particular se han levantado 167 puntos topográficos en 1332 metros lineales, la cota de entrada es 3917.34 m.s.n.m. y la cota de salida es de 3900.91 m.s.n.m. La altura del agua en último punto es de 16.43 metros. Por otro lado, el perfil estratigráfico de la zona nos muestra tres calicatas, en la primera y tercera no se observa presencia de napa freática, sin embargo, la segunda calicata tiene presencia de napa freática, el tipo de suelo oscila entre arena limosa con arcilla, arcillas orgánicas y arenas limosas con arcilla.

Los resultados obtenidos para la hipótesis específica N° 03 se pueden corroborar con lo que dice la Autoridad Nacional de Agua en el Manual: Criterios de Diseños de Obras Hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico en donde dice que los sifones invertidos se pueden construir cuando existe una depresión topográfica o quebrada, se debe conocer las curvas de nivel y perfil del terreno, debe indicarse también que el ANA recomienda que la pendiente de los tubos no debe ser mayor a 2:1.

Entonces según lo descrito en los párrafos anteriores la hipótesis específica N° 03 resulta ser aceptable al demostrarse la importancia de los estudios básicos en el diseño de sifón invertido.

VI. CONCLUSIÓN

Primero: Con respecto al objetivo general sobre determinar el diseño y la simulación de la variación de presión en Sifón Invertido, se concluye en que al realizar la evaluación del diseño principal del sifón invertido ya ejecutado la presión es distinta a la actual medida en campo, entonces se verifica y recalcula el coeficiente de fricción para tuberías. El coeficiente de fricción ha variado de 150 a 134.40.

Segundo: Para concluir con el objetivo específico N° 01 el cual busca simular la variación de presión en el Sifón Invertido se concluye que la simulación se realiza bajo un recalcu del diseño hidráulico el cual nos proporciona datos actualizados de las condiciones del sifón invertido, la simulación se ha realizado luego de ocho meses de funcionamiento de la estructura, entonces se concluye en que el tiempo influye en la variación de presión.

Tercero: Con respecto al objetivo específico N° 02 que busca realizar la verificación In Situ de la variación de presión en el Sifón Invertido se concluye que al realizar la verificación en campo y medir la variación los valores se han modificado de 150 a 134.40, sin embargo, las condiciones topográficas siguen manteniéndose iguales, pero al aforar el caudal se encuentra una diferencia, el proyecto inicial considera un caudal de 3.00 l/s, mientras que la lectura en campo es de 3.57 l/s.

Cuarto: El objetivo específico N° 03 busca determinar los estudios básicos para el diseño hidráulico de Sifón Invertido para lo cual se concluye en que el estudio topográfico es el procedimiento de mayor importancia en el diseño de sifones invertidos porque gracias a esto se pueden conocer las cotas iniciales y finales, con estos datos se pueden calcular las pérdidas de carga, la cota piezométrica y la altura del agua, adicionalmente a estudio topográfico, se debe considerar también el perfil estratigráfico del terreno en donde se va a construir el sifón invertido, este nos indica el tipo de suelo a considerar al momento de elegir el tipo de tubería que se va a enterrar.

VII. RECOMENDACIÓN

Primero: Para el objetivo general se recomienda que los resultados obtenidos sean utilizados por futuras investigaciones como referencia al momento de calcular el diseño hidráulico de sifones invertidos con la seguridad de utilizar un coeficiente de fricción que posteriormente no varíe luego de un tiempo en operación.

Segundo: Con respecto al primer objetivo específico se recomienda que toda investigación que se realice correspondiente a sifones debe ser evaluada bajo criterios propios, utilizando bibliografía de primera mano, se quiere decir que al igual que en esta tesis se deben simular condiciones reales para poder calcular el diseño con seguridad y confianza.

Tercero: Para el objetivo específico N° 02 se recomienda que las instituciones del estado encargadas del mantenimiento y funcionamiento de las obras hidráulicas, específicamente sifones invertidos, sean evaluados periódicamente para cerciorarse de los valores diseñados y así evitar futuros inconvenientes con el abastecimiento de agua.

Cuarto: Para el último objetivo específico se recomienda enfatizar en los estudios básicos correspondientes al diseño de sifones invertidos considerando que son estos los que nos proporcionan datos importantes para la ejecución de estructuras de este tipo. Los estudios básicos deben ser elaborados por laboratorios certificados y con experiencia.

REFERENCIAS

ABANTO Leau, Julio Renzo y AVALOS Gonzáles, Robinson Iudin. 2019. Propuesta de Diseño de Sifón como solución para abastecimiento de aguapotable en la localidad de Lluchubamba - distrito de Sitacocha - provincia de Cajabamba - departamento Cajamarca, 2018. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo : 2019.

ARIAS Gomez, Jesus, VILLASIS Keever, Miguel Ángel y MIRANDA Novales, Maria Guadalupe. 2016. *El protocolo de investigación III: la población de estudio.* Ciudad de México : Revista Alergia México, 2016. 0002-5151.

ARISPE Alburquerque, Claudia, y otros. 2020. *La investigación Científica: Una aproximación para los estudios de posgrado.* Ecuador : Universidad Internacional del Ecuador, 2020. 978-9942-38-578-9.

Autoridad Nacional del Agua. 2010. *Criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico.* Lima : Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales., 2010.

CHEREQUE Moran, Wendor. 2014. *Mecánica de Fluidos 2.* Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.

Coeficiente de Hazen-Williams en función del número de Reynolds y la rugosidad relativa. **ALEGRET Breña, Evio y MARTINEZ Valdés, Yaset. 2019.** 3, La Habana : CIH, 2019, Vol. XL. 1815-591X.

Comisión Nacional del Agua. 2009. *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.* México : s.n., 2009.

D. Fenton, John. 2019. *A First Course in Hydraulics.* Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management, Vienna : 2019.

D`AGOSTINO, Luca y VOTTORIA Salvetti, Maria. 2007. *Fluid Dynamics of Cavitation and Cavitating Turbopumps.* New York : Paolo Serafvi - Udine, 2007. 978-3-211-76668-2.

Department of the Army US Army Corps of Engineers Washintogn. 2007. *Control and Topographic Surveying.* Washington : US Army Corps of Engineers , 2007. 1110-1-1005.

E. Shashi, Menon. 2006. *Piping Calculations Manual*. Nueva York : McGraw-Hill, 2006.

Frictional head loss relation between Hazen-Williams and Darcy-Weisbach equations for various water supply pipe materials. **JAMIL, Rehan. 2019.** 4, Saudi Arabia : Imam Abdulrahman Bin Faisal University, 2019, Vol. 13.

GRAMATKY, Gunner y ROBINSON, Kenneth. 1995. *Siphon Spillway*. California Institutes of Technology, Pasadena : 1995.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Pilar. 2014. *Metodología de la Investigación*. México : Mc Graw Hill Education, 2014. 978-1-4562-2396-0.

Hu, Hui. 2015. *Laminar and Turbulent Flows*. Iowa State University, Iowa : 2015.

JIMÉNEZ Paneque, Rosa. 1998. *Metodología de la Investigación elementos básicos para la investigación clínica*. Ciencias Médicas del Centro Nacional de información de Ciencias Médicas., La Habana : 1998.

JIMÉNEZ Teràn, José Manuel, y otros. 2001. *Manual de Aountes de la Experiencia Educativa de Tuberías y Canales*. Universidad Veracruzana, Veracruz : 2001.

LARS, Davidson. 2022. *Fluid mechanics, turbulent flow and turbulence modeling*. Chalmers University of Technology, Suecia : 2022.

MARTÍN Domingo, Agustín. 2011. *Apuntes de Mecánica de Fluidos. Apuntes de Mecánica de Fluidos*. España : Creative Commons, 2011.

Ministerio del Agua. 2007. *Reglamento Técnico de diseño de sifones invertidos en sistemas sanitarios*. Bolivia : Instituto Boliabiano de Normalización y Calidad, 2007. 13.060.30.

MONTALVO Portero, Xavier Fernando. 2021. *Modelación Numérica del flujo y comportamiento del Sifón Piura utilizando Ansys*. Universidad de Piura, Piura : 2021.

ORELLANA López, Dania M. y SÁNCHEZ Gómez, M. Cruz. 2006. *Técnicas de recolección de datos en entornos virtuales más usadas en la investigación cualitativa.* Murcia - España : Revista de Investigación Educativa, 2006. 0212-4068.

PÁEZ, Rafael y ROMERO, Sergio. 2011. *Evaluación de un sistema de sifón para la extracción de sedimentos en embalses eutroficados. (Caso de estudio embalse Pao-Cachinche)* . Universidad de Caraboro, Naguanagua : 2011.

PALOMINO Ramírez, Moisés. 2017. *Análisis y Diseño de Sifón.* Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua : 2017.

PAREDES, Victor Hugo, y otros. 2012. *Elaboración de Diseños Estructurales para promover el desarrollo urbanístico y socio-productivo del gobierno parroquial rural Sucre.* Universidad Técnica de Ambato, Ambato : 2012.

PEREZ Campomanes, Giovene. 2016. *Manual de Obras Hidráulicas.* Lima : s.n., 2016.

PONCE Victoria, Fernando. 2006. *Manual para ensayo de pérdidas de energía en Accesorios de tubería del laboratorio de Hidráulica.* Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala : 2006.

RAZZAK Thulfikar, AL - Hussein. 2008. Optimum Hydraulic Design for Inverted Siphon. *Al-Qadisiya.* 1, 2008, Vol. 1.

RIVAS Ponce, Teddy Eduardo. 2021. *Mecanismo de bombeo de agua sin energía eléctrica mediante ariete hidráulico y sifón invertido.* Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa - Manabí : 2021.

SÁNCHEZ Carlessi, Hugo, REYES Romero, Carlos y MEJÍA Sáenz, Katia. 2018. *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística.* Lima : Universidad Ricardo Palma, 2018. 978-612-47351-4-1.

SANTAMARINA Peña, Jacinto y SANZ Méndez , Teófilo. 2005. *Manual de prácticas de topografía y cartografía.* La Rioja : Universidad de la Rioja, 2005. 84-689-4103-4.

SHAFAI-Bajestan , Mahmood y NASR-e-Esfahan, Mohammad. 2007. Science Alert. *Sediment Flushing Criteria from Inverted Siphon Structures.* [En línea] Revista

de Ciencias Aplicadas, 2007. [Citado el: 28 de 01 de 2022.]
<https://scialert.net/abstract/?doi=jas.2007.695.702>. 10.3923/jas.2007.695.702.

SOTELO Ávila, Gilberto. 1998. *Hidráulica General*. Limusa - México : LIMUSA NORIEGA EDITORES, 1998. 968-18-0503-8.

TAPIA Gonzáles, Luis Gabriel. 2013. *Diseño Hidráulico de Sifones*. Universidad Nacional Autónoma de México, San Juan de Aragón : 2013.

TORRE Pérez, Wilver Cayo y VEGA Quispe, John Jony. 2021. *Diseño hidráulico de sifón invertido del cruce canal de riego quebrada Sonccooyuma, de distritos Antabamba, provincia Antabamba – departamento de Apurímac*. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo : 2021.

URIBE Rojas, Juan David. 2014. *Estudio sobre el uso de la ecuación de Hazen-Williams vs la ecuación de Darcy-Weisbach en tuberías de gran diámetro (Sistemas Matrices) y en tuberías primarias de bombeo*. Universidad de los Andes, Ciacua : 2014.

VALDERRAMA Mendoza, Santiago. 2012. *Pasos para elaborar proyectos de Investigación Científica*. Lima : San Marcos, 2012. 978-612-302.

VARGAS Cordero, Zoila Rosa. 2009. *La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica*. San Pedro, Montes de Caja, Costa Rica : Revista Educación, 2009. 0379-7082.

VILLÓN Bejar, Máximo. 2003. *Diseño de Estructuras Hidráulicas*. Costa Rica : Max Soft, 2003.

ZUBIETA Zuluaga, Diego Fernando. 2013. *Diseño de Sifón Hidráulico para un sistema piloto de humedales híbridos como post-tratamiento de aguas residuales de una porcícola*. Universidad Libre Seccional Pereira, Pereira : 2013.

Anexo 3 Matriz de Consistencia

Diseño y Simulación de la variación de presión en Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco, Anco_Huallo, Chincheros, Apurímac, 2022.							
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	VARIABLES	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Método de Investigación
¿Cómo determinar el diseño y simulación de la variación de presión en Sifón invertido en el sector de Layanhuayco, Anco_Huallo, Chincheros, Apurímac, ¿2022?	Determinar el diseño y la simulación de la variación de presión en Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco, Anco_Huallo, Chincheros, Apurímac, 2022.	El diseño y la simulación de la variación de presión varía conforme al tiempo de operación en el Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco, Anco_Huallo, Chincheros, Apurímac, 2022.	VARIABLE INDEPENDIENTE: SIFON INVERTIDO	DISEÑO DE SIFÓN INVERTIDO	ESTUDIO TOPOGRÁFICO	HOJAS DE CÁLCULO	TIPO: Aplicado DISEÑO: No Experimental NIVEL: Descriptivo ENFOQUE: Cuantitativo
					ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	HOJAS DE CÁLCULO	
					MODELAMIENTO DE SIFÓN INVERTIDO	AUTOCAD	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas					Población, Muestra
¿Cuáles son los estudios básicos para el diseño hidráulico de	Determinar los estudios básicos para el diseño	Los estudios básicos son imprescindibles	VARIABLE DEPENDIENTE:	SIMULACIÓN DE	VERIFICACIÓN DE VARIACIÓN DE PRESIÓN	WATERCAD	Población: Sifón

Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco, Anco_Huallo, Chincheros, Apurímac, ¿2022?	hidráulico de Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco, Anco_Huallo, Chincheros, Apurímac, 2022.	para el diseño hidráulico de Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco, Anco_Huallo, Chincheros, Apurímac, 2022.	VARIACIÓN DE PRESIÓN	VARIACIÓN DE PRESIÓN		OBSERVACIÓN DIRECTA	Invertido Muestra: Misma que la población.		
¿Cómo Simular la variación de presión en el Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco, Anco_Huallo, Chincheros, Apurímac, ¿2022?	Simular la variación de presión en el Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco, Anco_Huallo, Chincheros, Apurímac, 2022.	La simulación de variación de presión en el Sifón invertido presenta modificaciones de acuerdo al tiempo de operación.		PERIODO DE OPERACIÓN				PERIODO DE DISEÑO	HOJAS DE CÁLCULO
¿Cómo verificar in situ la variación de presión en el Sifón Invertido en el sector de Layanhuayco, Anco_Huallo,	Realizar la verificación In Situ de la variación de presión en el Sifón Invertido en el sector de	La variación de presión en el Sifón Invertido medida en campo será menor al del diseño proyectado.							

