



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y LÍNEA DE
CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Civil

AUTORES: INGRID PAOLA ABAD CALVA
JAIRO ISRAEL ZHICAY LOMBAIDA
TUTOR: ING. CHRISTIAN PAÚL MERA PARRA

Cuenca - Ecuador

2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Ingrid Paola Abad Calva con documento de identificación N° 1950004471 y Jairo Israel Zhicay Lombaida con documento de identificación N° 0105230205; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 17 de enero del 2025

Atentamente,



Ingrid Paola Abad Calva

1950004471



Jairo Israel Zhicay Lombaida

0105230205

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Ingrid Paola Abad Calva con documento de identificación N° 1950004471 y Jairo Israel Zhicay Lombaida con documento de identificación N° 0105230205, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Evaluación y repotenciación del sistema de captación y línea de conducción de agua cruda”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 17 de enero del 2025

Atentamente,



Ingrid Paola Abad Calva

1950004471



Jairo Israel Zhicay Lombaida

0105230205

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Christian Paúl Mera Parra con documento de identificación N° 1804404034, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: EVALUACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA, realizado por Ingrid Paola Abad Calva con documento de identificación N° 1950004471 y por Jairo Israel Zhicay Lombaida con documento de identificación N° 0105230205, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 17 de enero del 2025

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
CHRISTIAN PAUL MERA
PARRA

Ing. Christian Paúl Mera Parra

1804404034

DEDICATORIA

Autor: Ingrid Paola Abad Calva

Al verdadero amor de mi vida, mi madre, Margarita Calva. Su amor y acompañamiento han sido fundamentales en este camino; sin su apoyo moral y económico, nada de lo que he logrado sería posible.

A mis queridas hermanas, Tatiana, Lizeth, Karol y Shirley, les agradezco por impulsarme a ser mejor cada día y por hacerme creer que sí puedo y soy capaz de mucho más de lo que imagino. Son mi inspiración y motivación para no rendirme y seguir persiguiendo por mis sueños.

A mi hermano, Jheyson Calva, que en cada desvelada me brindó una taza de café para no dormirme y poder cumplir con mis tareas, gracias por la paciencia y amor.

A mis amigos, que me han acompañado y motivado este trayecto, todos han aportado con un granito de arena en mi vida.

Este título llevará mi nombre, pero será de todos ustedes, gracias por su amor y apoyo incondicional.

DEDICATORIA

Autor: Jairo Israel Zhicay Lombaida

Dedico este trabajo a Dios, por darme la fortaleza y sabiduría para alcanzar esta nueva meta. A mi madre, Lilian, cuyo apoyo constante y confianza incondicional han sido mi guía en cada paso del camino. Valoro profundamente los principios que me has enseñado. A mis hermanos, Julio, Karen, Aysline, y a mi querida sobrina Yamile, les agradezco por ser mis pilares incondicionales en mi trayectoria, siempre motivándome a seguir adelante. Aunque mi abuelita Rosa ya no esté físicamente, su amor y enseñanzas permanecen en mi corazón; la recordaré siempre con gratitud por su impacto en mi crecimiento personal y académico.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios y a nuestras familias por su apoyo incondicional y por creer en nosotros. También queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a cada uno de los docentes de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Politécnica Salesiana por compartir sus valiosos conocimientos, los cuales serán un pilar fundamental para nuestro futuro. Además, extendemos un agradecimiento especial al ingeniero Christian Mera, quien ha sido nuestro guía. Gracias a su amplio conocimiento y dedicación, hemos podido llevar a cabo este proyecto con éxito.

Resumen

El caudal actual de agua no abastece a la población de manera adecuada, lo que ha llevado a la necesidad de realizar nuevos diseños que optimicen el suministro. En el presente estudio se ha determinado un caudal de diseño de 24,36 l/s para el desarenador, el cual estará equipado con una pantalla difusora que facilitará el proceso de sedimentación. Esta mejora permitirá que el agua salga más limpia, optimizando así la calidad del recurso hídrico disponible. Además, se ha fijado que el caudal de diseño para la población es de 22,90 l/s, lo que indica la necesidad de un suministro adecuado para satisfacer la demanda de la comunidad. Para asegurar un diseño óptimo y efectivo, se emplearon herramientas avanzadas como Hammer y Civil 3D. La infraestructura de conducción se actualizará mediante la instalación de una tubería de 200 mm, que se ubicará de manera paralela a la tubería existente, según el requerimiento de la Junta de Agua Potable Tarqui-Victoria Portete. Estas acciones están orientadas a garantizar un suministro de agua más eficiente y de mejor calidad para la población.

Palabras clave: Agua, conducción, desarenador, captación, Tarqui, repotenciación.

Abstract

The current flow of water does not adequately supply the population, which has led to the need to make new designs that optimize the supply. In this study, a design flow rate of 24,36 liters per second has been determined for the sand trap, which will be equipped with a diffuser screen that will facilitate the sedimentation process. This improvement will allow the water to come out cleaner, thus optimizing the quality of the available water resource. Furthermore, the design flow rate for the population has been set at 22,90 liters per second, which indicates the need for an adequate supply to meet the community's demand. To ensure an optimal and effective design, advanced tools such as Hammer and Civil 3D were used. The conduction infrastructure will be updated by installing a 200 mm pipe, which will be located parallel to the existing pipe, according to the requirement of the Tarqui-Victoria Portete Drinking Water Board. These actions are aimed at guaranteeing a more efficient and better quality water supply for the population.

Keywords: Water, conduction, gritter, collection, Tarqui, repowering.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	Introducción	17
2.	Antecedentes	18
3.	Justificación	19
4.	Objetivos	20
4.1	Objetivo General	20
4.2	Objetivos Específicos	20
5.	Marco conceptual	21
5.1	Fuentes de Abastecimiento	21
5.1.1	Tipos de fuentes de abastecimiento	22
5.2	Captación de agua Superficial	22
5.3	Tipos de Obras de Captación	23
5.3.1	Toma lateral	23
5.3.2	Bocatoma lateral con bombeo	24
5.3.3	Bocatoma lateral por gravedad	25
5.3.4	Toma mediante estabilización del lecho	26
5.3.5	Captación con lecho filtrante	26
5.3.6	Bocatoma de Fondo	26
5.3.7	Partes de un Bocatoma de Fondo	28
5.4	Línea de Aducción	30

	11
5.4.1 Línea de aducción por bombeo	30
5.4.2 Línea de aducción a gravedad.....	30
5.5 Desarenador	31
5.5.1 Clases de desarenadores.....	31
5.5.2 Zonas de un desarenador.....	32
5.6 Línea de Conducción	34
5.6.1 Válvulas de expulsión de aire	34
5.6.2 Válvula de purga.....	35
5.6.3 Cámara rompe presión	35
5.7 Bases de Diseño	35
5.7.1 Caudal	35
6. Metodología	36
6.1 Aforo del rio Iruis	37
6.2 Aforos realizados en las obras existentes del proyecto.....	39
6.2.1 Captación	39
6.2.2 Aducción.....	40
6.2.3 Desarenador	41
6.2.4 Conducción.....	41
6.3 Población de diseño	41
6.3.1 Método Aritmético.....	42
6.3.2 Método Geométrico	43

	12
6.3.3 Método Exponencial	44
6.4 Cálculo de los caudales de diseño.....	45
6.5 Aducción.....	48
6.6 Desarenador	53
6.7 Conducción.....	68
7. Resultados.....	78
7.1 Caudal del río Irquis.....	78
7.2 Caudal en las obras existentes del proyecto.....	81
7.3 Proyección poblacional.....	85
7.4 Caudales de diseño.....	88
7.5 Propuesta para la línea de aducción	90
7.6 Diseño del desarenador	91
7.7 Diseño de la Conducción	96
8. Presupuesto	110
9. Conclusión	111
10. Referencias bibliográficas.....	114
11. Anexos	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Factor de Corrección</i>	39
Tabla 2 <i>Tasa de crecimiento poblacional</i>	43
Tabla 3 <i>Dotación real</i>	45
Tabla 4 <i>Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable</i>	47
Tabla 5 <i>Fórmulas para el caudal de diseño</i>	47
Tabla 6 <i>Parámetros de diseño de la aducción</i>	48
Tabla 7 <i>Diámetros de tubería PVC</i>	49
Tabla 8 <i>Coefficientes de rugosidad para la fórmula de Manning</i>	51
Tabla 9 <i>Viscosidad Cinemática del Agua</i>	54
Tabla 10 <i>Parámetros de diseño del desarenador</i>	55
Tabla 11 <i>Relación entre diámetro de las partículas y velocidad de sedimentación</i>	58
Tabla 12 <i>Propiedades del agua</i>	70
Tabla 13 <i>Presión de vapor y carga de presión de vapor del agua</i>	71
Tabla 14 <i>Coefficiente de Chow para formula de Hazzen Williams</i>	72
Tabla 15 <i>Alturas del caudal a lo ancho del río</i>	78
Tabla 16 <i>Resultados del aforo sobre el río</i>	79
Tabla 17 <i>Datos obtenido en los aforos del rebose</i>	81
Tabla 18 <i>Resultados de los aforos con el caudalímetro</i>	82
Tabla 19 <i>Cálculo de la tasa de crecimiento</i>	85
Tabla 20 <i>Datos para la proyección</i>	88
Tabla 21 <i>Resultados de la proyección</i>	88
Tabla 22 <i>Caudales de diseño para cada estructura</i>	89

	14
Tabla 23 <i>Caudal que circula en las estructuras existentes</i>	90
Tabla 24 <i>Caudales de diseño para las nuevas estructuras</i>	90
Tabla 25 <i>Resultado de los diámetros</i>	91
Tabla 26 <i>Resultados de la línea de aducción</i>	91
Tabla 27 <i>Datos de entrada del tanque</i>	91
Tabla 28 <i>Dimensiones impuestas y calculadas</i>	92
Tabla 29 <i>Dimensiones del desarenador</i>	93
Tabla 30 <i>Resultado de velocidades</i>	94
Tabla 31 <i>Resultado de la estructura de entrada</i>	94
Tabla 32 <i>Resultados de la estructura de salida</i>	95
Tabla 33 <i>Resultados de la zona de lodos</i>	96
Tabla 34 <i>Resultados finales</i>	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Bocatoma con muro transversal</i>	23
Figura 2 <i>Bocatoma lateral con bombeo</i>	24
Figura 3 <i>Bocatoma lateral por gravedad</i>	25
Figura 4 <i>Bocatoma de fondo (Planta)</i>	27
Figura 5 <i>Bocatoma de fondo (Corte transversal)</i>	27
Figura 6 <i>Pantalla difusora</i>	33
Figura 7 <i>Valores de asentamiento o flotación</i>	59
Figura 8 <i>Valores de a/t</i>	61
Figura 9 <i>Coficiente λ</i>	75
Figura 10 <i>Tiempo de cierre</i>	76
Figura 11 <i>Perfil del río</i>	80
Figura 12 <i>Perfil del río Iruquis</i>	81
Figura 13 <i>Rebose en la captación</i>	83
Figura 14 <i>Aforo en el rebose de la captación</i>	84
Figura 15 <i>Aforo en el desarenador</i>	84
Figura 16 <i>Aforo en la aducción</i>	85
Figura 17 <i>Crecimiento exponencial</i>	86
Figura 18 <i>Crecimiento Aritmético</i>	86
Figura 19 <i>Crecimiento Geométrico</i>	87
Figura 20 <i>Caudales calculados</i>	89
Figura 21 <i>Dimensiones del tanque contenedor</i>	92
Figura 22 <i>Resumen del desarenador</i>	96

	16
Figura 23 <i>Ubicación del proyecto</i>	97
Figura 24 <i>Resultado de hammer</i>	98
Figura 25 <i>Cierre lento</i>	99
Figura 26 <i>Velocidad de la onda</i>	100
Figura 27 <i>Línea piezométrica</i>	101
Figura 28 <i>Transitorios</i>	101
Figura 29 <i>Línea piezométrica</i>	105
Figura 30 <i>Transitorios</i>	106
Figura 31 <i>Velocidad final de la onda</i>	107
Figura 32 <i>Nuevo cierre</i>	108
Figura 33 <i>Línea piezométrica final</i>	110

1. Introducción

El acceso al agua es un derecho humano fundamental y un recurso esencial para el desarrollo sostenible de las comunidades. Sin embargo, en diversas regiones del mundo, la gestión de los recursos hídricos enfrenta retos significativos, especialmente en áreas donde el crecimiento poblacional y la urbanización desmedida han superado la capacidad de las infraestructuras existentes.

Cuenca, una ciudad ubicada en la región andina de Ecuador, ha experimentado en las últimas décadas un notable crecimiento demográfico, exacerbando la demanda de recursos hídricos. El abastecimiento de agua potable a la de su zona rural depende en gran medida de la microcuenca del río Irquis, que alimenta la planta de potabilización de Tarqui-Victoria Portete. Sin embargo, las capacidades de esta infraestructura no han mantenido el ritmo del aumento poblacional, lo que ha generado serias preocupaciones sobre la sostenibilidad y calidad del suministro de agua.

La planta de potabilización actualmente opera con un caudal de solo 20 l/s, lo que resulta insuficiente para satisfacer las necesidades de la creciente población. La infraestructura de conducción, diseñada originalmente para manejar menos caudal, ha cumplido su ciclo de vida útil, lo que ha llevado a un deterioro en la calidad del agua y a una disminución en la presión del servicio. Esto ha obligado a muchos residentes a recurrir a fuentes alternativas, a menudo insalubres, de abastecimiento de agua, lo que plantea riesgos significativos para la salud pública.

Ante esta situación, se hace urgente realizar un diagnóstico exhaustivo de la captación y conducción de agua cruda. Este estudio busca no solo identificar las deficiencias actuales, sino también proponer soluciones que mejoren la eficiencia del sistema y garantice un abastecimiento adecuado y sostenible para la población de Cuenca. A través de un análisis detallado de las

proyecciones poblacionales y la infraestructura existente, se plantea un enfoque integral para atender las demandas actuales y futuras, asegurando que la comunidad cuente con este recurso vital en condiciones óptimas.

2. Antecedentes

La microcuenca del río Iruis es esencial para el suministro de agua cruda a la planta de potabilización de Tarqui-Victoria Portete, desempeñando un papel vital en el abastecimiento de agua a la población de estas zonas. Esta situación ha generado la necesidad de realizar un estudio preliminar que se deriva de la creciente preocupación por la sostenibilidad de los recursos hídricos en la región, debido al aumento en la demanda de agua y el deterioro de la infraestructura existente.

Ante el notable incremento de la población, se ha producido un crecimiento exponencial en la necesidad de agua, ya que actualmente la planta de potabilización cuenta con un caudal de solo 20 l/s. Los administradores y técnicos de la junta mencionan que la capacidad de los tanques de reserva es insuficiente y el servicio en general no se presta como en cantidad como en presión haciendo evidente que la infraestructura es insuficiente, entonces es necesario evaluar las proyecciones de población, el estado actual y en base a esto realizar un redimensionamiento.

Esta situación presenta un desafío considerable, ya que la infraestructura de conducción, diseñada para un caudal menor, ha cumplido su ciclo de vida útil. Esto ha afectado tanto la calidad como la cantidad de agua suministrada. Estos problemas generan dificultades tanto para los operadores del sistema como para la población que depende de este recurso, lo que subraya la urgencia de realizar este estudio preliminar.

Para poder suplir este servicio se requiere de una demanda adicional, para lo cual los técnicos de la junta proporcionarían proyecciones poblacionales que permitan estimar la cantidad de consumidores de las áreas de servicio.

En base a esto, con el presente estudio se planteará los requerimientos de repotenciación de la captación y conducción, donde se llevó a cabo un diagnóstico actual de la captación y conducción de agua cruda, el cual incluye una inspección técnica detallada, un análisis de la capacidad actual del sistema y el diseño de mejoras que optimicen la eficiencia de la infraestructura existente, con el propósito de atender las demandas de la comunidad.