Chincheros, Apurímac, ¿2022?	Layanhuayco, Anco_Huallo, Chincheros, Apurímac, 2022.						
---------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4 Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	Instrumento	Escala de Medición
VARIABLE INDEPENDIENTE: SIFON INVERTIDO	Los sifones invertidos son acueductos que se encuentran trabajando de forma constante a presión, su principal función es transportar líquidos, pueden ser agua potable o aguas residuales, se implementa en zonas topográficas en donde prime las depresiones, quebradas, caminos, vías, drenes o canales. Para el diseño de esta estructura se consideran tuberías que sean acordes al requerimiento y tipo de	Se realizará el diseño de un sifón invertido en la localidad de Layanhuayco, posterior a haber realizado la visita a campo y considerar los diversos estudios básicos a considerar en el diseño. Este diseño aportará a probar la hipótesis del presente trabajo de investigación.	DISEÑO DE SIFÓN INVERTIDO	ESTUDIO TOPOGRÁFICO	HOJAS DE CÁLCULO	RESULTADOS DE LEVANTAMIENTO
				ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	HOJAS DE CÁLCULO	RESULTADOS DE LABORATORIO
				MODELAMIENTO DE SIFÓN INVERTIDO	AUTOCAD	RESULTADOS DE DISEÑO EN SOFTWARE

	obra. (Autoridad Nacional del Agua, 2010, p. 19).					
VARIABLE DEPENDIENTE: VARIACIÓN DE PRESIÓN	El sifón invertido tiene la característica de siempre encontrarse en funcionamiento a presión, entonces sabemos que por este principio la entrada y la salida del sifón deben estar ahogados, esta presión o presión hidráulica se da cuando el agua en la entrada se encuentra o es mayor a la de la cámara de salida. Para el cálculo de la presión se utiliza el coeficiente C de la ecuación de Hazen-Williams. (PALOMINO Ramírez, 2017, p.14).	Para determinar la variación de presión en el sifón invertido se tomará en cuenta el diseño del sifón, el tiempo de operación y los cálculos nuevamente realizados, se trabajará con las ecuaciones de Hazen-Williams, además de hojas de cálculo y fichas de observación.	SIMULACIÓN DE VARIACIÓN DE PRESIÓN	VERIFICACIÓN DE VARIACIÓN DE PRESIÓN	WATERCAD	INSPECCIÓN Y CALIDAD
			PERIODO DE OPERACIÓN	PERIODO DE DISEÑO	OBSERVACIÓN DIRECTA	HOJAS DE CÁLCULO

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5 Diseño de Sifón Invertido Ejecutado

PUNTO	COORDENADA (m)		LONGITUD (m)		Pérdida de Carga (m) Por Friccion				Cota Piezométrica			Presion (m H2O)			CLASE DE TUBERIA
	PROGRESIVA	COTA	dL	L	Parcial		Acumulada		Dinámica		Estática	Dinámica		Estática	
					Hazen	Darcy	Hazen	Darcy	Hazen	Darcy		Hazen	Darcy		
01- Ingreso	01+488	3,917.34	0.00	0.00					3,917.34	3,917.34	3,917.34				
02	01+490	3,916.48	2.00	2.00	0.0092	0.0098	0.0092	0.0098	3,917.33	3,917.33	3,917.34	0.855	0.854	0.864	NTP 399.002; C-10; D=3"
03	01+495	3,914.04	5.00	7.00	0.0231	0.0244	0.0324	0.0341	3,917.31	3,917.31	3,917.34	3.265	3.263	3.297	NTP 399.002; C-10; D=3"
04	01+500	3,912.36	5.00	12.00	0.0231	0.0244	0.0555	0.0585	3,917.28	3,917.28	3,917.34	4.923	4.919	4.978	NTP 399.002; C-10; D=3"
05	01+504	3,910.44	4.00	16.00	0.0185	0.0195	0.0740	0.0780	3,917.27	3,917.26	3,917.34	6.822	6.818	6.896	NTP 399.002; C-10; D=3"
06	01+513	3,906.19	9.00	25.00	0.0416	0.0439	0.1156	0.1219	3,917.22	3,917.22	3,917.34	11.038	11.032	11.154	NTP 399.002; C-10; D=3"
07	01+522	3,902.55	9.00	34.00	0.0416	0.0439	0.1572	0.1658	3,917.18	3,917.17	3,917.34	14.638	14.629	14.795	NTP 399.002; C-10; D=3"
08	01+529	3,898.97	7.00	41.00	0.0324	0.0341	0.1896	0.1999	3,917.15	3,917.14	3,917.34	18.183	18.173	18.373	NTP 399.002; C-10; D=3"
09	01+535	3,895.97	6.00	47.00	0.0277	0.0293	0.2173	0.2292	3,917.12	3,917.11	3,917.34	21.151	21.139	21.368	NTP 399.002; C-10; D=3"
10	01+541	3,893.10	6.00	53.00	0.0277	0.0293	0.2451	0.2584	3,917.09	3,917.08	3,917.34	23.995	23.982	24.240	NTP 399.002; C-10; D=3"
11	01+546	3,891.61	5.00	58.00	0.0231	0.0244	0.2682	0.2828	3,917.07	3,917.06	3,917.34	25.466	25.451	25.734	NTP 399.002; C-10; D=3"
12	01+558	3,887.39	12.00	70.00	0.0555	0.0585	0.3237	0.3413	3,917.02	3,917.00	3,917.34	29.624	29.607	29.948	NTP 399.002; C-10; D=3"
13	01+569	3,883.61	11.00	81.00	0.0509	0.0536	0.3745	0.3949	3,916.97	3,916.95	3,917.34	33.358	33.338	33.733	NTP 399.002; C-10; D=3"
14	01+580	3,880.07	11.00	92.00	0.0509	0.0536	0.4254	0.4486	3,916.91	3,916.89	3,917.34	36.845	36.821	37.270	NTP 399.002; C-10; D=3"
15	01+590	3,876.35	10.00	102.00	0.0462	0.0488	0.4716	0.4973	3,916.87	3,916.84	3,917.34	40.520	40.495	40.992	NTP 399.002; C-10; D=3"
16	01+600	3,872.98	10.00	112.00	0.0462	0.0488	0.5178	0.5461	3,916.82	3,916.79	3,917.34	43.842	43.814	44.360	NTP 399.002; C-10; D=3"
17	01+610	3,869.85	10.00	122.00	0.0462	0.0488	0.5641	0.5949	3,916.78	3,916.75	3,917.34	46.928	46.897	47.492	NTP 399.002; C-10; D=3"
18	01+615	3,868.78	5.00	127.00	0.0231	0.0244	0.5872	0.6192	3,916.75	3,916.72	3,917.34	47.973	47.941	48.560	NTP 399.002; C-10; D=3"
19	01+630	3,865.63	15.00	142.00	0.0694	0.0731	0.6566	0.6924	3,916.68	3,916.65	3,917.34	51.054	51.019	51.711	NTP 399.002; C-10; D=3"
20	01+635	3,864.51	5.00	147.00	0.0231	0.0244	0.6797	0.7167	3,916.66	3,916.62	3,917.34	52.149	52.112	52.829	NTP 399.002; C-10; D=3"
21	01+640	3,863.26	5.00	152.00	0.0231	0.0244	0.7028	0.7411	3,916.64	3,916.60	3,917.34	53.377	53.339	54.080	NTP 399.002; C-10; D=3"
22	01+650	3,860.41	10.00	162.00	0.0462	0.0488	0.7490	0.7899	3,916.59	3,916.55	3,917.34	56.180	56.139	56.929	NTP 399.002; C-10; D=3"
23	01+660	3,857.92	10.00	172.00	0.0462	0.0488	0.7953	0.8386	3,916.54	3,916.50	3,917.34	58.624	58.580	59.419	NTP 399.002; C-10; D=3"
24	01+670	3,855.80	10.00	182.00	0.0462	0.0488	0.8415	0.8874	3,916.50	3,916.45	3,917.34	60.696	60.650	61.537	NTP 399.002; C-10; D=3"
25	01+680	3,853.01	10.00	192.00	0.0462	0.0488	0.8877	0.9362	3,916.45	3,916.40	3,917.34	63.441	63.393	64.329	NTP 399.002; C-10; D=3"
26	01+685	3,851.61	5.00	197.00	0.0231	0.0244	0.9109	0.9605	3,916.43	3,916.38	3,917.34	64.822	64.772	65.733	NTP 399.002; C-10; D=3"
27	01+690	3,849.66	5.00	202.00	0.0231	0.0244	0.9340	0.9849	3,916.41	3,916.36	3,917.34	66.742	66.691	67.676	NTP 399.002; C-10; D=3"
28	01+700	3,847.40	10.00	212.00	0.0462	0.0488	0.9802	1.0337	3,916.36	3,916.31	3,917.34	68.964	68.910	69.944	NTP 399.002; C-10; D=3"
29	01+710	3,845.33	10.00	222.00	0.0462	0.0488	1.0264	1.0824	3,916.31	3,916.26	3,917.34	70.982	70.926	72.008	NTP 399.002; C-10; D=3"
30	01+720	3,843.68	10.00	232.00	0.0462	0.0488	1.0727	1.1312	3,916.27	3,916.21	3,917.34	72.585	72.527	73.658	NTP 399.002; C-10; D=3"
31	01+730	3,840.76	10.00	242.00	0.0462	0.0488	1.1189	1.1800	3,916.22	3,916.16	3,917.34	75.458	75.397	76.577	NTP 399.002; C-10; D=3"
32	01+735	3,839.44	5.00	247.00	0.0231	0.0244	1.1420	1.2043	3,916.20	3,916.14	3,917.34	76.760	76.698	77.902	NTP 399.002; C-10; D=3"
33	01+740	3,837.41	5.00	252.00	0.0231	0.0244	1.1652	1.2287	3,916.17	3,916.11	3,917.34	78.767	78.703	79.932	NTP 399.002; C-10; D=3"

PUNTO	COORDENADA (m)		LONGITUD (m)		Pérdida de Carga (m) Por Friccion				Cota Piezométrica			Presion (m H2O)			CLASE DE TUBERIA
	PROGRESIVA	COTA	dL	L	Parcial		Acumulada		Dinámica		Estática	Dinámica		Estática	
					Hazen	Darcy	Hazen	Darcy	Hazen	Darcy		Hazen	Darcy		
34	01+750	3,835.20	10.00	262.00	0.0462	0.0488	1.2114	1.2775	3,916.13	3,916.06	3,917.34	80.930	80.864	82.141	NTP 399.002; C-10; D=3"
35	01+760	3,833.47	10.00	272.00	0.0462	0.0488	1.2576	1.3262	3,916.08	3,916.01	3,917.34	82.612	82.544	83.870	NTP 399.002; C-10; D=3"
36	01+770	3,831.51	10.00	282.00	0.0462	0.0488	1.3039	1.3750	3,916.04	3,915.97	3,917.34	84.525	84.454	85.829	NTP 399.002; C-10; D=3"
37	01+780	3,829.20	10.00	292.00	0.0462	0.0488	1.3501	1.4237	3,915.99	3,915.92	3,917.34	86.790	86.716	88.140	NTP 399.002; C-10; D=3"
38	01+785	3,827.83	5.00	297.00	0.0231	0.0244	1.3732	1.4481	3,915.97	3,915.89	3,917.34	88.139	88.064	89.512	NTP 399.002; C-10; D=3"
39	01+790	3,826.65	5.00	302.00	0.0231	0.0244	1.3963	1.4725	3,915.94	3,915.87	3,917.34	89.290	89.213	90.686	NTP 399.002; C-10; D=3"
40	01+800	3,824.55	10.00	312.00	0.0462	0.0488	1.4426	1.5213	3,915.90	3,915.82	3,917.34	91.345	91.267	92.788	NTP 399.002; C-10; D=3"
41	01+805	3,823.49	5.00	317.00	0.0231	0.0244	1.4657	1.5456	3,915.87	3,915.79	3,917.34	92.385	92.305	93.851	NTP 399.002; C-10; D=3"
42	01+810	3,822.60	5.00	322.00	0.0231	0.0244	1.4888	1.5700	3,915.85	3,915.77	3,917.34	93.247	93.166	94.736	NTP 399.002; C-10; D=3"
43	01+820	3,820.09	10.00	332.00	0.0462	0.0488	1.5350	1.6188	3,915.80	3,915.72	3,917.34	95.711	95.627	97.246	NTP 399.002; C-10; D=3"
44	01+830	3,817.91	10.00	342.00	0.0462	0.0488	1.5813	1.6675	3,915.76	3,915.67	3,917.34	97.851	97.764	99.432	NTP 399.002; C-10; D=3"
45	01+835	3,816.20	5.00	347.00	0.0279	0.0294	1.6092	1.6969	3,915.73	3,915.64	3,917.34	99.531	99.443	101.140	NTP 1452; C-15; D=90MM
46	01+840	3,815.00	5.00	352.00	0.0279	0.0294	1.6372	1.7263	3,915.70	3,915.61	3,917.34	100.699	100.610	102.336	NTP 1452; C-15; D=90MM
47	01+849	3,811.88	9.00	361.00	0.0503	0.0529	1.6875	1.7791	3,915.65	3,915.56	3,917.34	103.770	103.678	105.457	NTP 1452; C-15; D=90MM
48	01+860	3,810.33	11.00	372.00	0.0615	0.0646	1.7490	1.8437	3,915.59	3,915.50	3,917.34	105.259	105.164	107.008	NTP 1452; C-15; D=90MM
49	01+870	3,809.98	10.00	382.00	0.0559	0.0587	1.8049	1.9025	3,915.54	3,915.44	3,917.34	105.556	105.459	107.361	NTP 1452; C-15; D=90MM
50	01+880	3,808.74	10.00	392.00	0.0559	0.0587	1.8607	1.9612	3,915.48	3,915.38	3,917.34	106.737	106.637	108.598	NTP 1452; C-15; D=90MM
51	01+890	3,806.17	10.00	402.00	0.0559	0.0587	1.9166	2.0199	3,915.42	3,915.32	3,917.34	109.255	109.152	111.172	NTP 1452; C-15; D=90MM
52	01+895	3,805.03	5.00	407.00	0.0279	0.0294	1.9446	2.0493	3,915.40	3,915.29	3,917.34	110.369	110.265	112.314	NTP 1452; C-15; D=90MM
53	01+900	3,803.34	5.00	412.00	0.0279	0.0294	1.9725	2.0787	3,915.37	3,915.26	3,917.34	112.023	111.917	113.996	NTP 1452; C-15; D=90MM
54	01+910	3,802.05	10.00	422.00	0.0559	0.0587	2.0284	2.1374	3,915.31	3,915.20	3,917.34	113.261	113.152	115.289	NTP 1452; C-15; D=90MM
55	01+915	3,800.53	5.00	427.00	0.0279	0.0294	2.0564	2.1668	3,915.28	3,915.17	3,917.34	114.755	114.644	116.811	NTP 1452; C-15; D=90MM
56	01+920	3,799.35	5.00	432.00	0.0279	0.0294	2.0843	2.1962	3,915.26	3,915.14	3,917.34	115.907	115.795	117.991	NTP 1452; C-15; D=90MM
57	01+930	3,797.62	10.00	442.00	0.0559	0.0587	2.1402	2.2549	3,915.20	3,915.09	3,917.34	117.580	117.465	119.720	NTP 1452; C-15; D=90MM