3. Justificación

La creciente población de la parroquia Tarqui-Victoria Portete ha superado la capacidad de abastecimiento de la microcuenca del río Iruquis para la planta de potabilización, lo cual ha desencadenado que la población busque maneras de dotarse del líquido vital, donde muchas de ellas son aguas crudas como agua entubada, tanqueros, etc.

Esta situación ha generado preocupación sobre la sostenibilidad del suministro de agua, ya que la infraestructura existente diseñada para un caudal menor ha llegado al final de su ciclo de vida útil. Esto no solo impacta la cantidad de agua disponible, sino que también compromete su calidad, lo que constituye un peligro para la salud pública y el bienestar de la comunidad. La incapacidad de los tanques de reserva para satisfacer la demanda actual, junto con la presión inadecuada del servicio, son indicadores claros de que se requiere una evaluación exhaustiva que permita identificar las fallas y proponer soluciones adecuadas.

Un diagnóstico detallado del estado actual de la captación y conducción de agua cruda es esencial para identificar deficiencias y áreas de mejora. Este análisis incluye inspecciones técnicas y un estudio de la capacidad actual del sistema, lo que facilitará el diseño de mejoras que optimicen la eficiencia de la infraestructura existente. De esta manera, se garantizará un abastecimiento de agua más fiable y de mejor aptitud para la población.

La estimación del crecimiento poblacional futuro permitirá calcular la cantidad de agua necesaria para los próximos años. Esto permitirá a los administradores y técnicos planificar adecuadamente las necesidades de infraestructura, asegurando que el sistema pueda adaptarse a las exigencias de la comunidad.

En este contexto, se requiere un diagnóstico exhaustivo de la captación y conducción de agua cruda. Este análisis permitirá identificar las limitaciones de la infraestructura existente y los factores que han contribuido a su ineficiencia. La repotenciación de estos sistemas es esencial para adaptarlos a las necesidades actuales de la comunidad y garantizar un abastecimiento adecuado y sostenible.

Por tanto, el presente estudio se llevó a cabo una mejora en la eficiencia del sistema para garantizar que la población de Tarqui-Victoria Portete disponga de este recurso vital en condiciones óptimas. Este diagnóstico permitió establecer un rediseño con el fin de cumplir con la nueva demanda a la que se enfrenta la junta de agua potable Tarqui-Victoria Portete siendo una respuesta proactiva a la actual situación.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Realizar el diseño del sistema de captación y conducción de agua cruda para satisfacer la demanda actual y futura de la comunidad.

4.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el estado actual del sistema de captación y conducción a través de inspecciones técnicas y simulaciones hidráulicas, para determinar su capacidad bajo diferentes escenarios de demanda.

- Desarrollar soluciones técnicas que permitan mejorar la capacidad y sostenibilidad del sistema, garantizando el abastecimiento futuro de agua cruda para la comunidad.

5. Marco conceptual

El agua es esencial para la vida humana, ya que es uno de los elementos fundamentales para nuestra supervivencia. Para garantizar su consumo, el agua dulce debe cumplir con ciertas características de calidad que están definidas en las normativas nacionales e internacionales sobre la gestión de este recurso vital. Por tanto, antes de ser consumida, el agua lleva un proceso de tratamiento que asegura su adecuación y potabilidad.

5.1 Fuentes de Abastecimiento

La Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2004, sostiene que “Las fuentes de agua son el recurso esencial para el abastecimiento, ya sea de forma individual o comunitaria, para satisfacer las necesidades de alimentación, higiene y limpieza de los residentes de una localidad”.

La localización, el tipo, el caudal y la calidad del agua son elementos esenciales para la selección y el diseño del sistema de abastecimiento que se va a implementar. Es crucial optar por una fuente adecuada o una combinación de ellas que garantice un suministro suficiente de agua para la población. Asimismo, se debe llevar a cabo un análisis físico, químico y bacteriológico del agua, comparando los resultados con los niveles máximos de concentración permitidos recomendados por la OMS (OPS, 2004).

Adicionalmente, la fuente de agua debe contar con un caudal mínimo durante la época de sequía, que sea igual o superior al requerido por el proyecto. También es importante que no haya problemas legales relacionados con la propiedad o el uso que puedan afectar su utilización, y que

las características hidrográficas de la cuenca no presenten variaciones que comprometan su continuidad (OPS, 2004).

5.1.1 Tipos de fuentes de abastecimiento

5.1.1.1 Agua de lluvia

El agua de lluvia se utiliza en situaciones donde no se puede acceder a agua superficial de buena calidad y cuando hay un régimen de lluvias significativo. Para ello, se aprovechan los techos de las viviendas u otras superficies impermeables para recolectar el agua y dirigirla hacia sistemas cuya capacidad depende del consumo necesario y del patrón de precipitación (Fao, 2013).

5.1.1.2 Aguas superficiales

Las aguas superficiales comprenden arroyos, ríos, lagos, entre otros, que fluyen naturalmente sobre la superficie terrestre. Estas fuentes pueden ser menos deseables, especialmente si hay áreas habitadas o de pastoreo de animales en la parte superior de la cuenca. No obstante, si no hay otras fuentes disponibles en la comunidad, es fundamental contar con información detallada y completa que permita evaluar su estado sanitario, los caudales disponibles y la calidad del agua (Sarango et al., 2023).

5.1.1.3 Aguas subterráneas

Una porción de las precipitaciones que caen en la cuenca se filtra en el suelo hasta alcanzar la zona de saturación, lo que da lugar a la formación de aguas subterráneas. La extracción de estas aguas dependerá de las características hidrológicas y de la estructura geológica del acuífero. La recolección de aguas subterráneas puede llevarse a cabo mediante manantiales, galerías filtrantes y pozos, ya sean excavados o tubulares (OPS, 2004).

5.2 Captación de agua Superficial

La estructura de captación se adapta a las características de la fuente de abastecimiento, así como a su ubicación y tamaño. Su diseño debe evitar cualquier riesgo de contaminación del agua, ya sea por animales o por la entrada de personas ajenas a la zona. Para ello, se debe implementar una protección externa que limite el acceso únicamente al personal autorizado para realizar tareas de mantenimiento e inspección. Esta medida es esencial para garantizar la calidad del agua captada y su eficacia dependerá de un adecuado funcionamiento hidráulico (Silva, 2018).

5.3 Tipos de Obras de Captación

La estructura de captación o área de reserva en los arroyos se llama "bocatoma". Este método nos permite trazar un plan que parte de este punto, representando a menudo el caudal máximo que manejamos diariamente. Las obras de captación deben localizarse en zonas donde el suelo estable y resistente a la erosión, procurando que la captación se haga en un sector recto del cauce (L. pez, 1995).

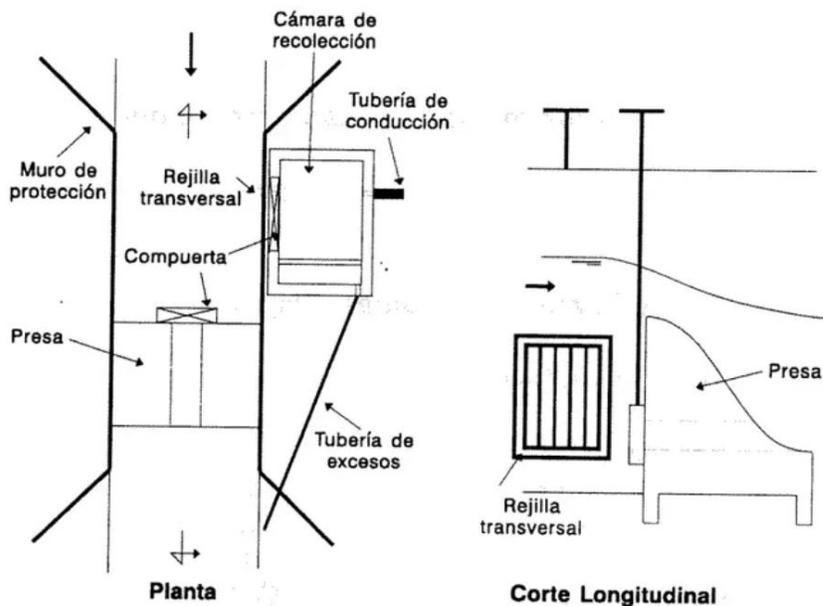
Existen diferentes tipos de bocatomas, y los factores clave para elegir la más apropiada son la naturaleza del cauce y la topografía del proyecto en general. A continuación, se presentan los distintos tipos de bocatomas.

5.3.1 Toma lateral

Se emplea en ríos de dimensiones relativamente reducidas o en quebradas, donde la profundidad del lecho no es significativa.

Figura 1

Bocatoma con muro transversal.



Nota. Adoptado de *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados* (pag.77), elaborado por Ricardo López, 1995, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

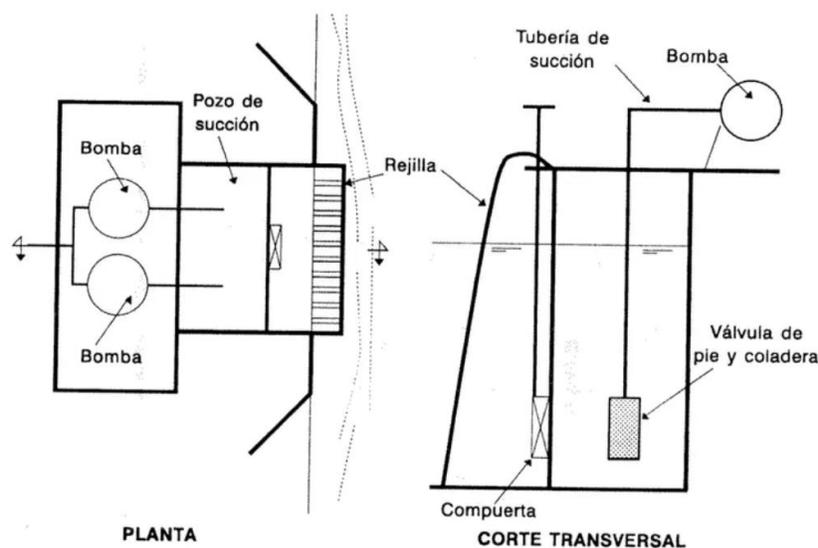
El muro transversal funciona como una represa, aumentando el nivel del agua, que se recoge lateralmente mediante una rejilla ubicada en uno de los muros laterales. El principal inconveniente de este tipo de bocatoma surge cuando la corriente transporta una gran cantidad de material, el cual se acumula en la base del muro, bloqueando el flujo de agua a través de la rejilla (Cajas & Macas, 2019).

5.3.2 Bocatoma lateral con bombeo

Se utilizan en ríos con caudales significativos y de una sección relativamente amplia. Según lo ilustrado en la **Figura 2**, se requieren al menos dos bombas, de las cuales una debe estar en reserva. La rejilla está diseñada para impedir que objetos grandes obstruyan la entrada al pozo de succión o la rejilla de la tubería de succión. Además, es necesario proteger el talud con muros de contención (López, 1995).

Figura 2

Bocatoma lateral con bombeo



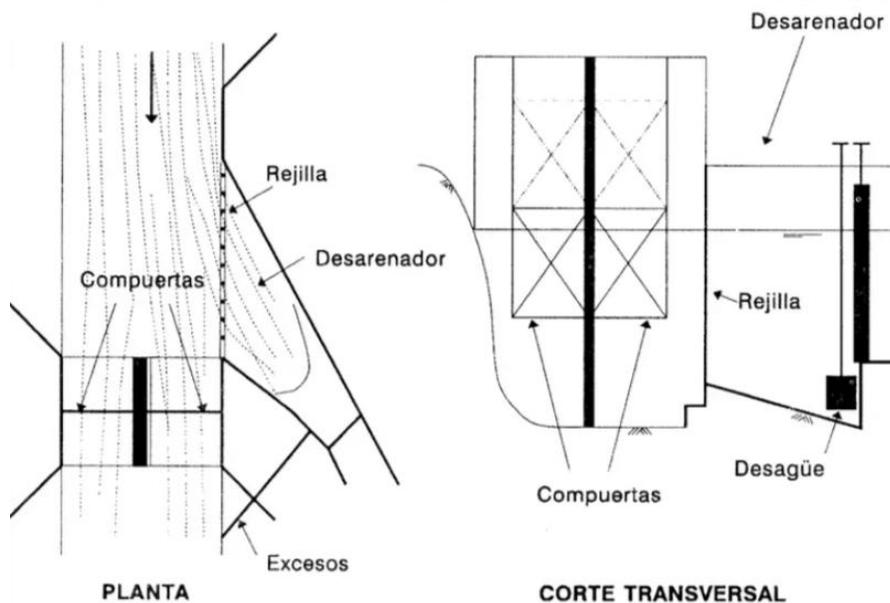
Nota. Adoptado de *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados* (pag.77), elaborado por Ricardo López, 1995, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

5.3.3 Bocatoma lateral por gravedad

Este proceso se realiza cuando las características del terreno y el flujo de agua sugieren que se puede captar agua de ríos profundos mediante el uso de la gravedad. Este proceso es similar a la captación mediante un muro transversal, pero en lugar de un muro, se utiliza un sistema de compuertas y se instala una rejilla más grande para elevar artificialmente el nivel del agua. Además, se puede realizar el tratamiento primario de desarenado de manera inmediata (López, 1995).

Figura 3

Bocatoma lateral por gravedad



Nota. Adoptado de *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados* (pag.78), elaborado por Ricardo López, 1995, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

5.3.4 Toma mediante estabilización del lecho

El autor López (1995), deduce que, “Se lleva a cabo una canalización cuando el ancho del río es considerable y el lecho no es muy estable; la captación puede realizarse desde el fondo o de forma lateral”.

5.3.5 Captación con lecho filtrante

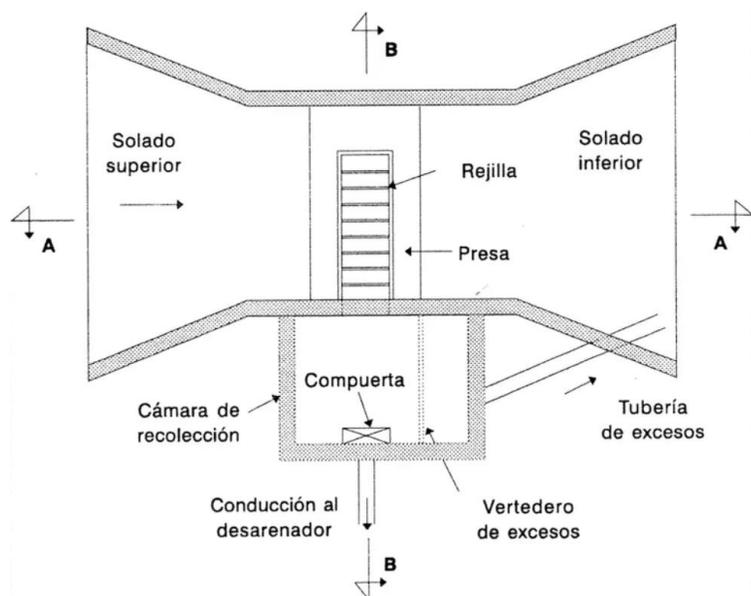
Se emplea en acueductos de bajo caudal, donde se realiza un prefiltrado del afluente antes de ser conducido a la línea principal. Este proceso se lleva a cabo mediante un lecho granular que purifica el agua y la canaliza hacia un sistema de recolección a través de tuberías perforadas ubicadas en el fondo del río. El método aprovecha la corriente de la fuente para realizar un autolavado superficial, lo que ayuda a extender el tiempo de colmatación del filtro (Corcho Romero & Duque Serna, 2005).

5.3.6 Bocatoma de Fondo

Se coloca una rejilla en la parte superior de la presa, y el agua es captada en sentido normal de la corriente. El ancho de esta presa puede ser igual o menor que el ancho del río (Corcho Romero & Duque Serna, 2005).

Figura 4

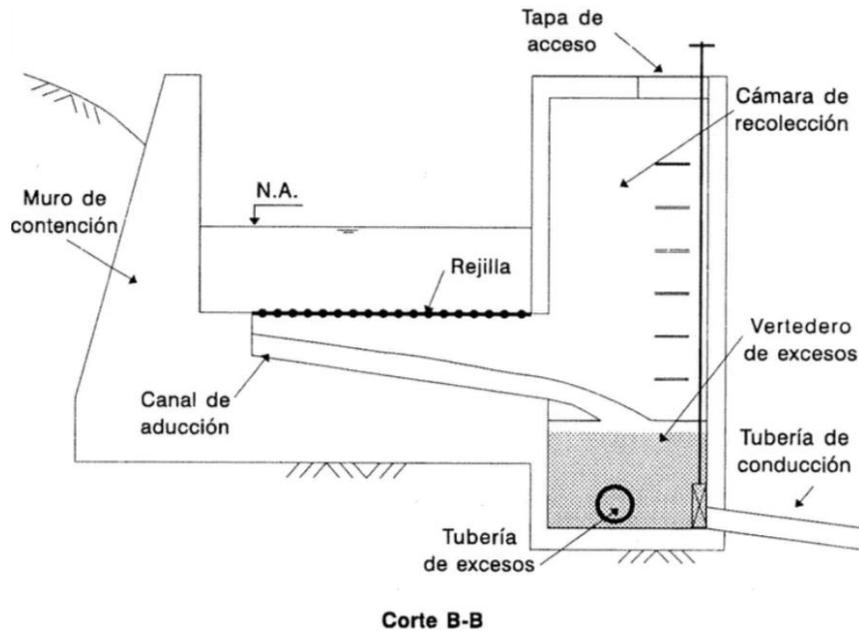
Bocatoma de fondo (Planta)



Nota. Adoptado de *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados* (pag.82), elaborado por Ricardo López, 1995, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

Figura 5

Bocatoma de fondo (Corte transversal)



Nota. Adoptado de *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados* (pag.83), elaborado por Ricardo López, 1995, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

5.3.7 Partes de un Bocatoma de Fondo

Una bocatoma de fondo es esencial en sistemas de captación de agua, como embalses y ríos. Sus elementos clave incluyen:

- **Presa**

La cota del fondo del río se encuentra al mismo nivel que la cota superior de la presa, en su interior se encuentra el canal de aducción.

- **Enrocado superior o inferior**

López (1995), describe que “Se encuentran situados tanto agua arriba como agua abajo de la presa, su propósito es salvaguardarla de la erosión, pueden ser edificados con concreto o mediante enrocado”.

- **Muros laterales**

Dirigen el flujo de agua hacia la rejilla y resguardan los taludes. El ancho de estos muros varía según la estabilidad estructural, cuando se construyen con concreto ciclópeo, el ancho puede ser de 60 centímetros o menos, dependiendo del análisis de estabilidad de los propios muros (López, 1995).

- **Rejilla**

La rejilla se instala sobre el canal de aducción en el interior de la presa. Su longitud puede ser inferior a la de la presa, dependiendo del caudal que se desee captar. Las dimensiones mínimas son de 40 cm de ancho y 70 cm de largo, lo que facilita su limpieza y mantenimiento. Tanto los barrotes como el marco están fabricados en hierro, con separaciones que varían entre 5 y 10 cm y diámetros de 1/2", 3/4" o 1" (López, 1995).

- **Canal de aducción**

Recoge el agua mediante la rejilla y la dirige hacia la cámara de recolección. Su inclinación oscila entre el 1% y el 4%, garantizando una velocidad mínima que permite realizar las labores de mantenimiento de manera adecuada y segura. La sección del canal puede ser rectangular o semicircular; aunque la sección semicircular es más eficiente desde el punto de vista hidráulico, la rectangular es más fácil de construir (López, 1995).

- **Cámara de recolección**

La estructura suele ser cuadrada o rectangular, con muros de concreto reforzado de 30 cm de grosor y una altura que coincide con la de los muros laterales. Incorpora un vertedero lateral que canaliza el agua hacia una tubería de desagüe que desemboca en el cauce. Es necesario colocar una tapa en la parte superior, así como una escalera que facilite el acceso al personal de mantenimiento (López, 1995).

5.4 Línea de Aducción

La línea de aducción en un sistema de acueducto se define como el conducto responsable de trasladar el agua desde la bocatoma hasta el desarenador, ya sea a través de un canal abierto o mediante una tubería cerrada.

La elección del tipo de línea de aducción está influenciada por diversos factores, como la ubicación y características de la fuente de abastecimiento, así como la topografía del área. En este contexto, podemos clasificar las líneas de aducción en dos categorías: líneas de aducción por gravedad y líneas de aducción por bombeo (Arocha, 1979).

5.4.1 Línea de aducción por bombeo

El agua necesita ser trasladada desde las zonas más bajas, donde se localiza la fuente de abastecimiento, hasta las áreas más altas, donde se consume. Este proceso implica una cantidad de energía que se requiere para mover el caudal necesario (Balza, 2019).

Características: El diseño se ve influenciado por factores económicos, buscando la combinación más eficiente de costos entre las tuberías y los equipos de bombeo. En este contexto, se presentan dos alternativas:

Diámetros pequeños con equipos de bombeo grandes: Esta opción implica un costo mínimo para las tuberías, pero conlleva un costo máximo para los equipos de bombeo, así como para su operación y mantenimiento.

Diámetros grandes con un equipo de bombeo de baja potencia: Aunque esto puede resultar en altos costos para las tuberías, los equipos de bombeo y sus costos de operación y mantenimiento son más reducidos (Balza, 2019).

5.4.2 Línea de aducción a gravedad

Benitez et al. (2018), afirma que “Solo funcionan cuando las condiciones topográficas tienen pendiente favorable al flujo de circulación de agua y pueden darse de dos maneras: Por conducción de canales y conductos con superficies libre y por conductos cerrador (Tubería)”.

5.5 Desarenador

Los desarenadores son estructuras diseñadas para eliminar las partículas de tamaño específico que la captación de una fuente superficial permite que fluyan. Los factores que se deben considerar para un buen proceso de desarenación son : temperatura y viscosidad del agua, tamaño, forma y porcentaje a remover de la partícula de diseño, eficiencia de la pantalla deflectora (Corcho Romero & Duque Serna, 2005).

5.5.1 Clases de desarenadores

En función de su operación, los desarenadores se clasifican en dos tipos: los de lavado continuo, donde la sedimentación y la evacuación ocurren simultáneamente, y los de lavado discontinuo o intermitente, que almacenan los sedimentos y los expulsan en movimientos separados (Secretaria del Agua, 2023).

Según la velocidad de escurrimiento, los desarenadores se dividen en dos categorías: aquellos de baja velocidad, que tienen una velocidad inferior a 1 m/s (oscilando entre 0,20 y 0,60 m/s), y los de alta velocidad, que superan 1 m/s, con un rango de 1 a 1,5 m/s.

En función de la disposición de los desarenadores, estos pueden clasificarse en dos tipos: en serie, que consiste en dos o más depósitos construidos uno tras otro, y en paralelo, que comprende dos o más depósitos distribuidos de forma paralela y diseñados para manejar una fracción del caudal derivado (Villón, 2005).

5.5.2 Zonas de un desarenador

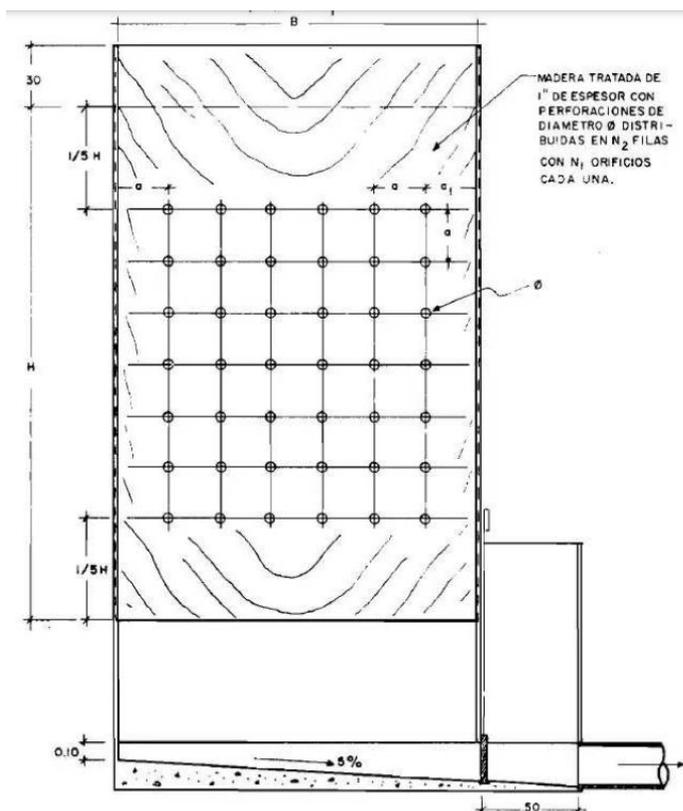
Un desarenador está compuesto por cuatro secciones y debe equiparse con dispositivos que optimicen el proceso de sedimentación.

Zona de entrada

Se refiere a la cámara donde se dispersa la energía del agua que ingresa a cierta velocidad desde el sistema de captación. En este espacio, se utilizan dispositivos conocidos como pantallas deflectoras para orientar las líneas de corriente, con el objetivo de reducir las turbulencias en la zona de sedimentación (Corcho Romero & Duque Serna, 2005).

Pantalla difusora

Se distingue entre la zona de entrada y la zona de sedimentación, donde se crean ranuras u orificios según el diseño. A través de estos elementos, el agua fluye a una velocidad adecuada que favorece el proceso de sedimentación, la cual no debe exceder los 0,20 m/s. Los orificios pueden tener formas circulares, cuadradas o rectangulares, siendo las formas circulares las más recomendables (Corcho Romero & Duque Serna, 2005).

Figura 6*Pantalla difusora*

Nota. Adoptado de *Programa regional HPE/OPS/CEPIS de mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano*, elaborado por Lidia Caneca, 1992.

Zona de sedimentación

Se trata de un canal rectangular diseñado con un volumen, longitud y condiciones de flujo apropiadas para permitir que las partículas sedimenten. En esta zona, el flujo es horizontal y mantiene una velocidad uniforme en todos los puntos, lo que se conoce como flujo de pistón (OPS, 2005).

Zona de salida

La Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005, relata que “Esta área está compuesta por un vertedero, canaletas o tubos perforados, diseñados para recoger el efluente sin interferir en el proceso de sedimentación de las partículas que ya se han depositado”.

Zona de recolección de lodos

La Organización Panamericana de la Salud (OPS), 2005, describe que “Consiste en una tolva que tiene la capacidad de acumular los lodos sedimentados, acompañada de una tubería y una válvula para facilitar su evacuación de manera periódica”.

5.6 Línea de Conducción

El objetivo principal es transportar el agua captada en las tomas hacia la planta de tratamiento y, posteriormente, desde esta hacia la ciudad para su distribución. Cuando se trata de agua sin tratar, es posible utilizar un canal abierto. La infraestructura de conducción puede consistir en un canal abierto o un conducto cerrado. Sin embargo, al transportar agua tratada, es imprescindible hacerlo a través de un conducto cerrado para prevenir la contaminación. A lo largo del recorrido de la línea de conducción, se pueden instalar sistemas complementarios, como válvulas de aire, válvulas de purga y tanques o cámaras para romper la presión, de acuerdo con la topografía del terreno y la disposición de las viviendas (Ramírez, 2010).

5.6.1 Válvulas de expulsión de aire

La acumulación de aire en las secciones elevadas de una tubería reduce el área de flujo del agua, lo que resulta en un aumento de las pérdidas de carga y en una disminución del área útil de la tubería. Para evitar esta acumulación, es esencial instalar válvulas de aire automáticas (ventosas) o manuales. De acuerdo con las normativas, se aconseja utilizar válvulas de 1 pulgada en tuberías con un diámetro de 200 mm (Bohórquez, 2013).

5.6.2 Válvula de purga

Los sedimentos que se depositan en las zonas más bajas de la línea de conducción, como resultado de una topografía irregular, disminuyen el área de flujo del agua. Por esta razón, es fundamental instalar válvulas de purga que permitan la limpieza regular de secciones de la tubería (Bohórquez, 2013).

5.6.3 Cámara rompe presión

La cámara rompe presión es un dispositivo clave en los sistemas de conducción de agua, que juega un papel fundamental en la protección de las tuberías. Su principal objetivo es disipar la energía y reducir la presión cuando hay un desnivel considerable entre la captación y la planta de tratamiento. Esto ayuda a evitar daños en las tuberías al regular el flujo y prevenir picos de presión, lo que a su vez minimiza el riesgo de golpes de ariete (Quispe, 2012).

5.7 Bases de Diseño

5.7.1 Caudal

El cálculo del caudal es una medida puntual, pero también puede representar el valor promedio en diferentes intervalos de tiempo, como el caudal diario, mensual o anual.

5.7.1.1 Significado de un caudal

El término "caudal" hace referencia al volumen de agua que atraviesa una superficie durante un período de tiempo determinado. Se determina mediante la fórmula (1).

$$Q = \frac{V}{T} \quad (1)$$

Donde:

Q: Caudal

V: Volumen

T: Tiempo

5.7.1.2 ¿Como se mide un caudal?

Para determinar el caudal se utilizan los siguientes métodos:

Método volumétrico: Este procedimiento se aplica para medir el caudal de agua en arroyos pequeños, y consiste en medir directamente el tiempo que tarda en llenarse un recipiente de volumen conocido.

Método de velocidad/superficie: Este enfoque se basa en medir la velocidad media de la corriente y el área de la sección transversal del canal. Una forma sencilla de calcular la velocidad es cronometrar el tiempo que le toma a un objeto flotante recorrer una distancia conocida, corriente abajo (Valdivieso, 2024).

5.7.1.3 Instrumentos para medir en caudal en una conducción

Los dispositivos empleados para medir el caudal de un fluido en un sistema de conducción incluyen caudalímetros, flujómetros y medidores de caudal de tubo de Pitot.

Caudalímetros: Un caudalímetro es un dispositivo utilizado para medir el caudal o el flujo volumétrico de un líquido, así como para determinar el flujo másico. Generalmente, se instala en línea con la tubería que conduce el fluido (Zarza, 2024).

Tubo de Pitot: El tubo de Pitot es un instrumento de medición utilizado para determinar la velocidad de un fluido, empleando como referencia la presión total del fluido (presión estática y la presión dinámica del fluido que puede ser líquido o gas) (Química, 2021).