PUNTO	COORDENADA (m)		LONGITUD (m)		Pérdida de Carga (m) Por Friccion				Cota Piezométrica			Presion (m H2O)			CLASE DE TUBERIA
	PROGRESIVA	COTA	dL	L	Parcial		Acumulada		Dinámica		Estática	Dinámica		Estática	
					Hazen	Darcy	Hazen	Darcy	Hazen	Darcy		Hazen	Darcy		
58	01+935	3,796.37	5.00	447.00	0.0279	0.0294	2.1682	2.2843	3,915.17	3,915.06	3,917.34	118.805	118.689	120.973	NTP 1452; C-15; D=90MM
59	01+940	3,794.92	5.00	452.00	0.0279	0.0294	2.1961	2.3136	3,915.14	3,915.03	3,917.34	120.222	120.104	122.418	NTP 1452; C-15; D=90MM
60	01+950	3,793.46	10.00	462.00	0.0559	0.0587	2.2520	2.3724	3,915.09	3,914.97	3,917.34	121.626	121.506	123.878	NTP 1452; C-15; D=90MM
61	01+960	3,792.10	10.00	472.00	0.0559	0.0587	2.3079	2.4311	3,915.03	3,914.91	3,917.34	122.934	122.811	125.242	NTP 1452; C-15; D=90MM
62	01+970	3,790.31	10.00	482.00	0.0559	0.0587	2.3638	2.4898	3,914.98	3,914.85	3,917.34	124.666	124.540	127.030	NTP 1452; C-15; D=90MM
63	01+980	3,788.27	10.00	492.00	0.0559	0.0587	2.4197	2.5486	3,914.92	3,914.79	3,917.34	126.648	126.519	129.068	NTP 1452; C-15; D=90MM
64	01+990	3,786.36	10.00	502.00	0.0559	0.0587	2.4756	2.6073	3,914.86	3,914.73	3,917.34	128.501	128.370	130.977	NTP 1452; C-15; D=90MM
65	02+000	3,785.28	10.00	512.00	0.0559	0.0587	2.5315	2.6660	3,914.81	3,914.67	3,917.34	129.533	129.398	132.064	NTP 1452; C-15; D=90MM
66	02+010	3,783.73	10.00	522.00	0.0559	0.0587	2.5874	2.7248	3,914.75	3,914.62	3,917.34	131.025	130.887	133.612	NTP 1452; C-15; D=90MM
67	02+020	3,782.86	10.00	532.00	0.0559	0.0587	2.6433	2.7835	3,914.70	3,914.56	3,917.34	131.839	131.698	134.482	NTP 1452; C-15; D=90MM
68	02+030	3,782.08	10.00	542.00	0.0559	0.0587	2.6992	2.8422	3,914.64	3,914.50	3,917.34	132.557	132.414	135.256	NTP 1452; C-15; D=90MM
69	02+040	3,780.78	10.00	552.00	0.0559	0.0587	2.7550	2.9010	3,914.58	3,914.44	3,917.34	133.802	133.656	136.557	NTP 1452; C-15; D=90MM
70	02+050	3,779.82	10.00	562.00	0.0559	0.0587	2.8109	2.9597	3,914.53	3,914.38	3,917.34	134.706	134.557	137.517	NTP 1452; C-15; D=90MM
71	02+060	3,777.68	10.00	572.00	0.0559	0.0587	2.8668	3.0184	3,914.47	3,914.32	3,917.34	136.796	136.645	139.663	NTP 1452; C-15; D=90MM
72	02+065	3,776.07	5.00	577.00	0.0279	0.0294	2.8948	3.0478	3,914.45	3,914.29	3,917.34	138.376	138.223	141.271	NTP 1452; C-15; D=90MM
73	02+080	3,774.25	15.00	592.00	0.0838	0.0881	2.9786	3.1359	3,914.36	3,914.20	3,917.34	140.108	139.951	143.087	NTP 1452; C-15; D=90MM
74	02+090	3,773.54	10.00	602.00	0.0559	0.0587	3.0345	3.1946	3,914.31	3,914.15	3,917.34	140.761	140.601	143.796	NTP 1452; C-15; D=90MM
75	02+100	3,773.44	10.00	612.00	0.0559	0.0587	3.0904	3.2534	3,914.25	3,914.09	3,917.34	140.806	140.643	143.896	NTP 1452; C-15; D=90MM

PUNTO	COORDENADA (m)		LONGITUD (m)		Pérdida de Carga (m) Por Friccion				Cota Piezométrica			Presion (m H2O)			CLASE DE TUBERIA
	PROGRESIVA	COTA	dL	L	Parcial		Acumulada		Dinámica		Estática	Dinámica		Estática	
					Hazen	Darcy	Hazen	Darcy	Hazen	Darcy		Hazen	Darcy		
76	02+110	3,773.32	10.00	622.00	0.0559	0.0587	3.1463	3.3121	3,914.19	3,914.03	3,917.34	140.873	140.707	144.019	NTP 1452; C-15; D=90MM
77	02+120	3,773.30	10.00	632.00	0.0559	0.0587	3.2022	3.3709	3,914.14	3,913.97	3,917.34	140.839	140.670	144.041	NTP 1452; C-15; D=90MM
78	02+130	3,772.67	10.00	642.00	0.0559	0.0587	3.2581	3.4296	3,914.08	3,913.91	3,917.34	141.409	141.237	144.667	NTP 1452; C-15; D=90MM
79	02+140	3,773.24	10.00	652.00	0.0559	0.0587	3.3140	3.4883	3,914.03	3,913.85	3,917.34	140.787	140.613	144.101	NTP 1452; C-15; D=90MM
80	02+150	3,773.23	10.00	662.00	0.0559	0.0587	3.3699	3.5471	3,913.97	3,913.79	3,917.34	140.742	140.565	144.112	NTP 1452; C-15; D=90MM
81	02+160	3,773.32	10.00	672.00	0.0559	0.0587	3.4258	3.6058	3,913.91	3,913.73	3,917.34	140.593	140.413	144.019	NTP 1452; C-15; D=90MM
82	02+170	3,773.55	10.00	682.00	0.0559	0.0587	3.4817	3.6645	3,913.86	3,913.68	3,917.34	140.305	140.122	143.787	NTP 1452; C-15; D=90MM
83	02+180	3,773.62	10.00	692.00	0.0559	0.0587	3.5376	3.7233	3,913.80	3,913.62	3,917.34	140.183	139.998	143.721	NTP 1452; C-15; D=90MM
84	02+190	3,773.67	10.00	702.00	0.0559	0.0587	3.5935	3.7820	3,913.75	3,913.56	3,917.34	140.080	139.891	143.673	NTP 1452; C-15; D=90MM
85	02+200	3,774.09	10.00	712.00	0.0559	0.0587	3.6493	3.8407	3,913.69	3,913.50	3,917.34	139.604	139.412	143.253	NTP 1452; C-15; D=90MM
86	02+210	3,774.69	10.00	722.00	0.0559	0.0587	3.7052	3.8995	3,913.63	3,913.44	3,917.34	138.948	138.754	142.653	NTP 1452; C-15; D=90MM
87	02+220	3,776.21	10.00	732.00	0.0559	0.0587	3.7611	3.9582	3,913.58	3,913.38	3,917.34	137.367	137.170	141.128	NTP 1452; C-15; D=90MM
88	02+230	3,776.31	10.00	742.00	0.0559	0.0587	3.8170	4.0169	3,913.52	3,913.32	3,917.34	137.216	137.016	141.033	NTP 1452; C-15; D=90MM
89	02+240	3,776.92	10.00	752.00	0.0559	0.0587	3.8729	4.0757	3,913.47	3,913.26	3,917.34	136.545	136.342	140.418	NTP 1452; C-15; D=90MM
90	02+250	3,777.67	10.00	762.00	0.0559	0.0587	3.9288	4.1344	3,913.41	3,913.21	3,917.34	135.742	135.537	139.671	NTP 1452; C-15; D=90MM
91	02+260	3,778.45	10.00	772.00	0.0559	0.0587	3.9847	4.1931	3,913.36	3,913.15	3,917.34	134.906	134.698	138.891	NTP 1452; C-15; D=90MM
92	02+270	3,780.00	10.00	782.00	0.0559	0.0587	4.0406	4.2519	3,913.30	3,913.09	3,917.34	133.300	133.089	137.341	NTP 1452; C-15; D=90MM
93	02+275	3,781.26	5.00	787.00	0.0279	0.0294	4.0686	4.2812	3,913.27	3,913.06	3,917.34	132.015	131.803	136.084	NTP 1452; C-15; D=90MM

PUNTO	COORDENADA (m)		LONGITUD (m)		Pérdida de Carga (m) Por Friccion				Cota Piezométrica			Presion (m H2O)			CLASE DE TUBERIA
	PROGRESIVA	COTA	dL	L	Parcial		Acumulada		Dinámica		Estática	Dinámica		Estática	
					Hazen	Darcy	Hazen	Darcy	Hazen	Darcy		Hazen	Darcy		
94	02+280	3,783.35	5.00	792.00	0.0279	0.0294	4.0965	4.3106	3,913.24	3,913.03	3,917.34	129.890	129.675	133.986	NTP 1452; C-15; D=90MM
95	02+285	3,784.79	5.00	797.00	0.0279	0.0294	4.1244	4.3400	3,913.22	3,913.00	3,917.34	128.431	128.215	132.555	NTP 1452; C-15; D=90MM
96	02+290	3,786.38	5.00	802.00	0.0279	0.0294	4.1524	4.3694	3,913.19	3,912.97	3,917.34	126.810	126.593	130.962	NTP 1452; C-15; D=90MM
97	02+295	3,787.80	5.00	807.00	0.0279	0.0294	4.1803	4.3987	3,913.16	3,912.94	3,917.34	125.363	125.144	129.543	NTP 1452; C-15; D=90MM
98	02+300	3,788.99	5.00	812.00	0.0279	0.0294	4.2083	4.4281	3,913.13	3,912.91	3,917.34	124.141	123.921	128.349	NTP 1452; C-15; D=90MM
99	02+310	3,789.99	10.00	822.00	0.0559	0.0587	4.2642	4.4868	3,913.08	3,912.85	3,917.34	123.085	122.862	127.349	NTP 1452; C-15; D=90MM
100	02+320	3,789.07	10.00	832.00	0.0559	0.0587	4.3201	4.5456	3,913.02	3,912.79	3,917.34	123.951	123.725	128.271	NTP 1452; C-15; D=90MM
101	02+330	3,788.75	10.00	842.00	0.0559	0.0587	4.3760	4.6043	3,912.96	3,912.74	3,917.34	124.212	123.984	128.588	NTP 1452; C-15; D=90MM
102	02+335	3,787.96	5.00	847.00	0.0279	0.0294	4.4039	4.6337	3,912.94	3,912.71	3,917.34	124.979	124.749	129.383	NTP 1452; C-15; D=90MM
103	02+340	3,786.32	5.00	852.00	0.0279	0.0294	4.4319	4.6630	3,912.91	3,912.68	3,917.34	126.590	126.359	131.022	NTP 1452; C-15; D=90MM
104	02+350	3,783.81	10.00	862.00	0.0559	0.0587	4.4878	4.7218	3,912.85	3,912.62	3,917.34	129.047	128.813	133.535	NTP 1452; C-15; D=90MM
105	02+360	3,782.13	10.00	872.00	0.0559	0.0587	4.5436	4.7805	3,912.80	3,912.56	3,917.34	130.662	130.426	135.206	NTP 1452; C-15; D=90MM
106	02+370	3,781.54	10.00	882.00	0.0559	0.0587	4.5995	4.8392	3,912.74	3,912.50	3,917.34	131.198	130.959	135.798	NTP 1452; C-15; D=90MM
107	02+380	3,780.79	10.00	892.00	0.0559	0.0587	4.6554	4.8980	3,912.68	3,912.44	3,917.34	131.896	131.653	136.551	NTP 1452; C-15; D=90MM
108	02+390	3,780.39	10.00	902.00	0.0559	0.0587	4.7113	4.9567	3,912.63	3,912.38	3,917.34	132.235	131.989	136.946	NTP 1452; C-15; D=90MM
109	02+400	3,780.54	10.00	912.00	0.0559	0.0587	4.7672	5.0154	3,912.57	3,912.32	3,917.34	132.030	131.782	136.797	NTP 1452; C-15; D=90MM
110	02+410	3,782.42	10.00	922.00	0.0559	0.0587	4.8231	5.0742	3,912.52	3,912.27	3,917.34	130.093	129.842	134.916	NTP 1452; C-15; D=90MM
111	02+420	3,784.55	10.00	932.00	0.0559	0.0587	4.8790	5.1329	3,912.46	3,912.21	3,917.34	127.911	127.657	132.790	NTP 1452; C-15; D=90MM

PUNTO	COORDENADA (m)		LONGITUD (m)		Pérdida de Carga (m) Por Friccion				Cota Piezométrica			Presion (m H2O)			CLASE DE TUBERIA
	PROGRESIVA	COTA	dL	L	Parcial		Acumulada		Dinámica		Estática	Dinámica		Estática	
					Hazen	Darcy	Hazen	Darcy	Hazen	Darcy		Hazen	Darcy		
112	02+430	3,786.60	10.00	942.00	0.0559	0.0587	4.9349	5.1916	3,912.41	3,912.15	3,917.34	125.804	125.547	130.739	NTP 1452; C-15; D=90MM
113	02+435	3,787.74	5.00	947.00	0.0279	0.0294	4.9629	5.2210	3,912.38	3,912.12	3,917.34	124.642	124.384	129.605	NTP 1452; C-15; D=90MM
114	02+440	3,788.79	5.00	952.00	0.0279	0.0294	4.9908	5.2504	3,912.35	3,912.09	3,917.34	123.564	123.305	128.555	NTP 1452; C-15; D=90MM
115	02+445	3,791.60	5.00	957.00	0.0279	0.0294	5.0187	5.2797	3,912.32	3,912.06	3,917.34	120.724	120.463	125.743	NTP 1452; C-15; D=90MM
116	02+450	3,794.54	5.00	962.00	0.0279	0.0294	5.0467	5.3091	3,912.29	3,912.03	3,917.34	117.756	117.494	122.803	NTP 1452; C-15; D=90MM
117	02+460	3,796.81	10.00	972.00	0.0559	0.0587	5.1026	5.3678	3,912.24	3,911.97	3,917.34	115.426	115.161	120.529	NTP 1452; C-15; D=90MM
118	02+465	3,798.00	5.00	977.00	0.0279	0.0294	5.1305	5.3972	3,912.21	3,911.94	3,917.34	114.212	113.946	119.343	NTP 1452; C-15; D=90MM
119	02+470	3,799.23	5.00	982.00	0.0279	0.0294	5.1585	5.4266	3,912.18	3,911.91	3,917.34	112.948	112.679	118.106	NTP 1452; C-15; D=90MM
120	02+480	3,801.42	10.00	992.00	0.0559	0.0587	5.2144	5.4853	3,912.13	3,911.85	3,917.34	110.710	110.439	115.924	NTP 1452; C-15; D=90MM
121	02+490	3,803.60	10.00	1,002.00	0.0559	0.0587	5.2703	5.5441	3,912.07	3,911.80	3,917.34	108.471	108.197	113.741	NTP 1452; C-15; D=90MM
122	02+495	3,804.79	5.00	1,007.00	0.0279	0.0294	5.2982	5.5734	3,912.04	3,911.77	3,917.34	107.250	106.975	112.548	NTP 1452; C-15; D=90MM
123	02+500	3,806.08	5.00	1,012.00	0.0279	0.0294	5.3262	5.6028	3,912.01	3,911.74	3,917.34	105.934	105.657	111.260	NTP 1452; C-15; D=90MM
124	02+510	3,807.73	10.00	1,022.00	0.0559	0.0587	5.3821	5.6615	3,911.96	3,911.68	3,917.34	104.227	103.947	109.609	NTP 1452; C-15; D=90MM
125	02+520	3,809.60	10.00	1,032.00	0.0559	0.0587	5.4379	5.7203	3,911.90	3,911.62	3,917.34	102.303	102.021	107.741	NTP 1452; C-15; D=90MM
126	02+530	3,811.49	10.00	1,042.00	0.0559	0.0587	5.4938	5.7790	3,911.85	3,911.56	3,917.34	100.355	100.070	105.849	NTP 1452; C-15; D=90MM
127	02+540	3,813.24	10.00	1,052.00	0.0559	0.0587	5.5497	5.8377	3,911.79	3,911.50	3,917.34	98.547	98.259	104.097	NTP 1452; C-15; D=90MM
128	02+550	3,815.55	10.00	1,062.00	0.0559	0.0587	5.6056	5.8965	3,911.73	3,911.44	3,917.34	96.181	95.891	101.787	NTP 1452; C-15; D=90MM
129	02+560	3,817.69	10.00	1,072.00	0.0462	0.0592	5.6519	5.9557	3,911.69	3,911.38	3,917.34	93.998	93.694	99.650	NTP 1452; C-15; D=90MM
130	02+565	3,819.01	5.00	1,077.00	0.0279	0.0244	5.6798	5.9801	3,911.66	3,911.36	3,917.34	92.649	92.349	98.329	NTP 399.002; C-10; D=3"