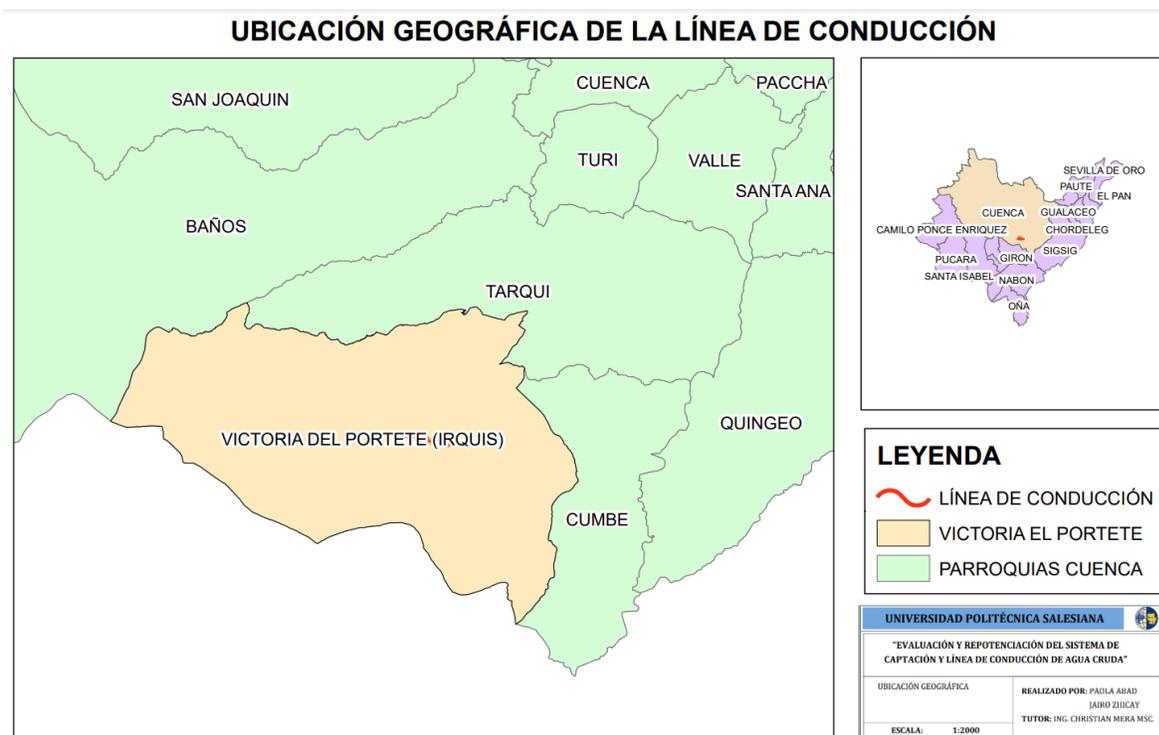
6. Metodología

6.1 Ubicación geográfica

La línea de conducción de agua cruda se encuentra ubicada en la parroquia Victoria del Portete, en la región Sierra del Ecuador. Esta parroquia está situada a una altitud que varía entre los 2,500 y los 3,880 metros sobre el nivel del mar (msnm), lo que refleja una notable variabilidad en su relieve. El área presenta un relieve predominantemente montañoso, caracterizado por colinas y elevaciones originadas por procesos tectónicos (movimientos internos de la corteza terrestre) y exógenos (factores climáticos, morfológicos y volcánicos).

Figura 7

Ubicación geográfica del proyecto



Nota. El proyecto está ubicado en la parroquia Tarqui y Victoria del Portete.

Elaborado por: Los Autores

6.2 Aforo del río Irquis

El río Irquis es la fuente de agua que abastece a las poblaciones de Tarqui y Victoria de Portete. Por lo tanto, se realizó un aforo de este río para determinar si cuenta con el caudal necesario para satisfacer las necesidades de la población futura de estas áreas.

Se realizó el aforo utilizando el método del flotador y, además, obtuvimos el perfil del río. Para ello, seguimos el siguiente proceso:

Seleccionamos un tramo uniforme para colocar una cuerda a lo ancho del río. A continuación, medimos la altura del caudal en intervalos específicos, utilizando la cuerda como referencia.

Calculamos el área de cada tramo utilizando la fórmula (2) del método del trapecio.

$$A = \frac{h_0 + h_1}{2} * d \quad (2)$$

Donde:

A: Área

h₀: Altura inicial

h: Altura final

d: Distancia

Medimos el tiempo que tardó el flotador en recorrer la distancia entre el punto estratégico y la cuerda para calcular la velocidad del río, empleando la fórmula (3) y con la fórmula (4) calculamos el caudal del río.

$$v = \frac{\text{Longitud AB}}{\text{tiempo recorrido}} \quad (3)$$

$$Q: F * A * V \quad (4)$$

Donde:

Q: Caudal en m^3/s

F: Factor de corrección

V: Velocidad

En la **Tabla 1** se presentan los datos del factor de corrección dependiendo del tipo de cauce.

Tabla 1

Factor de Corrección

Tipo de Cauce	Factor de Corrección (FC)
Canal revestido en concreto, profundidad del agua > 15 cm	0,8
Canal en Tierra, profundidad del agua > 15 cm	0,7
Riachuelos, profundidad del agua > 15 cm	0,5
Canales de tierra, profundidad del agua < 15 cm	0,25 – 0,5

Nota. Adoptado del Manual N° 5 Medición agua (pag.5), elabora por la Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego, 2015.

6.3 Aforos realizados en las obras existentes del proyecto

6.3.1 Captación

Se realizó el aforo en el rebose de la captación mediante la tubería de desagüe que salía de la cámara de recolección. Para llevar a cabo este proceso, utilizamos un balde de 20 litros y medimos el tiempo que tardó en llenarse al colocarlo en el rebose.

Aplicamos la fórmula (5) y (6) para calcular el volumen del balde y, posteriormente, calculamos el caudal de rebose en función del tiempo de llenado.

$$V = \frac{D^2 \pi}{4} * H \quad (5)$$

Donde:

V: Velocidad

D: Diámetro del balde

H: Altura del balde

$$Q = \frac{V}{T} \quad (6)$$

Donde:

Q: Caudal

V: Velocidad

T: Tiempo de llenado

6.3.2 Aducción

Mediante el uso del caudalímetro se llevó a cabo el aforo en un punto estratégico de la aducción, para determinar el caudal que está llegando al desarenador y a la vez la capacidad que tiene el mismo.

6.3.3 Desarenador

El aforo realizado en el desarenador se llevó a cabo en el desagüe, utilizando un balde de 20 litros. Con este proceso también podremos determinar el caudal que está pasando a la conducción.

Se utiliza la misma metodología que en el aforo de la captación para calcular el caudal de rebose.

6.3.4 Conducción

A través de los aforos efectuados en la tubería de conducción utilizando un caudalímetro, se determina el caudal que se transporta hacia la planta de tratamiento, así como la identificación de posibles fugas a lo largo del tramo de conducción.

6.4 Población de diseño

Para el cálculo de la población futura se harán las proyecciones de crecimiento utilizando por lo menos tres métodos conocidos (proyección aritmética, geométrica, exponencial, comparativo, etc.) que permitan establecer comparaciones que orienten el criterio del proyectista, la población futura se escogerá finalmente tomando en consideración, aspectos económicos, geopolíticos y sociales que influyan en los movimientos demográficos (INEN, 1998).

La Junta de Agua Potable Tarqui – Victoria de Portete compartió información de un informe de consultoría realizado en 2019, en el cual se concluyó que había un promedio de 4 habitantes por punto de consumo. Esta misma institución proporcionó el número de usuarios que tenía en ese momento, lo que permitió calcular la población actual. Para determinar la tasa de crecimiento, se utilizaron los censos generales de Tarqui y Victoria de Portete, obtenidos de la página del INEC.

En cumplimiento con la normativa establecida, se llevó a cabo la proyección poblacional utilizando tres métodos: aritmético, geométrico y exponencial. Cada uno de estos enfoques ofrece una perspectiva única sobre el crecimiento poblacional, permitiendo así obtener una estimación más precisa y fundamentada de la evolución demográfica.

6.4.1 Método Aritmético

Se basa en la adición de un incremento constante a la población actual. Este incremento se calculó a partir de la diferencia entre la población de dos periodos anteriores, a través de la expresión (Arocha, 1979):

$$Pf = Po * (1 + n * r) \quad (7)$$

Donde:

Pf: Población en el tiempo (**t**)

Po: Población inicial en un tiempo (**to**)

r: Tasa de crecimiento anual aritmético (constante)

n: Período de diseño en años (**t – to**)

Con la fórmula (8) se calculó la tasa de crecimiento para el método aritmético.

$$r = \frac{Pf - Po}{n * Po} * 100 \quad (8)$$

Donde:

r: Tasa de crecimiento anual aritmético (constante)

Pf: Población en el tiempo (**t**)

Po: Población inicial en un tiempo (**to**)

n: Período de diseño en años ($t - t_0$)

6.4.2 Método Geométrico

Arocha (1979) afirma que este método “Utiliza una tasa de crecimiento constante para proyectar la población. Se aplica una fórmula que multiplica la población actual por un factor de crecimiento derivado de la tasa de crecimiento poblacional”.

$$Pf = Po * (1 + r)^n \quad (9)$$

Donde:

Pf: Población en el tiempo (t)

Po: Población inicial en un tiempo (t_0)

n: Período de diseño ($t - t_0$)

r: tasa de crecimiento anual geométrico (constante)

Según la NORMA CO 10.7 - 602 “A falta de datos, se adoptarán los índices de crecimiento geométrico indicados en la **Tabla 2**”

Tabla 2

Tasa de crecimiento poblacional

REGIÓN GEOGRÁFICA	r (%)
Sierra	1.0
Costa, Oriente y Galápagos	1.5

Nota. Adoptado de la *Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural*, elaborado por Senagua, 2016.

Por medio la fórmula (10) se obtuvo la tasa de crecimiento para el método geométrico.

$$r = \left(\left(\frac{Pf}{Po} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right) * 100 \quad (10)$$

Donde:

r: Tasa de crecimiento anual

Pf: Población en el tiempo (t)

Po: Población inicial en un tiempo (to)

n: Período de diseño en años (t – to)

6.4.3 Método Exponencial

Similar al geométrico, pero considera un crecimiento que se acelera con el tiempo. Utiliza la fórmula (11) que toma en cuenta la tasa de crecimiento y el tiempo transcurrido (Arocha, 1979).

$$Pf = Po * e^{(n*r)} \quad (11)$$

Donde:

Pf: Población en el tiempo (t)

Po: Población inicial en un tiempo (to)

n: Período de diseño (t – to)

r: tasa de crecimiento anual geométrico (constante)

Mediante la fórmula (12) se obtuvo la tasa de crecimiento para el método exponencial.

$$r = \left(\frac{LN \left(\frac{Pf}{Po} \right)}{n} \right) * 100 \quad (12)$$

Donde:

r: Tasa de crecimiento anual

Pf: Población en el tiempo (t)

Po: Población inicial en un tiempo (to)

n: Período de diseño en años (t – to)

6.5 Cálculo de los caudales de diseño

En la **Tabla 3**, se observó el dato de la dotación utilizada, que fue proporcionado por la Junta de Agua Potable Tarqui – Victoria de Portete. Este dato era más cercano a la realidad y correspondía específicamente a la población a la que se servía.

Tabla 3

Dotación real

SECTORES	DOTACIÓN BRUTA l/hab/día	DOTACIÓN NETA l/hab/día
Churugusho	106,59	127,91
Conferencia	259,57	311,48
El Descanso	78,11	93,73
Estación C.	108,72	130,46
Irquis	105,46	126,55
Las Colinas	129,85	155,82
Rosa de Oro	31,55	37,86
San José	91,69	110,03
San Pedro	102,27	122,72
Santa Lucrecia	94,63	113,55
Santa Teresita	128,79	154,55

Tarqui Centro	159,80	191,76
VP Centro	199,23	239,08
TOTAL	116,71	140,05

Nota. Datos proporcionados por la JAPT

De acuerdo con las normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes se aplicaron las siguientes fórmulas para obtener los caudales de diseño para las distintas estructuras hidráulicas.

Caudal medio diario (Qm)

$$Qm = \frac{D * Pd}{86400} \quad (13)$$

Donde:

Qm: Caudal medio l/s

P: Población al final del período de diseño o Población Futura

D: Dotación futura l/hab/día

Caudal Máximo Diario (QMD)

$$QMD = KMD * Qm \quad (14)$$

Donde:

Qm: Caudal medio l/s

KMD: factor de mayoración máximo diario (1.3 - 1.5)

Caudal Máximo Horario (QMH)

$$QMH = KMH * Qm \quad (15)$$

Donde:

Qm: Caudal medio l/s

KMH: factor de mayoración máximo horario (2 – 2.3)

En la **Tabla 4** se presenta los caudales de diseño para las distintas obras hidráulicas.

Tabla 4

Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable

UNIDAD	CAUDAL
Captación de aguas superficiales	Máximo diario + 20 %
Captación de aguas subterráneas	Máximo diario + 5 %
Conducción de aguas superficiales	Máximo diario + 10 %
Conducción de aguas subterráneas	Máximo diario + 5 %
Redes de Distribución	Máximo horario + incendio
Planta de tratamiento	Máximo diario + 10 %

Nota. Adoptado de las *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*, elaborado por el INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1998.

Acorde con lo mencionado en la **Tabla 4** se aplicó las siguientes fórmulas presentadas en la **Tabla 5** para el caudal de diseño de nuestras estructuras.

Tabla 5

Fórmulas para el caudal de diseño

UNIDAD	FÓRMULA
Caudal Máximo Diario	QMD

Captación de aguas superficiales	$Q_d = 1,2 \times Q_{MD}$
Aducción	$Q_d = 1,2 \times Q_{MD}$
Desarenador	$Q_d = 1,2 \times Q_{MD}$
Conducción	$Q_d = 1,1 \times Q_{MD}$

Conforme a los aforos realizados, supimos cuánto caudal tenía cada estructura y, con esta información, calculamos si dicha estructura abastecía o no. En caso de que no abasteciera, determinamos el caudal de diseño de la estructura que requería un nuevo diseño.

6.6 Aducción

Iniciamos definiendo los parámetros de diseño, tales como las velocidades y pendientes permitidas para una línea de aducción.

La línea de aducción se diseña para el caudal máximo diario, estableciendo una velocidad ideal de flujo de 1,1 m/s. Se define un rango de velocidades permitido entre 0,60 m/s y 4,0 m/s para evitar la sedimentación. Además, se consideran dos tipos de pendientes: menores del 30 % para prevenir velocidades excesivas y mayores al 0,50 % para facilitar tanto la ejecución como el mantenimiento (Corcho Romero & Duque Serna, 2005).

En la **Tabla 6** se definieron los parámetros de diseño necesarios para la propuesta de la aducción.

Tabla 6

Parámetros de diseño de la aducción

PARÁMETROS DE DISEÑO		
Población Futura	15715	Habitantes

Caudal de diseño	24.36	l/s
Pendiente Max	30	%
Pendiente Min	0,5	%
Velocidad Max	4	m/s
Velocidad Min	0,6	m/s

Teniendo como referencia el rango de velocidades, se determinó un diámetro mínimo y uno máximo al aplicar la fórmula (16).

$$D = \sqrt{\frac{4 * Qd}{\pi * V}} \quad (16)$$

Donde:

Qd: Caudal de diseño

V: Velocidad (0.6 – 4)

En la **Tabla 7** se muestran los diámetros establecidos por Plastigama.

Tabla 7

Diámetros de tubería PVC

Diámetro Nominal (mm)		Diámetro Interior	Espesor Nominal	Presión de Trabajo		
UNIÓN U/Z	UNIÓN E/C	mm	mm	MPa	PSI (lb/pulg2)	Kgf/cm2
110		105,6	2,2	0,50	73	5,10
		104,6	2,7	0,63	91	6,43
		103,2	3,4	0,80	116	8,16
		101,6	4,2	1,00	145	10,20

	99,6	5,2	1,25	181	12,75
	134,4	2,8	0,50	73	5,10
140	133,2	3,4	0,63	91	6,43
	131,4	4,3	0,80	116	8,16
	153,6	3,2	0,50	73	5,10
	152,2	3,9	0,63	91	6,43
160	150,0	5,0	0,80	116	8,16
	147,6	6,2	1,00	145	10,20
	144,8	7,6	1,25	181	12,75
	192,2	3,9	0,50	73	5,10
	190,2	4,9	0,63	91	6,43
200	187,6	6,2	0,80	116	8,16
	184,6	7,7	1,00	145	10,20
	181,0	9,5	1,25	181	12,75
	240,2	4,9	0,50	73	5,10
	237,8	6,1	0,63	91	6,43
250	234,4	7,8	0,80	116	8,16
	230,8	9,6	1,00	145	10,20
	226,2	11,9	1,25	181	12,75

Nota. Adoptado de *TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE PVC Y PE BD*, elaborado por Plastigama, 2020.

Una vez definido el diámetro máximo y el mínimo se escogió un diámetro que cumplió con los parámetros establecidos, uno de los cuales fue la pendiente, la cual se determinó aplicando la fórmula de Manning, representada como fórmula (17) y (18).

$$Q = \frac{1}{n} * A * Rh^{2/3} * S^{1/2} \quad (17)$$

$$S = \left(\frac{Q * 4^{5/3} * n}{\pi * D^{8/3}} \right)^2 \quad (18)$$

Donde

D: Diámetro m

Q: Caudal en m³/s

RH: Radio hidráulico en m

n: Coeficiente de rugosidad

De acuerdo a la NORMA CO 10.7 - 602 el coeficiente de rugosidad para tuberías de PVC el coeficiente de 0,011.

Tabla 8

Coeficientes de rugosidad para la fórmula de Manning

Características de la superficie	Valor n de Manning		
	Mínimo	Medio	Máximo
Roca no revestida:			
- Canales bien recortados	0,02		0,025
- Canales en condiciones medias	0,025	0,033	0,035
- Canales excavados sin cuidado		0,04	0,045
Roca muy bien revestida:			
- Túneles a gravedad con gunita	0,22		0,03
- Túneles a gravedad con las paredes y la solera alisados	0,019	0,023	

 Canales en tierra:

- En arcilla bien compactada	0,02
- Grandes canales en condiciones medias de mantenimiento	0,025
- Canales en malas condiciones	0,0275
- Canales con algas y plantas acuáticas	0,03
- Canales mal perfilados y con fuerte crecimiento de plantas acuáticas	0,035

Revestimientos de hormigón:

- Hormigón ordinario	0,15	0,016	0,018
- Hormigón pulido	0,013	0,014	0,015
- Tuberías de hormigón		0,013	
Revestimiento de concreto	0,016	0,018	0,021

Mampostería:

- De piedra	0,017	0,022	0,03
- De gaviones	0,025	0,027	0,032
- De roca cortada	0,027	0,03	0,035

Tuberías de hierro fundido	0,012
----------------------------	-------

Tuberías de PVC, asbesto-cemento,

o tuberías recubiertas con

mortero de cemento	0,011
--------------------	-------

Tuberías de acero	0,011
-------------------	-------

Nota. Adoptado de las *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*, elaborado por el INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1998.

Por último, se aplicó la fórmula (19) para determinar la velocidad y comprobar que se encontraba dentro del rango establecido.

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{2/3} * S^{1/2} \quad (19)$$

V: Velocidad m/s

RH: Radio hidráulico en m

S: Pendiente

n: Coeficiente de rugosidad

6.7 Desarenador

Comenzamos con el diseño del tanque. Para ello, aplicamos la fórmula (20) para calcular el volumen. Luego, dimensionamos una sección cuadrada, fijando la base y un lado para obtener así la altura. A esto le añadimos los 30 cm de seguridad para determinar la altura total del tanque (Rivas, 1978).

$$V = \frac{Q}{T} \quad (20)$$

Donde:

V: Volumen

Q: Caudal

T: Tiempo de retención (150 s)

Propusimos un desarenador que cuenta con una zona de sedimentación. Para ello, los parámetros de diseño adoptados se basaron en normativas y artículos que abordan específicamente este tipo de desarenador.

Para el diseño del desarenador se requirió prever la eliminación de partículas con diámetro mínimo de 0,1 mm, con una velocidad del asentamiento vertical calculada en función de la temperatura del agua, el peso específico de las partículas de arena por remover fue de 2,65 gr/cm³ y el tiempo de retención fue de 15-20 min (RESOLUCIÓN 330, 2017,Art.55).

La normativa de obras de saneamiento Norma OS.01 (2006), indico que, “La carga superficial en la zona de sedimentación esta entre 60 y 20 m³/m²/día”.

ETAPA (2024), afirmo que, “La temperatura del agua entre 6 y 10 °C”. Con base en este dato, se consultó la **Tabla 9** para obtener la información sobre la viscosidad cinemática.

Tabla 9

Viscosidad Cinemática del Agua

Temperatura (°C)	Viscosidad Cinemática (cm ² /s)
8	0,013874
10	0,013101
12	0,012396
14	0,011756
15	0,011457
16	0,011168
18	0,010618
20	0,010105

Nota. Adoptado de *Tratamiento de Agua Residuales* (pag.221), elaborado por Gustavo Rivas, 1978,Segunda Edición.

En la **Tabla 10** se definieron los parámetros de diseño necesarios para el proceso de desarenado. Se propuso el uso de una pantalla difusora para mejorar la eficiencia del sistema, asegurando así una distribución de agua de buena calidad.

Tabla 10

Parámetros de diseño del desarenador

PARÁMETROS DE DISEÑO		
Caudal (Qd)	24,36	l/s
Diámetro de partículas a remover	0,100	mm
Densidad relativa de partículas	2,65	gr/cm ³
Peso específico del agua	1,00	gr/cm ³
Tiempo de retención (Tr)	15	minutos
Carga superficial (Cs)	120	m ³ /m ² /día
Temperatura	12	°C
Viscosidad cinemática	1,24E-02	cm ² /seg.
Aceleración de la gravedad	981	cm ² /seg.

Nota. El dato de la de la aceleración gravedad y el peso específico del agua son datos conocidos

Conforme al mismo concepto de la fórmula (20), se despejó (V) para determinar el volumen del desarenador, aplicando el tiempo de retención correspondiente.

Se aplicó la formula (21) para determinar el agua superficial horizontal dada por Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018).

$$As = \frac{Qd}{Cs} \quad (21)$$

Donde:

As: Área superficial

Qd: Caudal de diseño

Cs: Carga Superficial

Para conocer el dimensionamiento, se aplicó la relación de las dimensiones de largo y ancho ($L/B=3$ a 6). Asimismo, la relación de las dimensiones de largo y profundidad ($L/H=5$ a 20), según lo indicado en la guía de diseño de la (OPS, 2005).

Se usó la fórmula (22) para conocer la altura de desarenador.

$$H = \frac{V_d}{A_s} \quad (22)$$

Donde:

H: Altura del desarenador

Vd: Volumen del desarenador

As: Área superficial

Se verificó el dimensionamiento del desarenador, aplicando la fórmula (23) se confirmó el volumen.

$$Vu = L * B * H \quad (23)$$

Donde:

Vu: Volumen útil

H: Altura del desarenador

L: Longitud del desarenador

B: Ancho del desarenador

Se aplicó la fórmula (24) para confirmar el tiempo de retención.

$$Tr = \frac{Vu}{Q_d} \quad (24)$$

Donde:

Tr: Tiempo de retención

Vu: Volumen útil

Qd: Caudal de diseño

Para verificar las velocidades, primero se calculó la carga superficial utilizando la fórmula (25), y luego se determinó la velocidad de sedimentación aplicando la fórmula (26).

$$C_s = \frac{Qd}{A_s} \quad (25)$$

Donde:

Cs: Carga Superficial

As: Área superficial

Qd: Caudal de diseño

La fórmula (26) representa la Ley de Stokes.

$$V_s = \frac{g d^2}{18 \nu} (\delta_s - \delta) \quad (26)$$

Donde:

Vs: Velocidad de sedimentación

g: Aceleración de la gravedad

δ_s : Densidad relativa de partículas

δ : Peso específico del agua

La velocidad de asentamiento vertical se puede estimar utilizando la Ley de Stokes. Sin embargo, si el número de Reynolds no es adecuado para aplicar esta ley (es decir, si $(Re < 0,5)$), será necesario ajustar el valor de (V_s) teniendo en cuenta la sedimentación de la partícula en un régimen de transición.

$$R = \frac{V_s d}{\nu} \quad (27)$$

Donde:

R: Número de Reynolds

V_s : Velocidad de sedimentación

d : diámetro

ν : Viscosidad Cinemática

Para nuestro caso, la Ley de Stokes no se cumplió y se realizó el reajuste respectivo para la velocidad de sedimentación.

Tabla 11

Relación entre diámetro de las partículas y velocidad de sedimentación.

Material	Límite de las partículas (cm)	# de Reynolds	V_s	Régimen	Ley Aplicable
Arena Gruesa	0,100	1 000	10,0	Transición	ALLEN
	0,080	600	8,3		
	0,050	180	6,4		
	0,050	27	5,3		
	0,040	17	4,2		
	0,030	10	3,2		
	0,020	4	2,1		
	0,015	2	1,5		

Arena Fina	0,010	0,8	0,8	Laminar	STOKES
	0,008	0,5	0,6		
	0,006	0,24	0,4		
	0,005	1,0	0,3		
	0,004	1,0	0,2		
	0,003	1,0	0,13		
	0,002	1,0	0,06		
	0,001	1,0	0,015		

Nota. Adoptado de *Acueducto Teoría y Diseño* (pag.179), elaborado por Corcho Romero & Duque Serna, 2005.

Se aplicó el procedimiento para régimen de Transición – Allen y para ello se utilizó el valor de reajuste obtenido en la **Figura 8**, luego se empleó la siguiente formula proporcionada por (Rivas, 1978):

$$Vs = \text{Valor de reajuste} * [g(\delta_s - \delta)]^{1/3} \quad (28)$$

Donde:

Vs: Velocidad de sedimentación

g: Aceleración de la gravedad

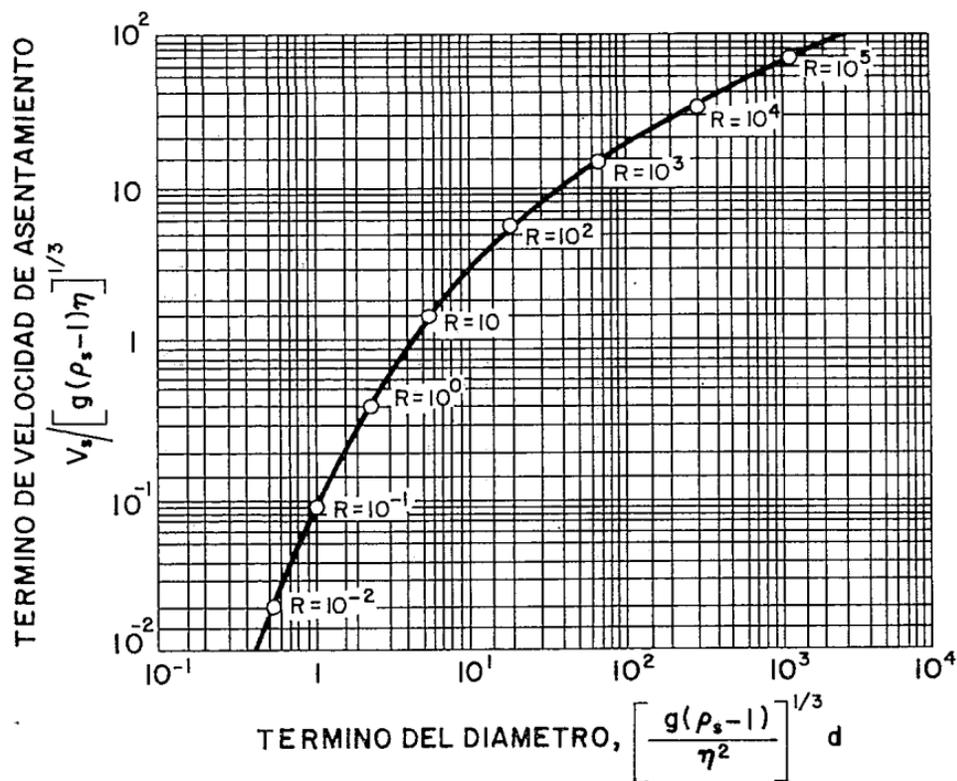
δ_s : Densidad relativa de partículas

δ : Peso específico del agua

La **Figura 8** presenta un monograma de valores de asentamiento en función del término de diámetro, el valor escogido fue nuestro valor de reajuste.

Figura 8

Valores de asentamiento o flotación



Nota. Adoptado de *Tratamiento de Aguas Residuales* (pag.222), elaborado por Gustavo Rivas, 1978, Segunda Edición.

Una vez empleada la fórmula (28) se volvió a calcular el número de Reynolds con el V_s hallado. Se calculó (CD) con la fórmula (30) para luego determinar la velocidad de sedimentación de la partícula en la zona de transición mediante la ecuación de la fórmula (29).

$$V_s = \sqrt{\frac{4gd}{3CD}(\delta_s - \delta)} \quad (29)$$

$$C_d = \frac{24}{R} + \frac{3}{\sqrt{R}} + 0.34 \quad (30)$$

Donde:

δ_s : Densidad relativa de partículas

δ : Peso específico del agua

g: Aceleración de la gravedad

d: Diámetro de las partículas a remover

Se siguió la guía de diseño de desarenadores y sedimentadores de la Organización Panamericana de la Salud en la cual indica que para velocidad de deslizamiento o arrastre se utiliza la fórmula (31) y para la velocidad horizontal se aplica la formula (32).

$$Vd = \sqrt{\frac{8k}{f} g (\delta s - 1) d} \quad (31)$$

Donde:

k: Coeficiente para partículas discretas y aisladas en soluciones diluidas (0.04)

f: Coeficiente fricción para el concreto (0.03)

$$Vh = \frac{Qd}{At} \quad (32)$$

Donde:

Vh: Velocidad horizontal

Qd: Caudal de diseño

At: Área transversal del desarenador

Se calculó la capacidad del desarenador basándose en el porcentaje de remoción. Se estimó una eficiencia del 75%, considerando el control y mantenimiento limitados que podría recibir la obra, dado su nivel de accesibilidad y la distancia a la que se encuentra.

Figura 9

Valores de a/t

Valores de a/t

Condiciones	Remoción 50%	Remoción 75%	Remoción 87.5%
Máximo teórico	0.50	0.750	0.875
Depositos con muy buenos deflectores	0.73	1.52	2.37
Depósitos con buenos deflectores	0.76	1.66	2.75
Depósitos con deficientes deflectores o sin ellos	1.00	3.00	7.00

Nota. Adoptado de *Acueducto Teoría y Diseño* (pag.198), elaborado por Corcho Romero & Duque Serna, 2005.

La **Figura 9** ilustra la relación entre el tiempo de remoción (a) y el tiempo de caída de la partícula (t).

Se usó la fórmula (33) para determinar el tiempo de caída de la partícula y así emplear la relación (a/t).

$$t = \frac{H}{V_s} \quad (33)$$

Donde:

t : Tiempo de caída de la partícula

H : Altura del desarenador

V_s : Velocidad de sedimentación

Teniendo el valor del tiempo para porcentaje de remoción del 75% de las partículas se empleó la fórmula (34) para conocer la capacidad del desarenador.

$$\text{Capacidad: } Q_d * a \quad (34)$$

Donde:

Q_d : Caudal de diseño

a: Tiempo para una remoción del 75% de las partículas

Diseño de la estructura de entrada

Se sugieren velocidades en los orificios entre 0,10 a 0,15 m/s, y el máximo número de perforaciones, con el objeto de minimizar la longitud de los chorros de agua para que no creen perturbaciones dentro de la zona de sedimentación (Lidia Caneca, 1992).