PUNTO	COORDENADA (m)		LONGITUD (m)		Pérdida de Carga (m) Por Friccion				Cota Piezométrica			Presion (m H2O)			CLASE DE TUBERIA
	PROGRESIVA	COTA	dL	L	Parcial		Acumulada		Dinámica		Estática	Dinámica		Estática	
					Hazen	Darcy	Hazen	Darcy	Hazen	Darcy		Hazen	Darcy		
131	02+570	3,820.44	5.00	1,082.00	0.0279	0.0244	5.7078	6.0045	3,911.63	3,911.34	3,917.34	91.194	90.898	96.902	NTP 399.002; C-10; D=3"
132	02+575	3,821.75	5.00	1,087.00	0.0279	0.0244	5.7357	6.0288	3,911.60	3,911.31	3,917.34	89.856	89.563	95.592	NTP 399.002; C-10; D=3"
133	02+580	3,824.32	5.00	1,092.00	0.0279	0.0244	5.7637	6.0532	3,911.58	3,911.29	3,917.34	87.261	86.972	93.025	NTP 399.002; C-10; D=3"
134	02+585	3,824.35	5.00	1,097.00	0.0279	0.0244	5.7916	6.0776	3,911.55	3,911.26	3,917.34	87.195	86.909	92.987	NTP 399.002; C-10; D=3"
135	02+590	3,825.76	5.00	1,102.00	0.0279	0.0244	5.8195	6.1020	3,911.52	3,911.24	3,917.34	85.765	85.483	91.585	NTP 399.002; C-10; D=3"
136	02+595	3,827.38	5.00	1,107.00	0.0279	0.0244	5.8475	6.1264	3,911.49	3,911.21	3,917.34	84.112	83.833	89.959	NTP 399.002; C-10; D=3"
137	02+600	3,829.13	5.00	1,112.00	0.0279	0.0244	5.8754	6.1507	3,911.46	3,911.19	3,917.34	82.338	82.062	88.213	NTP 399.002; C-10; D=3"
138	02+605	3,830.28	5.00	1,117.00	0.0279	0.0244	5.9034	6.1751	3,911.44	3,911.16	3,917.34	81.156	80.884	87.059	NTP 399.002; C-10; D=3"
139	02+610	3,831.57	5.00	1,122.00	0.0279	0.0244	5.9313	6.1995	3,911.41	3,911.14	3,917.34	79.835	79.567	85.766	NTP 399.002; C-10; D=3"
140	02+615	3,833.31	5.00	1,127.00	0.0279	0.0244	5.9593	6.2239	3,911.38	3,911.12	3,917.34	78.075	77.810	84.034	NTP 399.002; C-10; D=3"
141	02+620	3,834.60	5.00	1,132.00	0.0279	0.0244	5.9872	6.2483	3,911.35	3,911.09	3,917.34	76.753	76.492	82.740	NTP 399.002; C-10; D=3"
142	02+625	3,836.50	5.00	1,137.00	0.0279	0.0244	6.0152	6.2726	3,911.32	3,911.07	3,917.34	74.825	74.567	80.840	NTP 399.002; C-10; D=3"
143	02+630	3,838.27	5.00	1,142.00	0.0279	0.0244	6.0431	6.2970	3,911.30	3,911.04	3,917.34	73.029	72.775	79.072	NTP 399.002; C-10; D=3"
144	02+635	3,839.95	5.00	1,147.00	0.0279	0.0244	6.0711	6.3214	3,911.27	3,911.02	3,917.34	71.323	71.073	77.394	NTP 399.002; C-10; D=3"
145	02+640	3,840.79	5.00	1,152.00	0.0279	0.0244	6.0990	6.3458	3,911.24	3,910.99	3,917.34	70.454	70.207	76.553	NTP 399.002; C-10; D=3"
146	02+650	3,842.80	10.00	1,162.00	0.0559	0.0488	6.1549	6.3945	3,911.19	3,910.95	3,917.34	68.381	68.141	74.536	NTP 399.002; C-10; D=3"
147	02+655	3,844.10	5.00	1,167.00	0.0279	0.0244	6.1829	6.4189	3,911.16	3,910.92	3,917.34	67.055	66.819	73.238	NTP 399.002; C-10; D=3"
148	02+660	3,845.47	5.00	1,172.00	0.0279	0.0244	6.2108	6.4433	3,911.13	3,910.90	3,917.34	65.659	65.427	71.870	NTP 399.002; C-10; D=3"
149	02+670	3,848.10	10.00	1,182.00	0.0559	0.0488	6.2667	6.4920	3,911.07	3,910.85	3,917.34	62.975	62.750	69.242	NTP 399.002; C-10; D=3"
150	02+680	3,850.93	10.00	1,192.00	0.0559	0.0488	6.3226	6.5408	3,911.02	3,910.80	3,917.34	60.086	59.868	66.409	NTP 399.002; C-10; D=3"
151	02+685	3,851.91	5.00	1,197.00	0.0279	0.0244	6.3505	6.5652	3,910.99	3,910.77	3,917.34	59.076	58.862	65.427	NTP 399.002; C-10; D=3"
152	02+690	3,853.86	5.00	1,202.00	0.0279	0.0244	6.3785	6.5896	3,910.96	3,910.75	3,917.34	57.106	56.894	63.484	NTP 399.002; C-10; D=3"
153	02+700	3,856.86	10.00	1,212.00	0.0559	0.0488	6.4344	6.6383	3,910.91	3,910.70	3,917.34	54.049	53.845	60.483	NTP 399.002; C-10; D=3"
154	02+710	3,860.55	10.00	1,222.00	0.0559	0.0488	6.4903	6.6871	3,910.85	3,910.65	3,917.34	50.298	50.101	56.788	NTP 399.002; C-10; D=3"
155	02+715	3,861.62	5.00	1,227.00	0.0279	0.0244	6.5182	6.7115	3,910.82	3,910.63	3,917.34	49.199	49.006	55.717	NTP 399.002; C-10; D=3"
156	02+720	3,863.60	5.00	1,232.00	0.0279	0.0244	6.5462	6.7358	3,910.79	3,910.60	3,917.34	47.193	47.003	53.739	NTP 399.002; C-10; D=3"
157	02+725	3,865.34	5.00	1,237.00	0.0279	0.0244	6.5741	6.7602	3,910.77	3,910.58	3,917.34	45.423	45.237	51.997	NTP 399.002; C-10; D=3"
158	02+730	3,866.96	5.00	1,242.00	0.0279	0.0244	6.6021	6.7846	3,910.74	3,910.56	3,917.34	43.782	43.599	50.384	NTP 399.002; C-10; D=3"
159	02+740	3,870.14	10.00	1,252.00	0.0559	0.0488	6.6580	6.8334	3,910.68	3,910.51	3,917.34	40.543	40.368	47.201	NTP 399.002; C-10; D=3"
160	02+750	3,873.97	10.00	1,262.00	0.0559	0.0488	6.7138	6.8821	3,910.63	3,910.46	3,917.34	36.653	36.485	43.367	NTP 399.002; C-10; D=3"
161	02+760	3,877.65	10.00	1,272.00	0.0559	0.0488	6.7697	6.9309	3,910.57	3,910.41	3,917.34	32.922	32.761	39.692	NTP 399.002; C-10; D=3"
162	02+770	3,881.61	10.00	1,282.00	0.0559	0.0488	6.8256	6.9796	3,910.51	3,910.36	3,917.34	28.906	28.752	35.732	NTP 399.002; C-10; D=3"
163	02+780	3,885.62	10.00	1,292.00	0.0559	0.0488	6.8815	7.0284	3,910.46	3,910.31	3,917.34	24.835	24.689	31.717	NTP 399.002; C-10; D=3"
164	02+790	3,889.76	10.00	1,302.00	0.0559	0.0488	6.9374	7.0771	3,910.40	3,910.26	3,917.34	20.641	20.501	27.578	NTP 399.002; C-10; D=3"
165	02+800	3,893.32	10.00	1,312.00	0.0559	0.0488	6.9933	7.1259	3,910.35	3,910.21	3,917.34	17.023	16.890	24.016	NTP 399.002; C-10; D=3"
166	02+810	3,897.28	10.00	1,322.00	0.0559	0.0488	7.0492	7.1747	3,910.29	3,910.17	3,917.34	13.007	12.881	20.056	NTP 399.002; C-10; D=3"

PUNTO	COORDENADA (m)		LONGITUD (m)		Pérdida de Carga (m) Por Friccion				Cota Piezométrica			Presion (m H2O)			CLASE DE TUBERIA
	PROGRESIVA	COTA	dL	L	Parcial		Acumulada		Dinámica		Estática	Dinámica		Estática	
					Hazen	Darcy	Hazen	Darcy	Hazen	Darcy		Hazen	Darcy		
167	02+818	3,900.89	8.00	1,330.00	0.0447	0.0390	7.0939	7.2137	3,910.25	3,910.13	3,917.34	9.357	9.237	16.451	NTP 399.002; C-10; D=3"
168 salida	02+820	3,900.91	2.00	1,332.00	0.0092	0.0098	7.1032	7.2234	3,910.24	3,910.12	3,917.34	9.330	9.210	16.433	NTP 399.002; C-10; D=3"
					7.10	7.22									

Fuente: Proyecto "AMPLIACIÓN DE LINEA DE CONDUCCIÓN PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE DE URIPA Y MIRAFLORES EN EL SECTOR DE LAYANHUAYCO DEL DISTRITO DE ANCO_HUALLO- PROVINCIA DE CHINCHEROS-DEPARTAMENTO DE APURIMAC "CÓDIGO ÚNICO DE INVERSIONES N.º 2458202"

Anexo 6 Condiciones de sifón invertido en cada progresiva.

PROGRESIVAS		RASANTE (M.S.N.M)	LONGITUD (M)	DIAMETRO INTERIOR (MM)	MATERIAL	COEF. H. Y W.	FLUJO (L/s)	VEL. (M/S)	PÉRDIDA DE CARGA POR FRICCIÓN (M)		PRESION INICIAL (M H2O)		PRESION FINAL (M H2O)		GRADIENTE HIDRAULICO INICIO (M)		GRADIENTE HIDRAULICO FINAL (M)	
INICIAL	FINAL								H. Y W.	D. W.	H. Y W.	D. W.	H. Y W.	D. W.	H. Y W.	D. W.	H. Y W.	D. W.
01+488	01+490	3,917.34	2.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.010	0.010	0.000	0.000	0.845	0.845	3,917.340	3,917.340	3,917.330	3,917.330
01+490	01+495	3,916.48	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	0.845	0.845	3.249	3.248	3,917.330	3,917.330	3,917.300	3,917.290
01+495	01+500	3,914.04	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	3.249	3.248	4.893	4.892	3,917.300	3,917.290	3,917.260	3,917.260
01+500	01+504	3,912.36	4.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	4.893	4.892	6.784	6.783	3,917.260	3,917.260	3,917.240	3,917.240
01+504	01+513	3,910.44	9.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	6.784	6.783	10.968	10.966	3,917.240	3,917.240	3,917.180	3,917.180
01+513	01+522	3,906.19	9.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	10.968	10.966	14.543	14.540	3,917.180	3,917.180	3,917.120	3,917.120
01+522	01+529	3,902.55	7.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.040	0.050	14.543	14.540	18.071	18.068	3,917.120	3,917.120	3,917.080	3,917.070
01+529	01+535	3,898.97	6.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.040	0.040	18.071	18.068	21.027	21.023	3,917.080	3,917.070	3,917.040	3,917.040
01+535	01+541	3,895.97	6.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.040	0.040	21.027	21.023	23.853	23.849	3,917.040	3,917.040	3,917.000	3,917.000
01+541	01+546	3,893.10	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	23.853	23.849	25.308	25.303	3,917.000	3,917.000	3,916.970	3,916.960
01+546	01+558	3,891.61	12.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.080	0.080	25.308	25.303	29.443	29.437	3,916.970	3,916.960	3,916.890	3,916.890
01+558	01+569	3,887.39	11.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.070	0.070	29.443	29.437	33.145	33.138	3,916.890	3,916.890	3,916.820	3,916.820
01+569	01+580	3,883.61	11.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.070	0.070	33.145	33.138	36.607	36.600	3,916.820	3,916.820	3,916.750	3,916.740
01+580	01+590	3,880.07	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	36.607	36.600	40.256	40.248	3,916.750	3,916.740	3,916.690	3,916.680
01+590	01+600	3,876.35	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	40.256	40.248	43.556	43.547	3,916.690	3,916.680	3,916.620	3,916.610
01+600	01+610	3,872.98	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	43.556	43.547	46.616	46.606	3,916.620	3,916.610	3,916.560	3,916.550
01+610	01+615	3,869.85	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	46.616	46.606	47.651	47.642	3,916.560	3,916.550	3,916.530	3,916.520
01+615	01+630	3,868.78	15.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.100	0.100	47.651	47.642	50.700	50.688	3,916.530	3,916.520	3,916.430	3,916.420
01+630	01+635	3,865.63	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	50.700	50.688	51.785	51.774	3,916.430	3,916.420	3,916.400	3,916.390
01+635	01+640	3,864.51	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	51.785	51.774	53.001	52.989	3,916.400	3,916.390	3,916.370	3,916.360
01+640	01+650	3,863.26	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	53.001	52.989	55.781	55.769	3,916.370	3,916.360	3,916.300	3,916.290
01+650	01+660	3,860.41	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	55.781	55.769	58.202	58.189	3,916.300	3,916.290	3,916.240	3,916.230
01+660	01+670	3,857.92	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	58.202	58.189	60.254	60.240	3,916.240	3,916.230	3,916.180	3,916.160
01+670	01+680	3,855.80	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	60.254	60.240	62.975	62.960	3,916.180	3,916.160	3,916.110	3,916.100
01+680	01+685	3,853.01	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	62.975	62.960	64.340	64.325	3,916.110	3,916.100	3,916.080	3,916.060
01+685	01+690	3,851.61	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	64.340	64.325	66.254	66.238	3,916.080	3,916.060	3,916.050	3,916.030
01+690	01+700	3,849.66	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	66.254	66.238	68.446	68.429	3,916.050	3,916.030	3,915.980	3,915.970
01+700	01+710	3,847.40	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	68.446	68.429	70.448	70.430	3,915.980	3,915.970	3,915.920	3,915.900
01+710	01+720	3,845.33	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	70.448	70.430	72.031	72.012	3,915.920	3,915.900	3,915.860	3,915.840