Para el cálculo del área transversal total de orificios se ejecutó la fórmula (35).

$$A_{to} = \frac{Qd}{V_o} \quad (35)$$

Donde:

A_{to}: Área transversal total de orificios

Q_d: Caudal de diseño

V_o: Velocidad en los orificios

Se usó la fórmula (36) para obtener el área transversal de los orificios que fueron en la pantalla difusora.

$$A_o = \frac{\pi D^2}{4} \quad (36)$$

Para el cálculo del número de orificios se empleó la fórmula (37) dado por (OPS, 2005).

$$N_{orif} = \frac{A_{to}}{A_o} \quad (37)$$

Donde:

N_{orif}: Número de orificios en la pantalla

A_{to}: Área transversal total de orificios

Ao: Área transversal de los orificios

Se llevó a cabo la comprobación de la velocidad en los orificios para determinar si se encontraban dentro del rango permitido. Primero se usó la fórmula (38) para conocer el caudal en los orificios y luego la fórmula (39) para la velocidad.

$$qo = \frac{Qd}{Norif} \quad (38)$$

Donde:

qo: Caudal en los orificios

Qd: Cauda; de diseño

Norif: Número de orificios en la pantalla

$$V_{orificio} = \frac{qo}{Ao} \quad (39)$$

Donde:

qo: Caudal en los orificios

Ao: Área transversal de los orificios

Se procedió a determinar la distribución de los orificios dentro de la pantalla difusora con las fórmulas (40) y (41) tomando en cuenta lo ilustrado en la **Figura 6**.

$$ef = \frac{Hp}{nf - 1} \quad (40)$$

$$ec = \frac{B}{(nc + 1)} \quad (41)$$

Donde:

ef: Espacio entre filas

ec: Espaciamiento entre columnas

Hp: Altura de la pantalla (menos la ubicación de los orificios)

nf: : Número de filas (Asumir)

B: Ancho del desarenador

nc: Número de columnas (Asumir)

Diseño de la estructura de salida

Se determino la carga de agua sobre el vertedero frontal con la formula (42) proporcionada por (OPS, 2005).

$$H_v = \left(\frac{Qd}{1.84 \times B} \right)^{2/3} \quad (42)$$

Donde:

Hv: Carga de agua sobre el vertedero

Qd: Caudal de diseño

B: Ancho del desarenador

Para conocer la longitud de la estructura de salida primero se calculó la velocidad en el vertedero que está dada por la formula (43).

$$V_v = \frac{Qd}{BH_v} \quad (43)$$

Donde:

Vv: Velocidad en el vertedero

Qd: Caudal de diseño

B: Ancho del desarenador

Hv: Carga de agua sobre el vertedero

Se ejecuto la fórmula (44) para finalmente conocer la longitud de la estructura de salida.

$$Lv = Xs + 0.1 \quad (44)$$

$$Xs = 0,36Vv^{2/3} + 0,6Hv^{4/7} \quad (45)$$

Donde:

Vv: Velocidad en el vertedero

Hv: Carga de agua sobre el vertedero

Diseño de la zona de lodos

El volumen de lodos representa el 20% del volumen de sedimentación. Teniendo en cuenta esto, se calculó el volumen real de lodos aplicando la fórmula (46).

$$Vr = \left(\frac{L + d}{2} * H2 + d * d \right) * B \quad (46)$$

$$H2 = L * P \quad (47)$$

Donde:

Vr: Volumen real de lodos

L: Longitud del desarenador

d: Diámetro de la tubería de desagüe

H2: Altura de la zona de lodos

B: Ancho del desarenador

P: Pendiente en la zona de sedimentación

Además, se determinó el tiempo de vaciado del desarenador y el caudal de desagüe máximo; para ello, se aplicó la fórmula (48).

$$t = \frac{2 S \sqrt{h}}{u A \sqrt{2 g}} \quad (48)$$

$$u = \frac{1}{\sqrt{0.0431 \times \frac{L}{D} + 1.62}} \quad (49)$$

Donde:

t: Tiempo de vaciado

S: Superficie del tanque

A: Área de la tubería m², con el diámetro

u: Coeficiente que depende de la relación L/D.

L: Longitud de tubería de desagüe

h: Altura de la lámina de agua

También se calculó el caudal de desagüe máximo, que está dado por la fórmula (50).

$$Q = \frac{3.1416 \times D^{8/3} \times \sqrt{J}}{4^{5/3} \times n} \quad (50)$$

Donde:

Q: Caudal de ingreso máximo

D: Diámetro de la tubería

n: Coeficiente de Manning

J: Pendiente

6.8 Conducción

Para la evaluación de la línea de conducción de agua cruda de la parroquia de Victoria el Portete (Iruquis), se realizó el modelamiento hidráulico del sistema a través del software HAMMER. Este software es ampliamente utilizado, por ser una herramienta de fácil uso y manejo, que permite simular fenómenos transitorios como el golpe de ariete en tuberías de redes de una manera eficiente, obteniendo resultados finales en gráficas y reportes tabulados, que serán relevantes para su correcta interpretación (Rodas Ramírez, 2017).

Utilizando esta herramienta, se llevó a cabo la evaluación de la línea de conducción existente y el planteamiento de dos alternativas de repotenciación, para garantizar el suministro de agua cruda necesario para la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP).

Datos de entrada y condiciones Iniciales

Los principales datos de entrada utilizados en el modelado incluyen:

Geometría de la Red de Conducción: Datos topográficos y geométricos de las tuberías, válvulas de aire, válvulas de purga, y puntos críticos como cambios bruscos de dirección y pendiente incluyendo dimensiones y materiales. Estos datos, se determinaron a través del levantamiento topográfico completo de la red, utilizando tanto la estación total como el RTK (Real-Time Kinematic) (Benavides et al., 2023).

Flujos de Entrada: Caudal de agua en la red.

DATOS DE ENTRADA PARA EL MODELAMIENTO DE LA RED EN EL SOFTWARE HAMMER

RED DE TUBERIA

A partir de los datos recopilados durante el levantamiento topográfico y las mediciones de caudal, se procedió a modelar el sistema utilizando el software Hammer. Para llevar a cabo este modelado, se definieron los siguientes parámetros de entrada:

Longitud de las Tuberías: La longitud de las tuberías se determinó mediante equipos de medición avanzados, específicamente una estación total y el RTK (Real-Time Kinematic).

Diámetro de las tuberías: Mediante el levantamiento y la observación directa en el campo, se verificó el diámetro del sistema existente. Sin embargo, para la alternativa, se definió el caudal requerido y se calculó el diámetro necesario utilizando la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}} \quad (51)$$

Donde:

D: Diámetro de la tubería, m.

Q: Caudal de diseño requerido, m³/s.

v: velocidad, m/s.

Material de las tuberías: Durante el levantamiento topográfico, se realizó una verificación del material de la tubería, identificando su tipo, lo cual es fundamental ya que esto determinará la rugosidad.

Caudal de entrada: El caudal de entrada se obtuvo a través de mediciones directas utilizando un caudalímetro. Para las alternativas del sistema, se calculó el caudal de diseño necesario mediante la **Tabla 5**.

Coefficiente de Rugosidad: Se seleccionó el valor de Manning utilizando la **Tabla 8** proporcionada por la Secretaría del Agua, eligiendo el coeficiente adecuado según el material que se empleará en el sistema.

Propiedades del Fluido: Las propiedades del fluido, como la densidad y la viscosidad, son esenciales para entender cómo se comporta el líquido dentro del sistema. La densidad, medida en kg/m^3 , se determinó en función de la temperatura del fluido utilizando la **Tabla 12**, que proporciona los valores correspondientes para diferentes temperaturas. Asimismo, la viscosidad, expresada en m^2/s , también se obtuvo de esta misma tabla y nos indica la resistencia del fluido al flujo (Mera et al., 2022).

Tabla 12

Propiedades del agua

Temperatura (°C)	Peso específico γ (kN/m^3)	Densidad ρ (kg/m^3)	Viscosidad dinámica η ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	Viscosidad cinemática ν (m^2/s)
0	9,81	1000	0,00175	1,75E-06
5	9,81	1000	0,00152	1,52E-06
10	9,81	1000	0,0013	1,3E-06
15	9,81	1000	0,00115	1,15E-06
20	9,79	998	0,00102	1,02E-06
25	9,78	997	0,000891	8,94E-07
30	9,77	996	0,0008	8,03E-07
35	9,75	994	0,000718	7,22E-07
40	9,73	992	0,000651	6,56E-07
45	9,71	990	0,000594	6E-07
50	9,69	988	0,000541	5,48E-07
55	9,67	986	0,000498	5,05E-07
60	9,65	984	0,00046	4,67E-07
65	9,62	981	0,000431	4,39E-07
70	9,59	978	0,000402	4,12E-07
75	9,56	975	0,000373	3,83E-07
80	9,53	971	0,00035	3,6E-07
85	9,5	968	0,00033	3,32E-07

90	9,47	965	0,000311	3,04E-07
95	9,4	962	0,000292	2,94E-07
100	9,4	958	0,000282	2,82E-07

Nota. Adoptado de *Mecánica de fluidos*, elaborado por (Mott, 2006).

Temperatura de fluido: En la zona considerada para el modelado del sistema, la temperatura del agua suele ser de aproximadamente 20 °C. Esta temperatura es representativa de las condiciones ambientales locales.

Presión de Vapor: La presión de vapor es un parámetro crítico para el modelado en el software Hammer, ya que influye en el comportamiento del fluido dentro del sistema de tuberías. Para determinar el valor de la presión de vapor, se consultó la **Tabla 13**, que proporciona las presiones de vapor correspondientes a diferentes temperaturas.

Tabla 13

Presión de vapor y carga de presión de vapor del agua

Temperatura (°C)	Presión de vapor kPa (abs)	Peso específico (kN/m ³)	Carga de presión de vapor (m)
0	0,6105	9,806	0,06226
5	0,8722	9,807	0,08894
10	1,228	9,804	0,1253
20	2,338	9,789	0,2388
30	4,243	9,765	0,4345
40	7,376	9,731	0,758
50	12,33	9,69	1,272
60	19,92	9,642	2,066
70	31,16	9,589	3,178
80	47,34	9,536	4,808
90	70,1	9,467	7,405
100	101,3	9,399	10,78

Nota. Adoptado de *Mecánica de fluidos*, elaborado por (Mott, 2006).

Módulo de Young del Material y del Líquido

Dentro del proceso de modelado, se utiliza el software Hammer, que proporciona automáticamente el módulo de Young tanto para el líquido como para los materiales utilizados en las tuberías. Al ingresar los parámetros correspondientes, el software calcula estos valores, lo que facilita la simulación del comportamiento del sistema en diversas condiciones operativas.

Coeficiente de Hazen – Williams

Para obtener el valor adecuado de este coeficiente, se consultó la tabla proporcionada por la Secretaría del Agua, la cual detalla los coeficientes específicos para diversos materiales de tuberías, como PVC, acero y fundición.

Tabla 14

Coeficiente de Chow para formula de Hazzen Williams

TIPO DE CONDUCTO	COEFICIENTE CHOW
Acero corrugado	60
Acero galvanizado	125
Asbesto – cemento	140
Cobre	130
PVC	140
Hormigón liso	130
Hormigón ordinario	120
Hierro fundido nuevo	130
Hierro fundido viejo	90

Nota. Adoptado de las *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*, elaborado por el INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1998.

Pérdidas de carga por fricción:

Para calcular las pérdidas de carga en el sistema de tuberías, se aplicó la fórmula de Hazen-Williams, que relaciona el caudal con las pérdidas de carga.

$$h_f = \frac{10,62 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,86}} \quad (52)$$

Donde:

h_f : es la pérdida de carga, m.

Q : es el caudal, l/s.

C : es el coeficiente de Hazen-Williams específico para el material.

D : es el diámetro de la tubería, mm.

NODOS

Elevación de los Nodos

La elevación de los nodos se determinó mediante el levantamiento topográfico, donde se registraron las coordenadas geográficas y las altitudes de cada nodo.

Presión en Nodos

La presión inicial en cada nodo se determina utilizando el software Hammer, que facilita la simulación y el análisis del comportamiento del sistema. Este programa proporciona valores de presión en los puntos de entrada y salida de la red.

Demanda de Agua en Nodos

La demanda de agua en cada nodo fue analizada, registrando el caudal requerido en l/s.

VALVULAS

Válvulas de Aire

De acuerdo con las recomendaciones de la Secretaría del Agua, se establece que, para las tuberías con un diámetro inferior a 500 mm, la instalación de válvulas de 1" es la opción más adecuada.

Válvulas de Purga

Para la instalación de válvulas de purga, se realizó un análisis exhaustivo del sistema en el que se identificaron los puntos críticos donde podrían acumularse aire o sedimentos. Este fenómeno se presenta con mayor frecuencia en tramos de tubería con cotas menores, como en codos, cambios de dirección o secciones donde el flujo es más lento.

Válvula Controladora de Caudal (FCV)

Para la red existente, se realizó un cálculo del tiempo de cierre crítico y de la celeridad del fluido.

Celeridad: La celeridad del fluido se calculó mediante la fórmula:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + \lambda * \frac{D}{e}}} \quad (53)$$

Donde:

C: es la velocidad de la onda (velocidad relativa respecto al fluido) de sobrepresión o depresión.

D: es el diámetro interno de la tubería.

e: es el espesor de las paredes de la tubería,

λ : un coeficiente que está relacionado con la elasticidad (ϵ) del material de la tubería, el cual refleja principalmente el impacto de la inercia del grupo motobomba (Zambrano, 2020). Su valor es:

Figura 10

Coeficiente λ

Material de la tubería	$\epsilon(\text{kg/m}^2)$	λ
Palastros de hierro y acero	2×10^{10}	0.5
Fundición	1010	1
PVC	3×10^8	33 (20-50)
PE baja densidad	2×10^7	500
PE alta densidad	9×10^7	111.1

Nota. Adoptado de la tesis *DETERMINACIÓN DEL GOLPE DE ARIETE EN TUBERÍAS A PRESIÓN MEDIANTE UN MODELO HIDRÁULICO DE LABORATORIO*, elaborado por (Zambrano, 2020).

Tiempo de Cierre Crítico: Se utilizó la fórmula específica para determinar el tiempo de cierre crítico de la válvula, asegurando que se consideraran las características del fluido y el diámetro de la tubería (Zambrano, 2020).

$$t_c = 2 \frac{L}{c} \quad (54)$$

Donde:

L: dada por la longitud de la tubería.

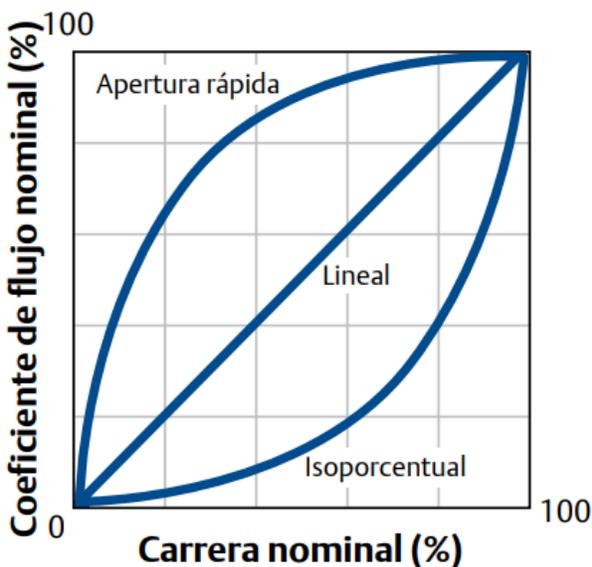
C: es la celeridad.

En cuanto a las alternativas de diseño, se eligió la válvula controladora de caudal adecuada de acuerdo con el catálogo de válvulas. Esta selección se basó en las especificaciones técnicas

requeridas para garantizar un control eficiente del caudal en la red hidráulica. Además, mediante la figura de la carrera nominal de cierre, se identificó el tiempo de cierre en porcentaje.

Figura 11

Tiempo de cierre



Nota. Adoptado de la *GUÍA DE VÁLVULAS DE CONTROL*, elaborado por (Fisher, 2020).

Transitorios

Tipo de Evento Transitorio: Se especifica el tipo de transitorio que deseas analizar, como el cierre lento de la válvula de control (FCV)

Duración de la Simulación de Transitorios: Se estableció un intervalo de tiempo de 200 segundos para simular el evento transitorio.

Paso de Tiempo: El paso de tiempo utilizado en la simulación de transitorios fue de 0,01 segundos para obtener una resolución adecuada de los eventos.

Velocidad de Onda (Wave Speed) en Hammer

Para determinar la velocidad de onda en el software Hammer, se selecciona el material de la tubería y el tipo de fluido que se utilizará en el sistema. A continuación, se especifica el espesor de la tubería correspondiente. Utilizando la herramienta de cálculo de velocidad de onda (Wave Speed Calculator) del software, se obtienen automáticamente los valores necesarios. Este procedimiento se aplicó tanto para la red existente como para las alternativas de diseño

Configuración de la Simulación

Para el análisis de transitorios, se eligió llevar a cabo una simulación dinámica. Esto implica que el análisis se centrará en simular los transitorios de presión y caudal dentro del sistema, permitiendo observar cómo estos cambios impactan el comportamiento general de la red de tuberías.

CRITERIOS DE DISEÑO

Según la Norma 6001 de la Secretaría del Agua de Ecuador

Profundidad Mínima de Excavación:

La profundidad mínima de excavación se establece en 50 cm, para garantizar que el fluido no se caliente debido a la exposición directa al sol y a las temperaturas ambientales.

Presión Máxima:

La presión máxima admisible en el sistema depende del material utilizado para las tuberías. Diferentes materiales, como PVC, acero o fundición, tienen distintas capacidades de resistencia a presión. La norma indica que la presión no debe exceder los 10 bar, asegurando que el material elegido pueda soportar las condiciones operativas y evitar daños o rupturas.

Velocidad Máxima:

Durante el análisis del sistema, se debe controlar la velocidad máxima del agua para evitar problemas de golpe de ariete y daños potenciales en las tuberías. Se recomienda que esta velocidad no supere los 3 m/s.

Pendiente Mínima:

En terrenos planos, es fundamental evitar pendientes nulas, ya que incluso pequeños hundimientos pueden generar puntos altos no previstos en la red de tuberías. Por lo tanto, la norma establece que la pendiente mínima en terrenos planos debe ser de al menos 0,05%

La conducción va paralela a la existente bajo pedido de la junta de agua potable Tarqui – Victoria del Portete.

7. Resultados

7.1 Caudal del río Irquis

Con base en los aforos realizados en el río Irquis, se determinó que este río presenta un caudal de 606,379 l/s. Esta cantidad es adecuada para abastecer a las poblaciones de Tarqui y Victoria de Portete.

Tabla 15

Alturas del caudal a lo ancho del río

Sección	Altura agua	Ancho	Área
	<i>h</i>	<i>m</i>	<i>m²</i>
1	0,39	0,5	0,18875
2	0,365	0,5	0,1875
3	0,385	0,5	0,22625
4	0,52	0,5	0,2225

5	0,37	0,5	0,1675
6	0,3	0,5	0,14375
7	0,275	0,5	0,1175
8	0,195	1	0,155
9	0,115	1	0,175
10	0,235	1	0,2075
11	0,18	1	0,1575
12	0,135	1	0,115
13	0,095	1	0,1275
14	0,16	1	0,1825
15	0,205	0,86	0,08815
Total=			2.4619

Nota. El ancho total del río es de 11,86 m de acuerdo con los datos obtenidos

En la **Tabla 16** se presenta que, con una longitud de recorrido de 11,40 m, primero aplicamos la fórmula (3) y posteriormente la fórmula (4) para calcular el caudal que fluye en el río.

Tabla 16

Resultados del aforo sobre el río

Datos Finales		
Lrecorrido=	11,4	m
V=	0,493	m/s
Q=	1,21	m ³ /s
Fc=	0,5	
Q=	0,606	m ³ /s
	606,379	l/s

Nota. Es un riachuelo con profundidad del agua mayor a 15 cm.

En la **Figura 12** se realizó la recolección de datos sobre las alturas del caudal a lo ancho del río. Esta recolección se llevó a cabo cada 50 cm en áreas donde el caudal era abundante y cada 1 m en zonas donde el caudal era bajo.

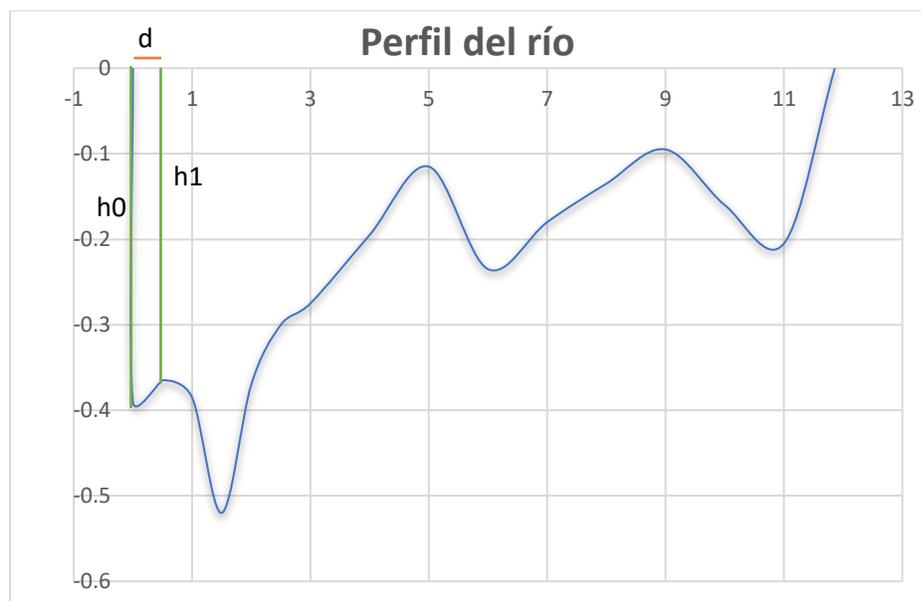
Figura 12

Perfil del río



Nota. Altura del caudal a lo ancho del río

Elaborado por: Los Autores

Figura 13*Perfil del río Irquis*

Nota. Perfil del río Irquis modelado en excel

Elaborado por: Los Autores

7.2 Caudal en las obras existentes del proyecto

El balde utilizado tenía un diámetro de 26 cm y una altura de 38 cm. Al aplicar la fórmula (5), se obtuvo un volumen de 20 litros.

Tabla 17

Datos obtenido en los aforos del rebose

DESARENADOR		CAPTACIÓN	
# Pruebas	Tiempo	# Pruebas	Tiempo
1	1,003	1	1,986
2	0,994	2	1,991
3	0,997	3	2,004
4	0,988	4	1,996

5	0,995	5	2,001
T. Promedio	1,00	T. Promedio	2,00

Nota. Tiempo de que tardo el balde en llenarse

Al aplicar la fórmula (6), se determinó que en la captación se rebosó un caudal de 10,02 l/s y en el desarenador 20,09 l/s. Esto resultó en un caudal total rebosante de 30,1 l/s, que se aprovechó en el nuevo diseño.

Tabla 18

Resultados de los aforos con el caudalímetro

Puntos de aforo	Caudal	
Aducción	41,733	l/s
Inicio conducción	19,618	l/s
Cerca de la Plata de tratamiento	19,417	l/s

En la **Figura 14** se observa el caudal que sale por la tubería de desagüe de la cámara de recolección de la captación.

Figura 14

Rebose en la captación



Nota. Se presenta el caudal de reboce que existe en la obra de captación

Elaborado por: Los Autores

En la **Figura 15** se efectuó el aforo realizado en la obra de captación, mientras que en la **Figura 16** ilustra el aforo en la tubería de desagüe del desarenador.

Figura 15

Aforo en el rebose de la captación



Nota. Aforo realizado en la obra de captación

Elaborado por: Los Autores

Figura 16

Aforo en el desarenador



Nota. Aforo realizado en la tubería de desagüe del desarenador.

Elaborado por: Los Autores

Dentro de la **Figura 17** se utilizó un caudalímetro para determinar el caudal de la línea de aducción.

Figura 17

Aforo en la aducción



Nota. Aforo realizado en un punto estratégico de la aducción

Elaborado por: Los Autores

7.3 Proyección poblacional

En la **Tabla 19** se llevó a cabo el cálculo de la tasa de crecimiento utilizando la fórmula (8) para el método aritmético, la fórmula (10) para el método geométrico y la fórmula (12) para el método exponencial.

Tabla 19

Cálculo de la tasa de crecimiento

AÑO	ZONA CENSAL POBLACIÓN	TASA % CRECIMIENT O LINEAL	TASA % CRECIMIENT O GEOMÉTRICO	TASA% CRECIMIENTO EXPONENCIA L
-----	--------------------------	----------------------------------	---	---

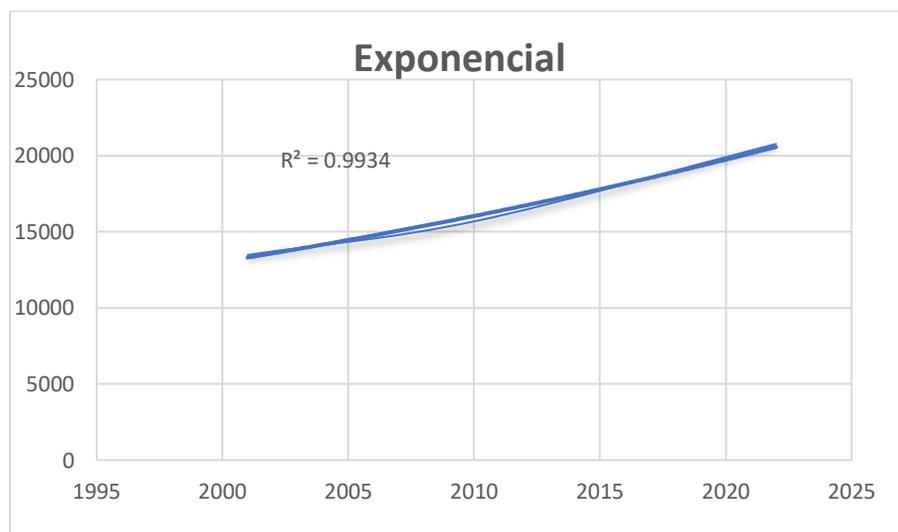
	Tarqui	Victoria	Total			
2001	8886	4591	13477			
2010	10462	5224	15686	1,82	1,70	1,686489622
2022	14114	6654	20768	2,70	2,37	2,338706214
Tasa de crecimiento promedio				2,26	2,03	2,01

Nota. Se hizo la suma de las dos poblaciones puesto que, se abastecen del mismo lugar

Se calculó el R^2 de cada tasa de crecimiento para determinar matemáticamente el crecimiento que había experimentado la población. Así se determinó que la población tenía un crecimiento exponencial, para lo cual se utilizó una tasa de crecimiento del 2,01%.

Figura 18

Crecimiento exponencial



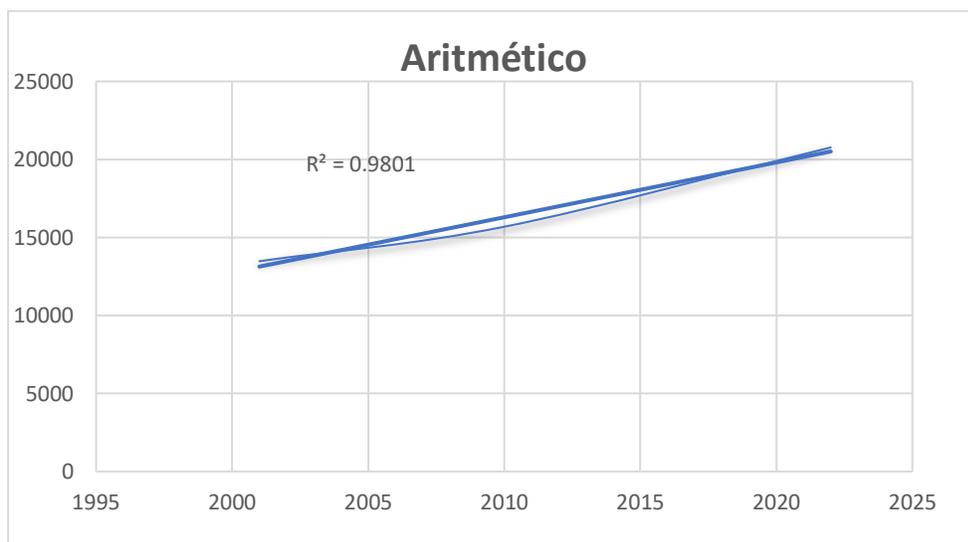
Nota. Análisis de regresión exponencial

Elaborado por: Los Autores

En la **Figura 19** se representó el análisis de regresión del método aritmético.

Figura 19

Crecimiento Aritmético



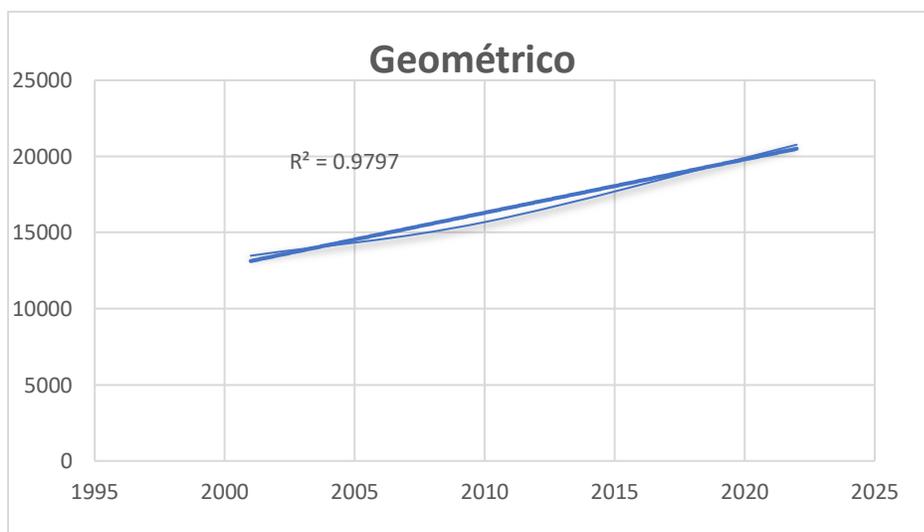
Nota. Análisis de regresión exponencial

Elaborado por: Los Autores

En la **Figura 20** se representó el análisis de regresión del método geométrico.

Figura 20

Crecimiento Geométrico



Nota. Análisis de regresión geométrico

Elaborado por: Los Autores

En la **Tabla 20** se colocaron los datos utilizados para la proyección poblacional.

Tabla 20*Datos para la proyección*

DATOS PARA LA POBLACION FUTURA		
Usuarios	2148	
Habitantes por usuario	4	
Po (2024)	8592	hab
n	30	
r	2,01	

Dentro de la **Tabla 21** se muestran los resultados de la proyección poblacional realizados por los distintos métodos.

Tabla 21*Resultados de la proyección*

Años	Aritmético	Geométrico	Exponencial
2024	8592	8592	8592
2054	14419	15717	15715

Conforme a los cálculos realizados, se determinó que la población futura a la que debía abastecer este proyecto era de 15,715 habitantes.

7.4 Caudales de diseño

De acuerdo a la población futura que se proporcionó en la **Tabla 21** y a la dotación mencionada en la **Tabla 3**, se aplicaron la fórmula (13) para el cálculo del caudal medio diario, la fórmula (14) para el caudal máximo diario y la fórmula (15) para el caudal máximo horario.

Los coeficientes mayoración fueron escogidos de acuerdo a la INEN (1998).

Figura 21*Caudales calculados*

AÑO		2054
POBLACIÓN TOTAL (Hab)		15715
DOTACIÓN (l/hab/día)		140,5
CAUDAL MEDIO DIARIO		25,56
CAUDAL MAXIMO DIARIO	Coef. De Mayoracion	1,5
	QMD	38,33
DEMANDA MAXIMA HORARIA	Coef. De Mayoracion	2,3
	QMH	58,8

Se aplicaron las fórmulas de la **Tabla 5** para el caudal de diseño de cada estructura. Para la aducción

Tabla 22*Caudales de diseño para cada estructura*

QMD (l/s)	Caudal de Diseño			
	Q. Captación.	Q. Aducción.	Q. Desarenador.	Q. Conducción.
	QMD + 20%	QMD + 20%	QMD + 20%	QMD+10%
38,33	46,00	46,00	46,00	42,17

Nota. La normativa proporcionó un porcentaje menor para la conducción, por ende, el caudal fue diferente.

Una vez que se conocieron los caudales de diseño y los caudales manejados en las estructuras existentes, se dedujo si estos abastecían o no.

Tabla 23*Caudal que circula en las estructuras existentes*

Estructura	Caudal		
Captación	51,75	l/s	Abastece
Aducción	41,73	l/s	No Abastece
Desarenador	41,73	l/s	No Abastece
Conducción	19,27	l/s	No Abastece

Nota. Si caudal es mayor al caudal de diseño Abastece

Teniendo en cuenta los caudales mencionados en la **Tabla 23**, se concluyó que se necesitaban una nueva aducción, un nuevo desarenador y conducción para el abastecimiento de la población futura.