01+720	01+730	3,843.68	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	72.031	72.012	74.881	74.862	3,915.860	3,915.840	3,915.790	3,915.770
01+730	01+735	3,840.76	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	74.881	74.862	76.167	76.147	3,915.790	3,915.770	3,915.760	3,915.740
01+735	01+740	3,839.44	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	76.167	76.147	78.161	78.141	3,915.760	3,915.740	3,915.730	3,915.710
01+740	01+750	3,837.41	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	78.161	78.141	80.302	80.282	3,915.730	3,915.710	3,915.660	3,915.640
01+750	01+760	3,835.20	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	80.302	80.282	81.965	81.944	3,915.660	3,915.640	3,915.600	3,915.580
01+760	01+770	3,833.47	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	81.965	81.944	83.857	83.835	3,915.600	3,915.580	3,915.540	3,915.510
01+770	01+780	3,831.51	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	83.857	83.835	86.099	86.076	3,915.540	3,915.510	3,915.470	3,915.450
01+780	01+785	3,829.20	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	86.099	86.076	87.434	87.411	3,915.470	3,915.450	3,915.440	3,915.420
01+785	01+790	3,827.83	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	87.434	87.411	88.580	88.556	3,915.440	3,915.420	3,915.410	3,915.380
01+790	01+800	3,826.65	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	88.580	88.556	90.612	90.587	3,915.410	3,915.380	3,915.340	3,915.320
01+800	01+805	3,824.55	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	90.612	90.587	91.638	91.613	3,915.340	3,915.320	3,915.310	3,915.290
01+805	01+810	3,823.49	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	91.638	91.613	92.494	92.468	3,915.310	3,915.290	3,915.280	3,915.260
01+810	01+820	3,822.60	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	92.494	92.468	94.935	94.909	3,915.280	3,915.260	3,915.220	3,915.190
01+820	01+830	3,820.09	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	94.935	94.909	97.047	97.020	3,915.220	3,915.190	3,915.150	3,915.130
01+830	01+835	3,817.91	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	97.047	97.020	98.715	98.688	3,915.150	3,915.130	3,915.110	3,915.090
01+835	01+840	3,816.20	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	98.715	98.688	99.874	99.846	3,915.110	3,915.090	3,915.080	3,915.050
01+840	01+849	3,815.00	9.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.070	0.070	99.874	99.846	102.918	102.890	3,915.080	3,915.050	3,915.010	3,914.980
01+849	01+860	3,811.88	11.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.090	102.918	102.890	104.380	104.351	3,915.010	3,914.980	3,914.920	3,914.890
01+860	01+870	3,810.33	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	104.380	104.351	104.652	104.622	3,914.920	3,914.890	3,914.840	3,914.810
01+870	01+880	3,809.98	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	104.652	104.622	105.812	105.782	3,914.840	3,914.810	3,914.770	3,914.740
01+880	01+890	3,808.74	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	105.812	105.782	108.300	108.269	3,914.770	3,914.740	3,914.690	3,914.660
01+890	01+895	3,806.17	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	108.300	108.269	109.399	109.368	3,914.690	3,914.660	3,914.650	3,914.620
01+895	01+900	3,805.03	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	109.399	109.368	111.048	111.015	3,914.650	3,914.620	3,914.610	3,914.580
01+900	01+910	3,803.34	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	111.048	111.015	112.258	112.225	3,914.610	3,914.580	3,914.530	3,914.500
01+910	01+915	3,802.05	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	112.258	112.225	113.736	113.703	3,914.530	3,914.500	3,914.500	3,914.460
01+915	01+920	3,800.53	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	113.736	113.703	114.875	114.842	3,914.500	3,914.460	3,914.460	3,914.420

01+920	01+930	3,799.35	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	114.87 5	114.84 2	116.524	116.49 0	3,914.460	3,914.420	3,914.380	3,914.350
01+930	01+935	3,797.62	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	116.52 4	116.49 0	117.733	117.69 9	3,914.380	3,914.350	3,914.340	3,914.310
01+935	01+940	3,796.37	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	117.73 3	117.69 9	119.142	119.10 7	3,914.340	3,914.310	3,914.300	3,914.270
01+940	01+950	3,794.92	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	119.14 2	119.10 7	120.522	120.48 6	3,914.300	3,914.270	3,914.220	3,914.190
01+950	01+960	3,793.46	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	120.52 2	120.48 6	121.802	121.76 6	3,914.220	3,914.190	3,914.150	3,914.110
01+960	01+970	3,792.10	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	121.80 2	121.76 6	123.511	123.47 4	3,914.150	3,914.110	3,914.070	3,914.030
01+970	01+980	3,790.31	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	123.51 1	123.47 4	125.470	125.43 2	3,914.070	3,914.030	3,913.990	3,913.960
01+980	01+990	3,788.27	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	125.47 0	125.43 2	127.299	127.26 1	3,913.990	3,913.960	3,913.920	3,913.880
01+990	02+000	3,786.36	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	127.29 9	127.26 1	128.299	128.26 1	3,913.920	3,913.880	3,913.840	3,913.800
02+000	02+010	3,785.28	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	128.29 9	128.26 1	129.769	129.73 0	3,913.840	3,913.800	3,913.760	3,913.720
02+010	02+020	3,783.73	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	129.76 9	129.73 0	130.560	130.52 0	3,913.760	3,913.720	3,913.680	3,913.640
02+020	02+030	3,782.86	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	130.56 0	130.52 0	131.261	131.22 0	3,913.680	3,913.640	3,913.610	3,913.570
02+030	02+040	3,782.08	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	131.26 1	131.22 0	132.482	132.44 0	3,913.610	3,913.570	3,913.530	3,913.490
02+040	02+050	3,780.78	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	132.48 2	132.44 0	133.363	133.32 0	3,913.530	3,913.490	3,913.450	3,913.410
02+050	02+060	3,779.82	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	133.36 3	133.32 0	135.421	135.37 8	3,913.450	3,913.410	3,913.370	3,913.330
02+060	02+065	3,777.68	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	135.42 1	135.37 8	136.989	136.94 6	3,913.370	3,913.330	3,913.340	3,913.290
02+065	02+080	3,776.07	15.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.120	0.120	136.98 9	136.94 6	138.690	138.64 6	3,913.340	3,913.290	3,913.220	3,913.180
02+080	02+090	3,774.25	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	138.69 0	138.64 6	139.321	139.27 6	3,913.220	3,913.180	3,913.140	3,913.100
02+090	02+100	3,773.54	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	139.32 1	139.27 6	139.344	139.29 8	3,913.140	3,913.100	3,913.070	3,913.020

02+100	02+110	3,773.44	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	139.344	139.298	139.386	139.340	3,913.070	3,913.020	3,912.990	3,912.940
02+110	02+120	3,773.32	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	139.386	139.340	139.329	139.282	3,912.990	3,912.940	3,912.910	3,912.860
02+120	02+130	3,773.30	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	139.329	139.282	139.881	139.833	3,912.910	3,912.860	3,912.830	3,912.790
02+130	02+140	3,772.67	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	139.881	139.833	139.235	139.186	3,912.830	3,912.790	3,912.760	3,912.710
02+140	02+150	3,773.24	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	139.235	139.186	139.168	139.118	3,912.760	3,912.710	3,912.680	3,912.630
02+150	02+160	3,773.23	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	139.168	139.118	139.001	138.951	3,912.680	3,912.630	3,912.600	3,912.550
02+160	02+170	3,773.32	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	139.001	138.951	138.694	138.643	3,912.600	3,912.550	3,912.520	3,912.470
02+170	02+180	3,773.55	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	138.694	138.643	138.547	138.496	3,912.520	3,912.470	3,912.450	3,912.400
02+180	02+190	3,773.62	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	138.547	138.496	138.420	138.368	3,912.450	3,912.400	3,912.370	3,912.320
02+190	02+200	3,773.67	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	138.420	138.368	137.924	137.871	3,912.370	3,912.320	3,912.290	3,912.240
02+200	02+210	3,774.09	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	137.924	137.871	137.248	137.194	3,912.290	3,912.240	3,912.210	3,912.160
02+210	02+220	3,774.69	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	137.248	137.194	135.654	135.600	3,912.210	3,912.160	3,912.140	3,912.080
02+220	02+230	3,776.21	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	135.654	135.600	135.477	135.422	3,912.140	3,912.080	3,912.060	3,912.010
02+230	02+240	3,776.31	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	135.477	135.422	134.791	134.735	3,912.060	3,912.010	3,911.980	3,911.930
02+240	02+250	3,776.92	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	134.791	134.735	133.965	133.909	3,911.980	3,911.930	3,911.910	3,911.850
02+250	02+260	3,777.67	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	133.965	133.909	133.110	133.053	3,911.910	3,911.850	3,911.830	3,911.770
02+260	02+270	3,778.45	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	133.110	133.053	131.485	131.428	3,911.830	3,911.770	3,911.750	3,911.690
02+270	02+275	3,780.00	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	131.485	131.428	130.189	130.131	3,911.750	3,911.690	3,911.710	3,911.650
02+275	02+280	3,781.26	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	130.189	130.131	128.065	128.007	3,911.710	3,911.650	3,911.670	3,911.620

02+280	02+285	3,783.35	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	128.06 5	128.00 7	126.590	126.53 1	3,911.670	3,911.620	3,911.640	3,911.580
02+285	02+290	3,784.79	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	126.59 0	126.53 1	124.964	124.90 5	3,911.640	3,911.580	3,911.600	3,911.540
02+290	02+295	3,786.38	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	124.96 4	124.90 5	123.508	123.44 9	3,911.600	3,911.540	3,911.560	3,911.500
02+295	02+300	3,787.80	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	123.50 8	123.44 9	122.282	122.22 2	3,911.560	3,911.500	3,911.520	3,911.460
02+300	02+310	3,788.99	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	122.28 2	122.22 2	121.207	121.14 7	3,911.520	3,911.460	3,911.440	3,911.380
02+310	02+320	3,789.99	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	121.20 7	121.14 7	122.048	121.98 7	3,911.440	3,911.380	3,911.360	3,911.300
02+320	02+330	3,789.07	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	122.04 8	121.98 7	122.290	122.22 8	3,911.360	3,911.300	3,911.290	3,911.230
02+330	02+335	3,788.75	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	122.29 0	122.22 8	123.040	122.97 8	3,911.290	3,911.230	3,911.250	3,911.190
02+335	02+340	3,787.96	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	123.04 0	122.97 8	124.638	124.57 6	3,911.250	3,911.190	3,911.210	3,911.150
02+340	02+350	3,786.32	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	124.63 8	124.57 6	127.066	127.00 3	3,911.210	3,911.150	3,911.130	3,911.070
02+350	02+360	3,783.81	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	127.06 6	127.00 3	128.665	128.60 1	3,911.130	3,911.070	3,911.050	3,910.990
02+360	02+370	3,782.13	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	128.66 5	128.60 1	129.177	129.11 2	3,911.050	3,910.990	3,910.980	3,910.910
02+370	02+380	3,781.54	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	129.17 7	129.11 2	129.848	129.78 3	3,910.980	3,910.910	3,910.900	3,910.830
02+380	02+390	3,780.79	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	129.84 8	129.78 3	130.170	130.10 4	3,910.900	3,910.830	3,910.820	3,910.760
02+390	02+400	3,780.39	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	130.17 0	130.10 4	129.944	129.87 7	3,910.820	3,910.760	3,910.750	3,910.680
02+400	02+410	3,780.54	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	129.94 4	129.87 7	127.990	127.92 3	3,910.750	3,910.680	3,910.670	3,910.600
02+410	02+420	3,782.42	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	127.99 0	127.92 3	125.787	125.71 9	3,910.670	3,910.600	3,910.590	3,910.520
02+420	02+430	3,784.55	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	125.78 7	125.71 9	123.664	123.59 5	3,910.590	3,910.520	3,910.510	3,910.440
02+430	02+435	3,786.60	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	123.66 4	123.59 5	122.488	122.41 9	3,910.510	3,910.440	3,910.480	3,910.410

02+435	02+440	3,787.74	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	122.48 8	122.41 9	121.402	121.33 2	3,910.480	3,910.410	3,910.440	3,910.370
02+440	02+445	3,788.79	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	121.40 2	121.33 2	118.559	118.48 9	3,910.440	3,910.370	3,910.400	3,910.330
02+445	02+450	3,791.60	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	118.55 9	118.48 9	115.586	115.51 6	3,910.400	3,910.330	3,910.360	3,910.290
02+450	02+460	3,794.54	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	115.58 6	115.51 6	113.243	113.17 3	3,910.360	3,910.290	3,910.280	3,910.210
02+460	02+465	3,796.81	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	113.24 3	113.17 3	112.017	111.94 6	3,910.280	3,910.210	3,910.240	3,910.170
02+465	02+470	3,798.00	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	112.01 7	111.94 6	110.751	110.68 0	3,910.240	3,910.170	3,910.200	3,910.130
02+470	02+480	3,799.23	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	110.75 1	110.68 0	108.488	108.41 6	3,910.200	3,910.130	3,910.130	3,910.060
02+480	02+490	3,801.42	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	108.48 8	108.41 6	106.235	106.16 2	3,910.130	3,910.060	3,910.050	3,909.980
02+490	02+495	3,803.60	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	106.23 5	106.16 2	105.009	104.93 6	3,910.050	3,909.980	3,910.010	3,909.940
02+495	02+500	3,804.79	5.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.040	0.040	105.00 9	104.93 6	103.683	103.61 0	3,910.010	3,909.940	3,909.970	3,909.900
02+500	02+510	3,806.08	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	103.68 3	103.61 0	101.959	101.88 5	3,909.970	3,909.900	3,909.900	3,909.820
02+510	02+520	3,807.73	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	101.95 9	101.88 5	100.016	99.941	3,909.900	3,909.820	3,909.820	3,909.740
02+520	02+530	3,809.60	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	100.01 6	99.941	98.053	97.977	3,909.820	3,909.740	3,909.740	3,909.660
02+530	02+540	3,811.49	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	98.053	97.977	96.229	96.153	3,909.740	3,909.660	3,909.660	3,909.590
02+540	02+550	3,813.24	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	96.229	96.153	93.846	93.770	3,909.660	3,909.590	3,909.590	3,909.510
02+550	02+560	3,815.55	10.000	77.040	PVC	150.00	3.570	0.770	0.080	0.080	93.846	93.770	91.634	91.556	3,909.590	3,909.510	3,909.510	3,909.430
02+560	02+565	3,817.69	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	91.634	91.556	90.284	90.206	3,909.510	3,909.430	3,909.480	3,909.400
02+565	02+570	3,819.01	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	90.284	90.206	88.826	88.747	3,909.480	3,909.400	3,909.440	3,909.370
02+570	02+575	3,820.44	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	88.826	88.747	87.486	87.407	3,909.440	3,909.370	3,909.410	3,909.330
02+575	02+580	3,821.75	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	87.486	87.407	84.890	84.810	3,909.410	3,909.330	3,909.380	3,909.300
02+580	02+585	3,824.32	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	84.890	84.810	84.828	84.748	3,909.380	3,909.300	3,909.350	3,909.270
02+585	02+590	3,824.35	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	84.828	84.748	83.389	83.308	3,909.350	3,909.270	3,909.320	3,909.240
02+590	02+595	3,825.76	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	83.389	83.308	81.740	81.659	3,909.320	3,909.240	3,909.290	3,909.200
02+595	02+600	3,827.38	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	81.740	81.659	79.961	79.881	3,909.290	3,909.200	3,909.250	3,909.170

02+600	02+605	3,829.13	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	79.961	79.881	78.782	78.701	3,909.250	3,909.170	3,909.220	3,909.140
02+605	02+610	3,830.28	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	78.782	78.701	77.463	77.381	3,909.220	3,909.140	3,909.190	3,909.110
02+610	02+615	3,831.57	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	77.463	77.381	75.694	75.612	3,909.190	3,909.110	3,909.160	3,909.070
02+615	02+620	3,833.31	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	75.694	75.612	74.375	74.292	3,909.160	3,909.070	3,909.120	3,909.040
02+620	02+625	3,834.60	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	74.375	74.292	72.447	72.364	3,909.120	3,909.040	3,909.090	3,909.010
02+625	02+630	3,836.50	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	72.447	72.364	70.649	70.565	3,909.090	3,909.010	3,909.060	3,908.980
02+630	02+635	3,838.27	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	70.649	70.565	68.940	68.857	3,909.060	3,908.980	3,909.030	3,908.950
02+635	02+640	3,839.95	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	68.940	68.857	68.070	67.986	3,909.030	3,908.950	3,909.000	3,908.910
02+640	02+650	3,840.79	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	68.070	67.986	66.000	65.915	3,909.000	3,908.910	3,908.930	3,908.850
02+650	02+655	3,842.80	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	66.000	65.915	64.670	64.585	3,908.930	3,908.850	3,908.900	3,908.820
02+655	02+660	3,844.10	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	64.670	64.585	63.272	63.186	3,908.900	3,908.820	3,908.870	3,908.780
02+660	02+670	3,845.47	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	63.272	63.186	60.583	60.496	3,908.870	3,908.780	3,908.810	3,908.720
02+670	02+680	3,848.10	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	60.583	60.496	57.695	57.608	3,908.810	3,908.720	3,908.740	3,908.650
02+680	02+685	3,850.93	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	57.695	57.608	56.685	56.597	3,908.740	3,908.650	3,908.710	3,908.620
02+685	02+690	3,851.91	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	56.685	56.597	54.707	54.619	3,908.710	3,908.620	3,908.680	3,908.590
02+690	02+700	3,853.86	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	54.707	54.619	51.649	51.560	3,908.680	3,908.590	3,908.610	3,908.520
02+700	02+710	3,856.86	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	51.649	51.560	47.903	47.813	3,908.610	3,908.520	3,908.550	3,908.460
02+710	02+715	3,860.55	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	47.903	47.813	46.803	46.713	3,908.550	3,908.460	3,908.520	3,908.430
02+715	02+720	3,861.62	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	46.803	46.713	44.795	44.705	3,908.520	3,908.430	3,908.490	3,908.400
02+720	02+725	3,863.60	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	44.795	44.705	43.027	42.936	3,908.490	3,908.400	3,908.450	3,908.360
02+725	02+730	3,865.34	5.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.030	0.030	43.027	42.936	41.378	41.287	3,908.450	3,908.360	3,908.420	3,908.330
02+730	02+740	3,866.96	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	41.378	41.287	38.141	38.049	3,908.420	3,908.330	3,908.360	3,908.270
02+740	02+750	3,870.14	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	38.141	38.049	34.254	34.162	3,908.360	3,908.270	3,908.290	3,908.200
02+750	02+760	3,873.97	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	34.254	34.162	30.518	30.425	3,908.290	3,908.200	3,908.230	3,908.140
02+760	02+770	3,877.65	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	30.518	30.425	26.502	26.408	3,908.230	3,908.140	3,908.170	3,908.070
02+770	02+780	3,881.61	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	26.502	26.408	22.437	22.342	3,908.170	3,908.070	3,908.100	3,908.010
02+780	02+790	3,885.62	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	22.437	22.342	18.241	18.145	3,908.100	3,908.010	3,908.040	3,907.940
02+790	02+800	3,889.76	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	18.241	18.145	14.624	14.528	3,908.040	3,907.940	3,907.970	3,907.880
02+800	02+810	3,893.32	10.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.060	0.060	14.624	14.528	10.608	10.511	3,907.970	3,907.880	3,907.910	3,907.810
02+810	02+818	3,897.28	8.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.050	0.050	10.608	10.511	6.955	6.857	3,907.910	3,907.810	3,907.860	3,907.760
02+818	02+820	3,900.89	2.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.010	0.010	6.955	6.857	6.922	6.824	3,907.860	3,907.760	3,907.850	3,907.750
02+820	02+820	3,900.91	0.000	80.100	PVC	150.00	3.570	0.710	0.000	0.000	6.922	6.824	0.000	0.000	3,907.850	3,907.750	0.000	0.000
TOTAL			1,332.000						9.490	9.510								

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7 Ajuste del coeficiente de Hazen y Williams

PROGRESIVAS		RASANTE (M.S.N.M)	LONGITUD (M)	DIAMETRO INTERIOR (MM)	MATERIAL	HAZEN - WILLIAMS C	FLUJO (L/s)	VELOCIDAD (M/S)	PERDIDA DE CARGA POR FRICCION (M)	PRESION INICIAL (M H2O)	PRESION FINAL (M H2O)	GRADIENTE HIDRAULICO INICIO (M)	GRADIENTE HIDRAULICO FINAL (M)
INICIAL	FINAL												
01+488	01+490	3,917.34	2.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.020	0.000	0.842	3,917.340	3,917.320
01+490	01+495	3,916.48	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	0.842	3.239	3,917.320	3,917.290
01+495	01+500	3,914.04	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	3.239	4.876	3,917.290	3,917.250
01+500	01+504	3,912.36	4.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.030	4.876	6.761	3,917.250	3,917.210
01+504	01+513	3,910.44	9.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.070	6.761	10.932	3,917.210	3,917.140
01+513	01+522	3,906.19	9.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.070	10.932	14.494	3,917.140	3,917.070
01+522	01+529	3,902.55	7.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.060	14.494	18.012	3,917.070	3,917.020
01+529	01+535	3,898.97	6.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.050	18.012	20.959	3,917.020	3,916.970
01+535	01+541	3,895.97	6.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.050	20.959	23.776	3,916.970	3,916.920
01+541	01+546	3,893.10	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	23.776	25.225	3,916.920	3,916.890
01+546	01+558	3,891.61	12.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.090	25.225	29.342	3,916.890	3,916.790
01+558	01+569	3,887.39	11.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.090	29.342	33.028	3,916.790	3,916.710
01+569	01+580	3,883.61	11.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.090	33.028	36.475	3,916.710	3,916.620
01+580	01+590	3,880.07	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	36.475	40.109	3,916.620	3,916.540
01+590	01+600	3,876.35	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	40.109	43.395	3,916.540	3,916.460
01+600	01+610	3,872.98	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	43.395	46.440	3,916.460	3,916.380
01+610	01+615	3,869.85	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	46.440	47.469	3,916.380	3,916.340
01+615	01+630	3,868.78	15.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.120	47.469	50.495	3,916.340	3,916.230
01+630	01+635	3,865.63	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	50.495	51.573	3,916.230	3,916.190
01+635	01+640	3,864.51	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	51.573	52.782	3,916.190	3,916.150
01+640	01+650	3,863.26	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	52.782	55.548	3,916.150	3,916.070
01+650	01+660	3,860.41	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	55.548	57.955	3,916.070	3,915.990

01+660	01+670	3,857.92	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	57.955	59.992	3,915.990	3,915.910
01+670	01+680	3,855.80	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	59.992	62.698	3,915.910	3,915.830
01+680	01+685	3,853.01	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	62.698	64.057	3,915.830	3,915.800
01+685	01+690	3,851.61	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	64.057	65.964	3,915.800	3,915.760
01+690	01+700	3,849.66	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	65.964	68.141	3,915.760	3,915.680
01+700	01+710	3,847.40	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	68.141	70.128	3,915.680	3,915.600
01+710	01+720	3,845.33	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	70.128	71.697	3,915.600	3,915.520
01+720	01+730	3,843.68	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	71.697	74.533	3,915.520	3,915.440
01+730	01+735	3,840.76	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	74.533	75.811	3,915.440	3,915.400
01+735	01+740	3,839.44	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	75.811	77.798	3,915.400	3,915.360
01+740	01+750	3,837.41	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	77.798	79.925	3,915.360	3,915.290
01+750	01+760	3,835.20	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	79.925	81.574	3,915.290	3,915.210
01+760	01+770	3,833.47	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	81.574	83.451	3,915.210	3,915.130
01+770	01+780	3,831.51	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	83.451	85.678	3,915.130	3,915.050
01+780	01+785	3,829.20	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	85.678	87.007	3,915.050	3,915.010
01+785	01+790	3,827.83	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	87.007	88.145	3,915.010	3,914.970
01+790	01+800	3,826.65	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	88.145	90.163	3,914.970	3,914.890
01+800	01+805	3,824.55	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	90.163	91.181	3,914.890	3,914.860
01+805	01+810	3,823.49	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	91.181	92.030	3,914.860	3,914.820
01+810	01+820	3,822.60	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	92.030	94.457	3,914.820	3,914.740
01+820	01+830	3,820.09	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	94.457	96.555	3,914.740	3,914.660
01+830	01+835	3,817.91	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	96.555	98.214	3,914.660	3,914.610
01+835	01+840	3,816.20	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	98.214	99.364	3,914.610	3,914.560
01+840	01+849	3,815.00	9.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	99.364	102.393	3,914.560	3,914.480
01+849	01+860	3,811.88	11.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.100	102.393	103.836	3,914.480	3,914.380
01+860	01+870	3,810.33	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	103.836	104.090	3,914.380	3,914.280
01+870	01+880	3,809.98	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	104.090	105.233	3,914.280	3,914.190
01+880	01+890	3,808.74	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	105.233	107.704	3,914.190	3,914.090

01+890	01+895	3,806.17	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	107.704	108.794	3,914.090	3,914.040
01+895	01+900	3,805.03	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	108.794	110.433	3,914.040	3,914.000
01+900	01+910	3,803.34	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	110.433	111.626	3,914.000	3,913.900
01+910	01+915	3,802.05	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	111.626	113.096	3,913.900	3,913.850
01+915	01+920	3,800.53	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	113.096	114.226	3,913.850	3,913.810
01+920	01+930	3,799.35	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	114.226	115.858	3,913.810	3,913.710
01+930	01+935	3,797.62	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	115.858	117.058	3,913.710	3,913.660
01+935	01+940	3,796.37	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	117.058	118.458	3,913.660	3,913.620
01+940	01+950	3,794.92	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	118.458	119.820	3,913.620	3,913.520
01+950	01+960	3,793.46	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	119.820	121.083	3,913.520	3,913.430
01+960	01+970	3,792.10	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	121.083	122.775	3,913.430	3,913.330
01+970	01+980	3,790.31	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	122.775	124.717	3,913.330	3,913.240
01+980	01+990	3,788.27	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	124.717	126.528	3,913.240	3,913.140
01+990	02+000	3,786.36	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	126.528	127.511	3,913.140	3,913.050
02+000	02+010	3,785.28	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	127.511	128.964	3,913.050	3,912.950
02+010	02+020	3,783.73	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	128.964	129.737	3,912.950	3,912.860
02+020	02+030	3,782.86	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	129.737	130.421	3,912.860	3,912.760
02+030	02+040	3,782.08	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	130.421	131.624	3,912.760	3,912.670
02+040	02+050	3,780.78	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	131.624	132.488	3,912.670	3,912.580
02+050	02+060	3,779.82	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	132.488	134.529	3,912.580	3,912.480
02+060	02+065	3,777.68	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	134.529	136.088	3,912.480	3,912.430
02+065	02+080	3,776.07	15.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.140	136.088	137.763	3,912.430	3,912.290
02+080	02+090	3,774.25	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	137.763	138.376	3,912.290	3,912.200
02+090	02+100	3,773.54	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	138.376	138.382	3,912.200	3,912.100
02+100	02+110	3,773.44	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	138.382	138.407	3,912.100	3,912.010
02+110	02+120	3,773.32	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	138.407	138.332	3,912.010	3,911.910
02+120	02+130	3,773.30	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	138.332	138.867	3,911.910	3,911.820
02+130	02+140	3,772.67	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	138.867	138.203	3,911.820	3,911.720

02+140	02+150	3,773.24	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	138.203	138.119	3,911.720	3,911.630
02+150	02+160	3,773.23	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	138.119	137.934	3,911.630	3,911.530
02+160	02+170	3,773.32	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	137.934	137.610	3,911.530	3,911.440
02+170	02+180	3,773.55	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	137.610	137.446	3,911.440	3,911.340
02+180	02+190	3,773.62	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	137.446	137.301	3,911.340	3,911.250
02+190	02+200	3,773.67	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	137.301	136.788	3,911.250	3,911.150
02+200	02+210	3,774.09	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	136.788	136.094	3,911.150	3,911.060
02+210	02+220	3,774.69	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	136.094	134.483	3,911.060	3,910.960
02+220	02+230	3,776.21	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	134.483	134.288	3,910.960	3,910.870
02+230	02+240	3,776.31	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	134.288	133.585	3,910.870	3,910.770
02+240	02+250	3,776.92	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	133.585	132.742	3,910.770	3,910.680
02+250	02+260	3,777.67	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	132.742	131.869	3,910.680	3,910.590
02+260	02+270	3,778.45	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	131.869	130.227	3,910.590	3,910.490
02+270	02+275	3,780.00	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	130.227	128.923	3,910.490	3,910.440
02+275	02+280	3,781.26	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	128.923	126.790	3,910.440	3,910.400
02+280	02+285	3,783.35	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	126.790	125.305	3,910.400	3,910.350
02+285	02+290	3,784.79	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	125.305	123.671	3,910.350	3,910.300
02+290	02+295	3,786.38	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	123.671	122.207	3,910.300	3,910.250
02+295	02+300	3,787.80	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	122.207	120.972	3,910.250	3,910.210
02+300	02+310	3,788.99	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	120.972	119.879	3,910.210	3,910.110
02+310	02+320	3,789.99	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	119.879	120.703	3,910.110	3,910.020
02+320	02+330	3,789.07	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	120.703	120.928	3,910.020	3,909.920
02+330	02+335	3,788.75	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	120.928	121.669	3,909.920	3,909.870
02+335	02+340	3,787.96	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	121.669	123.258	3,909.870	3,909.830
02+340	02+350	3,786.32	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	123.258	125.669	3,909.830	3,909.730
02+350	02+360	3,783.81	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	125.669	127.250	3,909.730	3,909.640
02+360	02+370	3,782.13	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	127.250	127.745	3,909.640	3,909.540
02+370	02+380	3,781.54	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	127.745	128.399	3,909.540	3,909.450

02+380	02+390	3,780.79	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	128.399	128.703	3,909.450	3,909.350
02+390	02+400	3,780.39	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	128.703	128.459	3,909.350	3,909.260
02+400	02+410	3,780.54	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	128.459	126.489	3,909.260	3,909.160
02+410	02+420	3,782.42	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	126.489	124.268	3,909.160	3,909.070
02+420	02+430	3,784.55	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	124.268	122.128	3,909.070	3,908.970
02+430	02+435	3,786.60	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	122.128	120.943	3,908.970	3,908.930
02+435	02+440	3,787.74	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	120.943	119.848	3,908.930	3,908.880
02+440	02+445	3,788.79	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	119.848	116.996	3,908.880	3,908.830
02+445	02+450	3,791.60	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	116.996	114.015	3,908.830	3,908.780
02+450	02+460	3,794.54	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	114.015	111.655	3,908.780	3,908.690
02+460	02+465	3,796.81	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	111.655	110.420	3,908.690	3,908.640
02+465	02+470	3,798.00	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	110.420	109.145	3,908.640	3,908.600
02+470	02+480	3,799.23	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	109.145	106.865	3,908.600	3,908.500
02+480	02+490	3,801.42	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	106.865	104.595	3,908.500	3,908.410
02+490	02+495	3,803.60	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	104.595	103.360	3,908.410	3,908.360
02+495	02+500	3,804.79	5.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.050	103.360	102.025	3,908.360	3,908.310
02+500	02+510	3,806.08	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	102.025	100.284	3,908.310	3,908.220
02+510	02+520	3,807.73	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	100.284	98.323	3,908.220	3,908.120
02+520	02+530	3,809.60	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	98.323	96.342	3,908.120	3,908.030
02+530	02+540	3,811.49	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	96.342	94.501	3,908.030	3,907.930
02+540	02+550	3,813.24	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	94.501	92.101	3,907.930	3,907.840
02+550	02+560	3,815.55	10.000	77.040	PVC	134.400	3.570	0.770	0.090	92.101	89.871	3,907.840	3,907.740
02+560	02+565	3,817.69	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	89.871	88.515	3,907.740	3,907.700
02+565	02+570	3,819.01	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	88.515	87.049	3,907.700	3,907.660
02+570	02+575	3,820.44	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	87.049	85.702	3,907.660	3,907.620
02+575	02+580	3,821.75	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	85.702	83.098	3,907.620	3,907.590
02+580	02+585	3,824.32	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	83.098	83.029	3,907.590	3,907.550
02+585	02+590	3,824.35	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	83.029	81.583	3,907.550	3,907.510

02+590	02+595	3,825.76	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	81.583	79.927	3,907.510	3,907.470
02+595	02+600	3,827.38	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	79.927	78.141	3,907.470	3,907.430
02+600	02+605	3,829.13	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	78.141	76.955	3,907.430	3,907.390
02+605	02+610	3,830.28	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	76.955	75.628	3,907.390	3,907.350
02+610	02+615	3,831.57	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	75.628	73.852	3,907.350	3,907.310
02+615	02+620	3,833.31	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	73.852	72.526	3,907.310	3,907.270
02+620	02+625	3,834.60	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	72.526	70.590	3,907.270	3,907.230
02+625	02+630	3,836.50	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	70.590	68.785	3,907.230	3,907.190
02+630	02+635	3,838.27	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	68.785	67.069	3,907.190	3,907.150
02+635	02+640	3,839.95	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	67.069	66.192	3,907.150	3,907.120
02+640	02+650	3,840.79	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	66.192	64.108	3,907.120	3,907.040
02+650	02+655	3,842.80	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	64.108	62.771	3,907.040	3,907.000
02+655	02+660	3,844.10	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	62.771	61.365	3,907.000	3,906.960
02+660	02+670	3,845.47	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	61.365	58.662	3,906.960	3,906.880
02+670	02+680	3,848.10	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	58.662	55.759	3,906.880	3,906.800
02+680	02+685	3,850.93	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	55.759	54.742	3,906.800	3,906.760
02+685	02+690	3,851.91	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	54.742	52.757	3,906.760	3,906.720
02+690	02+700	3,853.86	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	52.757	49.685	3,906.720	3,906.650
02+700	02+710	3,856.86	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	49.685	45.924	3,906.650	3,906.570
02+710	02+715	3,860.55	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	45.924	44.817	3,906.570	3,906.530
02+715	02+720	3,861.62	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	44.817	42.802	3,906.530	3,906.490
02+720	02+725	3,863.60	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	42.802	41.027	3,906.490	3,906.450
02+725	02+730	3,865.34	5.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.040	41.027	39.371	3,906.450	3,906.410
02+730	02+740	3,866.96	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	39.371	36.119	3,906.410	3,906.330
02+740	02+750	3,870.14	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	36.119	32.218	3,906.330	3,906.250
02+750	02+760	3,873.97	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	32.218	28.468	3,906.250	3,906.180
02+760	02+770	3,877.65	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	28.468	24.437	3,906.180	3,906.100
02+770	02+780	3,881.61	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	24.437	20.357	3,906.100	3,906.020

02+780	02+790	3,885.62	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	20.357	16.147	3,906.020	3,905.940
02+790	02+800	3,889.76	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	16.147	12.516	3,905.940	3,905.860
02+800	02+810	3,893.32	10.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.080	12.516	8.486	3,905.860	3,905.780
02+810	02+818	3,897.28	8.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.060	8.486	4.821	3,905.780	3,905.720
02+818	02+820	3,900.89	2.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.020	4.821	4.785	3,905.720	3,905.700
02+820	02+820	3,900.91	0.000	80.100	PVC	134.400	3.570	0.710	0.000	4.785	0.000	3,905.700	0.000
TOTAL			1,332.000						11.530				

Fuente: Cálculo en Water Cad.

Anexo 8 Datos del levantamiento topográfico

Item	Estaca	V.Atras	H. Instru	V.Adelant	Cota	Correccion	Cota corr	Obs.
1	01+488	1.485	3918.825	1.073	3917.34		3917.34	INGRSOSIF
2	01+490			2.349	3916.476		3916.476	
3	01+495	0.971	3915.014	4.782	3914.043		3914.043	
4	01+500			2.652	3912.362		3912.362	
5	01+504	0.667	3911.111	4.57	3910.444		3910.444	
6	01+513	0.703	3906.889	4.925	3906.186		3906.186	
7	01+522	1.277	3903.822	4.344	3902.545		3902.545	
8	01+529	1.673	3900.64	4.855	3898.967		3898.967	
9	01+535	0.519	3896.491	4.668	3895.972		3895.972	
10	01+546	0.599	3892.205	4.885	3891.606		3891.606	
11	01+558	0.945	3888.337	4.813	3887.392		3887.392	
12	01+569	0.998	3884.605	4.73	3883.607		3883.607	
13	01+580	0.758	3880.828	4.535	3880.07		3880.07	
14	01+590	1.416	3877.764	4.48	3876.348		3876.348	
15	01+600	0.11	3873.09	4.784	3872.98		3872.98	
16	01+610			3.242	3869.848		3869.848	
17	01+615	0.403	3869.183	4.31	3868.78		3868.78	
18	01+630			3.554	3865.629		3865.629	
19	01+635	0.08	3864.591	4.672	3864.511		3864.511	
20	01+640			1.331	3863.26		3863.26	
21	01+650	0.17	3860.581	4.18	3860.411		3860.411	
22	01+660			2.66	3857.921		3857.921	
23	01+670	0.485	3856.288	4.778	3855.803		3855.803	
24	01+680			3.277	3853.011		3853.011	
25	01+685	0.709	3852.316	4.681	3851.607		3851.607	
26	01+690			2.652	3849.664		3849.664	
27	01+700	0.254	3847.65	4.92	3847.396		3847.396	

28	01+710			2.318	3845.332		3845.332	
29	01+720	0.676	3844.358	3.968	3843.682		3843.682	
30	01+730			3.595	3840.763		3840.763	
31	01+735	0.717	3840.155	4.92	3839.438		3839.438	
32	01+740			2.747	3837.408		3837.408	
33	01+750	0.762	3835.961	4.956	3835.199		3835.199	
34	01+760			2.491	3833.47		3833.47	
35	01+770	0.653	3832.164	4.45	3831.511		3831.511	
36	01+780			2.964	3829.2		3829.2	
37	01+785	0.314	3828.142	4.336	3827.828		3827.828	
38	01+790			1.488	3826.654		3826.654	
39	01+800			3.59	3824.552		3824.552	
40	01+805	0.723	3824.212	4.653	3823.489		3823.489	
41	01+810			1.608	3822.604		3822.604	
42	01+820	0.443	3820.537	4.118	3820.094		3820.094	
43	01+830			2.629	3817.908		3817.908	
44	01+835	0.468	3816.668	4.337	3816.2		3816.2	
45	01+840			1.664	3815.004		3815.004	
46	01+849	0.165	3812.048	4.785	3811.883		3811.883	
47	01+860			1.716	3810.332		3810.332	
48	01+870			2.069	3809.979		3809.979	
49	01+880	0.59	3809.332	3.306	3808.742		3808.742	
50	01+890			3.164	3806.168		3806.168	
51	01+895	0.353	3805.379	4.306	3805.026		3805.026	
52	01+900			2.035	3803.344		3803.344	
53	01+910			3.328	3802.051		3802.051	
54	01+915	0.075	3800.604	4.85	3800.529		3800.529	
55	01+920			1.255	3799.349		3799.349	
56	01+930			2.984	3797.62		3797.62	

57	01+935	0.484	3796.851	4.237	3796.367		3796.367	
58	01+940			1.929	3794.922		3794.922	
59	01+950			3.389	3793.462		3793.462	
60	01+960	0.356	3792.454	4.753	3792.098		3792.098	
61	01+970			2.144	3790.31		3790.31	
62	01+980	0.346	3788.618	4.182	3788.272		3788.272	
63	01+990			2.255	3786.363		3786.363	
64	02+000			3.342	3785.276		3785.276	
65	02+010	0.165	3783.893	4.89	3783.728		3783.728	
66	02+020			1.035	3782.858		3782.858	
67	02+030			1.809	3782.084		3782.084	
68	02+040			3.11	3780.783		3780.783	
69	02+050	0.916	3780.739	4.07	3779.823		3779.823	
70	02+060			3.062	3777.677		3777.677	
71	02+065	0.97	3777.039	4.67	3776.069		3776.069	
72	02+080			2.786	3774.253		3774.253	
73	02+090			3.495	3773.544		3773.544	
74	02+100			3.595	3773.444		3773.444	
75	02+110			3.718	3773.321		3773.321	
76	02+120			3.74	3773.299		3773.299	
77	02+130			4.366	3772.673		3772.673	
78	02+140			3.8	3773.239		3773.239	
79	02+150			3.811	3773.228		3773.228	
80	02+160			3.718	3773.321		3773.321	
81	02+170			3.486	3773.553		3773.553	
82	02+180	4.653	3778.272	3.42	3773.619		3773.619	
83	02+190			4.605	3773.667		3773.667	
84	02+200			4.185	3774.087		3774.087	
85	02+210			3.585	3774.687		3774.687	

86	02+220			2.06	3776.212		3776.212	
87	02+230			1.965	3776.307		3776.307	
88	02+240			1.35	3776.922		3776.922	
89	02+250	4.94	3782.609	0.603	3777.669		3777.669	
90	02+260			4.16	3778.449		3778.449	
91	02+270			2.61	3779.999		3779.999	
92	02+275	4.753	3786.009	1.353	3781.256		3781.256	
93	02+280			2.655	3783.354		3783.354	
94	02+285	4.158	3788.943	1.224	3784.785		3784.785	
95	02+290			2.565	3786.378		3786.378	
96	02+295	4.24	3792.037	1.146	3787.797		3787.797	
97	02+300			3.046	3788.991		3788.991	
98	02+310			2.046	3789.991		3789.991	
99	02+320			2.968	3789.069		3789.069	
100	02+330			3.285	3788.752		3788.752	
101	02+335	0.639	3788.596	4.08	3787.957		3787.957	
102	02+340			2.278	3786.318		3786.318	
103	02+350	0.879	3784.684	4.791	3783.805		3783.805	
104	02+360			2.55	3782.134		3782.134	
105	02+370			3.142	3781.542		3781.542	
106	02+380			3.895	3780.789		3780.789	
107	02+390	2.2	3782.594	4.29	3780.394		3780.394	
108	02+400			2.051	3780.543		3780.543	
109	02+410	3.912	3786.336	0.17	3782.424		3782.424	
110	02+420	4.741	3789.291	1.786	3784.55		3784.55	
111	02+430			2.69	3786.601		3786.601	
112	02+435	4.905	3792.64	1.556	3787.735		3787.735	
113	02+440			3.855	3788.785		3788.785	
114	02+445	4.443	3796.04	1.043	3791.597		3791.597	

115	02+450	4.62	3799.157	1.503	3794.537		3794.537	
116	02+460			2.346	3796.811		3796.811	
117	02+465	4.617	3802.614	1.16	3797.997		3797.997	
118	02+470			3.38	3799.234		3799.234	
119	02+480	4.679	3806.095	1.198	3801.416		3801.416	
120	02+490			2.496	3803.599		3803.599	
121	02+495	4.725	3809.517	1.303	3804.792		3804.792	
122	02+500			3.437	3806.08		3806.08	
123	02+510	4.55	3812.281	1.786	3807.731		3807.731	
124	02+520			2.682	3809.599		3809.599	
125	02+530	4.812	3816.303	0.79	3811.491		3811.491	
126	02+540			3.06	3813.243		3813.243	
127	02+550	4.748	3820.301	0.75	3815.553		3815.553	
128	02+560			2.611	3817.69		3817.69	
129	02+565	4.998	3824.009	1.29	3819.011		3819.011	
130	02+570			3.571	3820.438		3820.438	
131	02+575	4.001	3825.749	2.261	3821.748		3821.748	
132	02+580			1.434	3824.315		3824.315	
133	02+585	4.387	3828.74	1.396	3824.353		3824.353	
134	02+590			2.985	3825.755		3825.755	
135	02+595	4.495	3831.876	1.359	3827.381		3827.381	
136	02+600			2.749	3829.127		3829.127	
137	02+605	4.748	3835.029	1.595	3830.281		3830.281	
138	02+610			3.455	3831.574		3831.574	
139	02+615	4.515	3837.821	1.723	3833.306		3833.306	
140	02+620			3.221	3834.6		3834.6	
141	02+625	4.577	3841.077	1.321	3836.5		3836.5	
142	02+630			2.809	3838.268		3838.268	
143	02+635	4.366	3844.312	1.131	3839.946		3839.946	

144	02+640			3.525	3840.787		3840.787	
145	02+650			1.508	3842.804		3842.804	
146	02+655	4.87	3848.972	0.21	3844.102		3844.102	
147	02+660			3.502	3845.47		3845.47	
148	02+670	4.47	3852.568	0.874	3848.098		3848.098	
149	02+680			1.637	3850.931		3850.931	
150	02+685	4.965	3856.878	0.655	3851.913		3851.913	
151	02+690			3.022	3853.856		3853.856	
152	02+700	4.84	3861.697	0.021	3856.857		3856.857	
153	02+710			1.145	3860.552		3860.552	
154	02+715	4.71	3866.333	0.074	3861.623		3861.623	
155	02+720			2.732	3863.601		3863.601	
156	02+725	4.993	3870.336	0.99	3865.343		3865.343	
157	02+730			3.38	3866.956		3866.956	
158	02+740	4.901	3875.04	0.197	3870.139		3870.139	
159	02+750	4.755	3878.728	1.067	3873.973		3873.973	
160	02+760	4.605	3882.253	1.08	3877.648		3877.648	
161	02+770	4.585	3886.193	0.645	3881.608		3881.608	
162	02+780	4.915	3890.538	0.57	3885.623		3885.623	
163	02+790	4.085	3893.847	0.776	3889.762		3889.762	
164	02+800	4.75	3898.074	0.523	3893.324		3893.324	
165	02+810	4.295	3901.579	0.79	3897.284		3897.284	
166	02+818	2.526	3903.415	0.69	3900.889		3900.889	
167	02+820			2.508	3900.907		3900.907	SALIDASIF

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 10 Perfil Estratigráfico de Suelo C-1



Construtora, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto para Ingeniería Civil

PERFIL ESTRATIGRAFICO – C-1 - KM 01+500

PERFIL ESTRATIGRAFICO DE SUELO						
PROYECTO:		AMPLIACION DE LINEA DE CONDUCCION PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE DE URBIA Y MIRAPLORES EN EL SECTOR DE LAYANHUAYCO DEL DISTRITO DE ANCO_HUALLO-PROVINCIA DE CHINCHEROS- DEPARTAMENTO DE APURIMAC				
CLIENTE:		ING CAMILO SANCHEZ ROJAS				
UBICACIÓN:		SECTOR DE LAYANHUAYCO DEL DISTRITO DE ANCO_HUALLO				
SONDAJE:		C-1 PROGRESIVA KM 01+500				
ESTRUCTURA:		SIFON INVERTIDO		UBICACIÓN:		E= 844622.48 m N= 8499766.16 m
FECHA:		10-feb.-22				
ESPEJOR	CLA. SIF.	SIMBOLO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN	% DE TIERRA	% DE ROCA SUELTA
ESTRATO	SUCS	GRAFICO				
0.00						
00 - 0.30	Re	AAAAAA		Suelo de cobertura envuelto con pastos y raíces	HASTA 1.00 m 100.00%	HASTA 1.00 m 0.00%
0.30 - 0.50						
0.50 - 1.00	SM - SC			Arena limosa con arcilla de baja plasticidad	HASTA 1.50 m = 20%	HASTA 1.50 m = 20%
1.00 - 1.50						

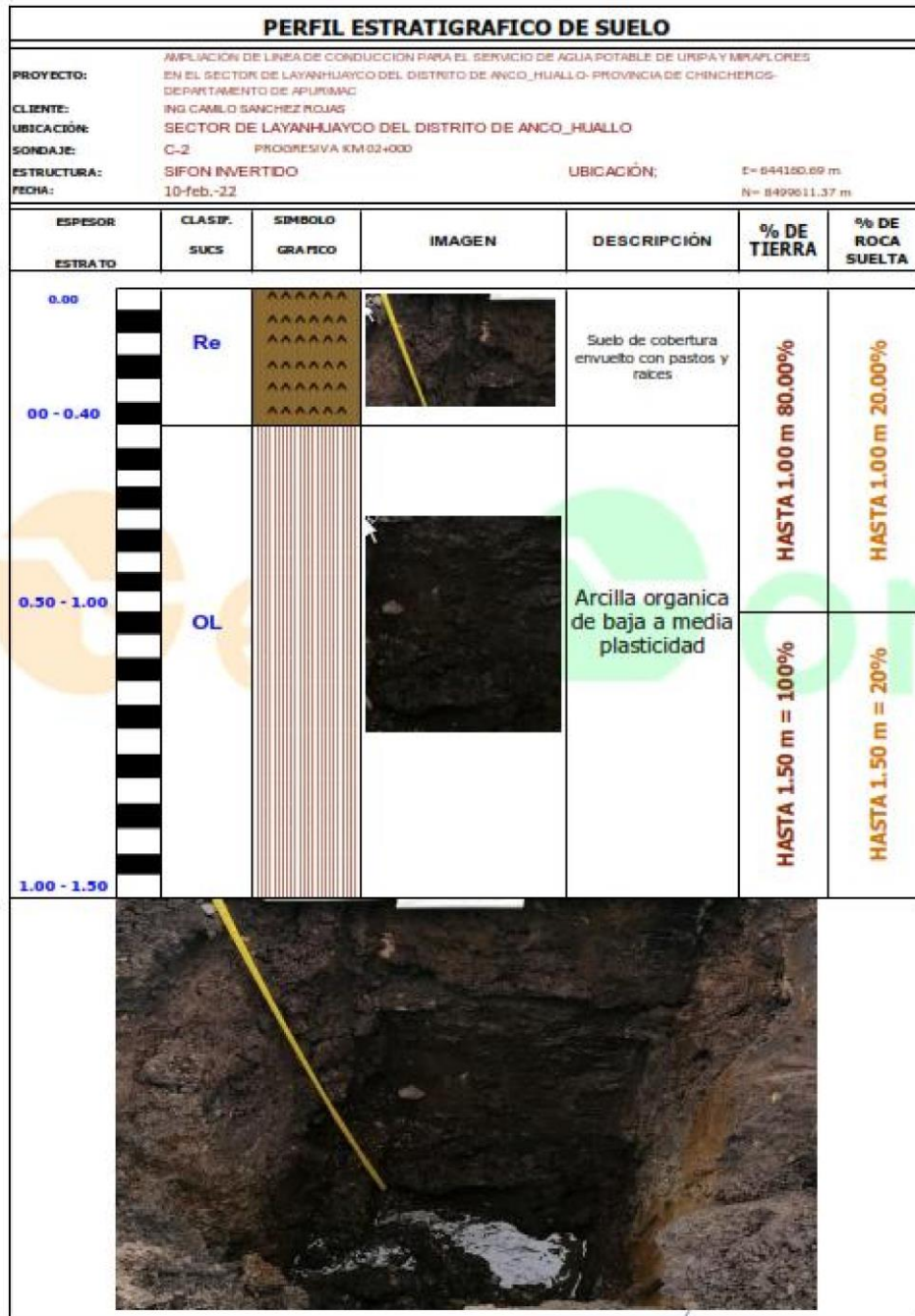
Gustavo Gales Alcarria
INGENIERO CIVIL
C.I. 181442

Anexo 11 Perfil Estratigráfico de Suelo C-2



Constructora, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto para Ingeniería Civil

PERFIL ESTRATIGRAFICO – C-1 - KM 02+000



Gustavo Gómez Alcarraz
INGENIERO CIVIL
CIE 181442

Jr. Ayacucho 318 – Andahuaylas – Apurimac Telf - RPM 983951487

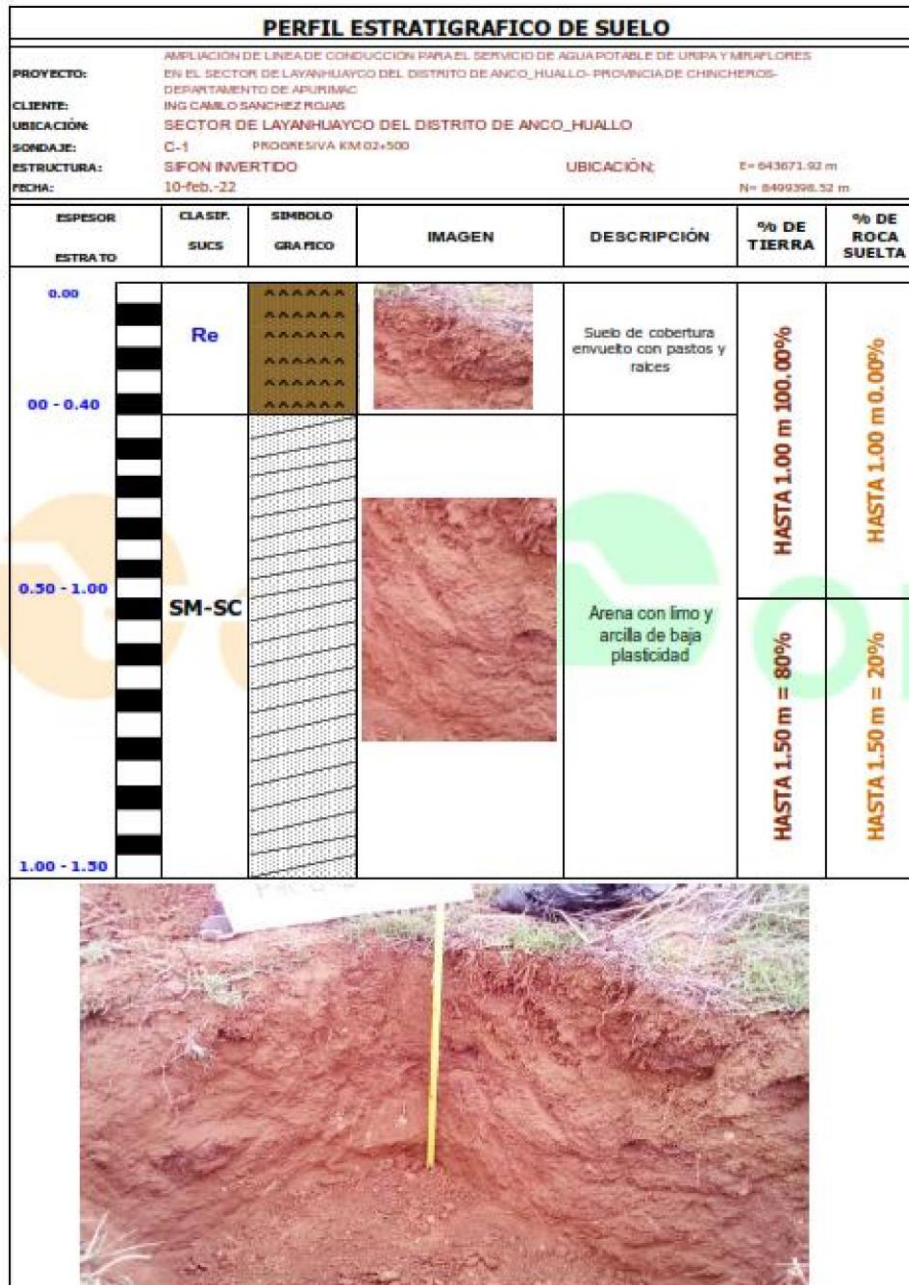
Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos

Anexo 12 Perfil Estratigráfico de Suelo C-3



Constructora, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto para Ingeniería Civil

PERFIL ESTRATIGRAFICO – C-3 - KM 02+500



Andahuaylas, febrero de 2022

Anexo 13 Estructura de entrada de Sifón Invertido



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 14 Ruta de Ducto de Sifón Invertido



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 15 Estructura de Entrada en Cerco Perimétrico.



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 16 Medición de la presión con Manómetro



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 17 Medición de presión con manómetro en tubería



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 18 Aforo de caudal para sifón invertido



Fuente: Elaboración Propia

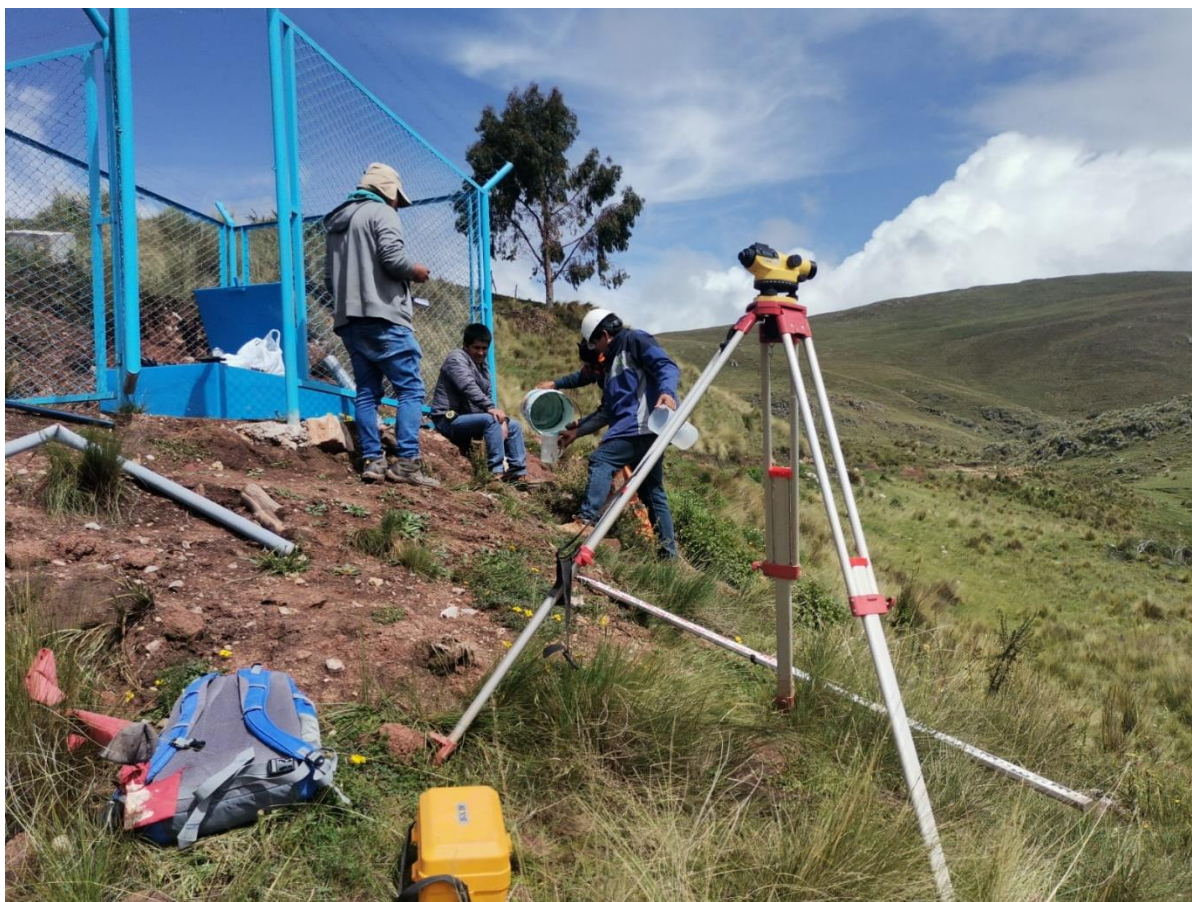
Anexo 19 Aforo de Caudal en obra.

Aforo (volumetric)

1	→	3.84	seg.	(17.04 Lt)	
2	→	4.33	seg.	(17.05 Lt)	-
3	→	3.61	seg.	(17.45 Lt)	
4	→	4.48	seg.	(16.00 Lt)	
5	→	4.71	seg.	(16.5 Lt)	
6	→	4.58	seg.	(16.67 Lt)	7

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 20 Nivelación con nivel de Ingeniero



Fuente: Elaboración Propia