Tabla 24*Caudales de diseño para las nuevas estructuras*

Estructura	Caudal de diseño
Aducción	24,36 l/s
Desarenador	24,36 l/s
Conducción	22,90 l/s

7.5 Propuesta para la línea de aducción

En la **Tabla 6** se definieron los parámetros de diseño requeridos, tales como el caudal de diseño, las pendientes y las velocidades permitidas.

Para este diseño, se definió el diámetro de la tubería a utilizar. Para ello, se empleó la fórmula (16) y, con ayuda de la **Tabla 7**, se escogió el diámetro óptimo, el cual debía estar dentro del diámetro mínimo y máximo

Tabla 25*Resultado de los diámetros*

Diámetro Min		Diámetro Elegido		Diámetro Max
110	<	200	<	250

Nota. El diámetro elegido está dentro del permitido

Empleando la fórmula (18), se determinó la pendiente de la línea de aducción. Asimismo, mediante la fórmula (19), se conoció la velocidad en la línea de aducción.

Tabla 26*Resultados de la línea de aducción*

Pendiente	0,67	%	Cumple
Velocidad	0,84	m/s	Cumple

7.6 Diseño del desarenador

Dentro de la **Tabla 27** se definió los datos de entrada para el diseño del tanque contenedor.

Tabla 27*Datos de entrada del tanque*

DATOS		
Qd=	24,36	l/s
Tiempo de retención(s)	150	s

Ejecutando la fórmula (20), se determinó el volumen del desarenador. A continuación, se definieron las dimensiones del tanque contenedor, estableciendo la base y el lado, y luego se calculó la altura.

Tabla 28

Dimensiones impuestas y calculadas

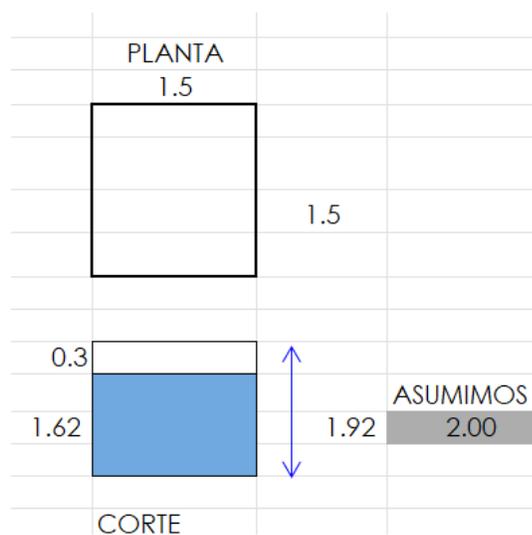
Cuadrada		
Volumen	3,65	m ³
base(B)	1,5	m
Lado(L)	1,5	m
Altura(h)	1,62	m
Seguridad(s)	0,3	m

Nota. Se considera 30 cm de seguridad

En la **Figura 22** se encuentran las dimensiones finales del tanque contenedor.

Figura 22

Dimensiones del tanque contenedor



Nota. Se asume una medida constructiva para la altura

Elaborado por: Los Autores

Para el diseño del desarenador con una pantalla difusora, en la **Tabla 10** se concretaron los parámetros de diseño principales. Se inició calculando el volumen del desarenador con la fórmula (20), que dio como resultado 21,92 m³, y la carga superficial se definió con la fórmula (21), dando como resultado 17,54 m²

En la **Tabla 7** se encuentran las dimensiones que se calcularon tomando en cuenta la relación ($L/B = 3$ a 6) y ($L/H = 5$ a 20), así como aplicando la fórmula (22) para conocer la altura del desarenador.

Tabla 29

Dimensiones del desarenador

Dimensiones		
L/B = 3 - 6	4,00	Adoptado
L/H = 5 - 20	5,00	Adoptado
B =	2,10	<i>m</i>
L =	8,40	<i>m</i>
H =	1,30	<i>m</i>

Una vez obtenidas las dimensiones, se comprobó el volumen y el tiempo de retención del desarenador. Para el cálculo del volumen, se aplicó la fórmula (23), que dio como resultado 22,93 m³, y se utilizó la fórmula (24) para el tiempo de retención, que resultó en 15,96 minutos, valores que estuvieron acordes a los parámetros establecidos

Se procedió a verificar las velocidades y en la **Tabla 30** se presentan los valores obtenidos aplicando las fórmulas correspondientes.

Tabla 30*Resultado de velocidades*

Parámetro	Numero de fórmula aplicada	Valor obtenido	
Carga Superficial (Cs)	(25)	0,138	cm/seg
Velocidad sedimentación (Vs) Stokes	(26)	0,805	cm/seg
Número de Reynolds para Stokes	(27)	0,721	cm/seg -No es aplicable la Ley de Stokes
Velocidad sedimentación (Vs) Allen	(29)	0,754	
Número de Reynolds para Allen	(27)	0,675	Régimen de transición
Velocidad de deslizamiento (Vd)	(31)	13,14	cm/seg
Velocidad horizontal (Vh)	(32)	0,892	cm/seg

Nota. No se pudo aplicar la ley de Stokes y se aplicó Allen

Aplicando la formula(34), se determinó la capacidad del desarenador de acuerdo con el 75% de eficiencia, lo que dio como resultado 6,97 m³.

Para el diseño de la estructura de entrada, se definió un diámetro de 50 mm para los orificios, y en la **Tabla 31** se presentan los valores obtenidos al aplicar las fórmulas correspondientes para cada dato requerido.

Tabla 31*Resultado de la estructura de entrada*

Parámetro	Numero de fórmula aplicada	Valor obtenido
-----------	----------------------------	----------------

Área transversal total de orificios (Ato)	(35)	0,1623	m ²
Área transversal de los orificios (Ao)	(36)	0,0019	m ²
Número de orificios (Norif)	(37)	90	
Velocidad en los orificios	(39)	0,10	m/seg

Se aplicó la fórmula (40) para conocer el espacio entre filas y la fórmula (41) para determinar el espacio entre columnas. De acuerdo con el número de orificios, se hizo la distribución de los orificios y se concluyó que la plantada tendrá 9 filas con espacios de 0,10 m y 10 columnas con espacios de 0,19 m.

Para el diseño de la estructura de salida se definieron los parámetros de la **Tabla 32** con sus fórmulas respectivas.

Tabla 32

Resultados de la estructura de salida

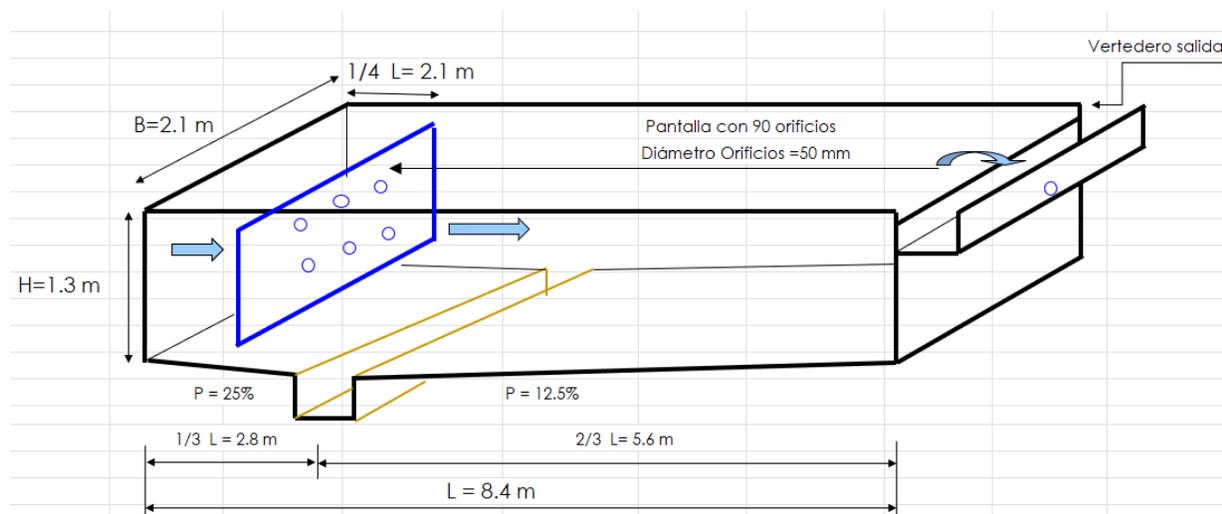
Parámetro	Numero de fórmula aplicada	Valor obtenido	
Carga de agua sobre el vertedero (Hv)	(42)	0,03	m
Velocidad en el vertedero (Vv)	(43)	0,39	m/s
Longitud del canal de recolección (Lv)	(44)	0,40	m

En la zona de lodos, se aplicó la fórmula (46) para conocer el volumen real de la zona, teniendo en cuenta que el volumen de lodos es el 20% del volumen de sedimentación. En la **Tabla 33** se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 33*Resultados de la zona de lodos*

Parámetro	Valor obtenido	
V sedimentación	22,93	m ³
V lodos	4,59	m ³
Vreal de lodos	6,41	m ³
V tanque	29,34	m ³

En la **Figura 23** se encuentran un resumen de las dimensiones que se obtuvieron para el desarenador.

Figura 23*Resumen del desarenador*

Nota. Tiene una tubería de desagüe de 200 mm

Elaborado por: Los Autores

Dentro de los anexos se encuentra más detallado el diseño del desarenador.

7.7 Diseño de la Conducción

SITUACION ACTUAL

Para llevar a cabo la evaluación de la situación actual de la línea de conducción de agua cruda de la parroquia de Victoria el Portete (Iruquis), se realizó una visita de campo. Durante esta visita, se llevaron a cabo observaciones directas del terreno y se recopiló información sobre la infraestructura existente. Se registraron las coordenadas geográficas y se tomó nota de las características topográficas de la zona, en la cual, se elaboró un mapa que muestra la ubicación de la red existente

Figura 24

Ubicación del proyecto



Nota. Ubicación geográfica

Elaborado por: Los Autores

Una vez identificado la zona de estudio, se procedió al modelamiento de la red existente donde se utilizó los siguientes datos de entrada:

Longitud de las Tuberías: Se midieron 2961,20m en la línea de conducción existente.

Diámetro de las Tuberías: Se verificó el diámetro de 200 mm para la red.

Material de las Tuberías: Se identificó el uso de PVC.

Caudal de Entrada: Medido en 19,27 l/s a través de un caudalímetro.

Coefficiente de Rugosidad: Se seleccionó un valor de Manning de 0,011, obtenido de la **Tabla 8**.

Coefficiente de Hazen-Williams: En base al material de la tubería, se puede estimar que el coef. H-W es de 140 (**Tabla 14**)

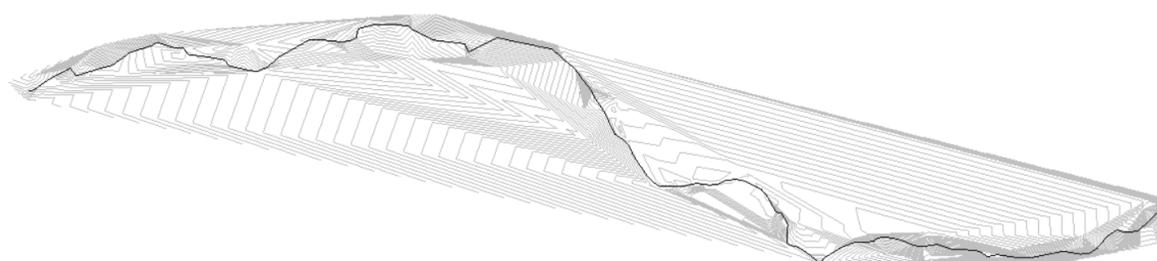
Propiedades del Fluido: Con una densidad de 998 kg/m³ y una viscosidad de $1,02 \cdot 10^{-6}$ m²/s a 20 °C, se utilizó la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** para determinar estos valores.

Elevación de los Nodos: Se registraron las elevaciones de cada nodo, con alturas que varían de 2.704,43 a 2.759,00 m.sn.m.

Con estos datos preliminares, se avanzó en el modelado de la línea de conducción existente. A continuación, se presenta la gráfica que ilustra los resultados obtenidos del análisis.

Figura 25

Resultado de hammer



Nota. Se aprecian mejor las curvas de nivel

Elaborado por: Los Autores

Para optimizar el funcionamiento de la red de conducción, se adoptaron varias medidas clave:

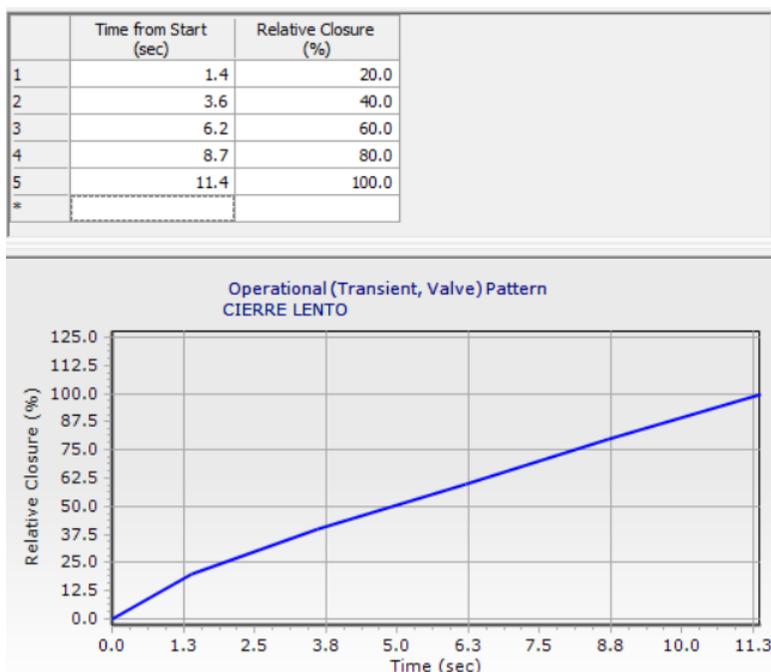
Válvulas de Aire: Se recomendó la instalación de válvulas de 1" para tuberías de menos de 500 mm, garantizando un manejo eficiente del aire en el sistema.

Válvulas de Purga: Se identificaron cuatro tramos críticos, donde se instalaron 8 válvulas de purga para minimizar la acumulación de sedimentos.

Válvula Controladora de Caudal (FCV): Se calculó un tiempo de cierre crítico de 11,39 segundos y se identificó una celeridad de 519,85 m/s, en la siguiente ilustración se puede observar el cierre lento aplicado en el software HAMMER.

Figura 26

Cierre lento



Nota. Curva representativa del cierre lento

Elaborado por: Los Autores

Cálculo de la Velocidad de Onda para la Red Existente

En el análisis de la red existente, se realizó el cálculo de la velocidad de onda (wave speed) considerando una tubería con una resistencia de 1 MPa, que de acuerdo con los catálogos de tubería este tiene un espesor de 7,7mm. En cuanto al módulo de Young del material de la tubería se determinó un valor de 336,508 m.c.a, mientras que el del fluido es de 223,128 m.c.a a 20°C. Los resultados se visualizan en la imagen adjunta, donde se calculó que la velocidad de onda para la red existente es de 400,38 m/s.

Figura 27

Velocidad de la onda

Wave Speed Calculator

Liquid

Bulk Modulus of Elasticity: 223,128 m H2O

Specific Gravity: 0.998

Material

Young's Modulus: 336,508 m H2O

Poisson's Ratio: 0.45

Miscellaneous

Wall Thickness: 7.7 mm

Pipeline Support: Anchored Throughout

Features

All

Selection

Selection Set

OK Cancel Help

Elaborado por: Los Autores

Perdidas de Carga

Se calcularon las pérdidas de carga para cada tramo de tubería en la red, Estos cálculos se realizaron utilizando la fórmula de Hazen-Williams, teniendo en cuenta el caudal, el coeficiente

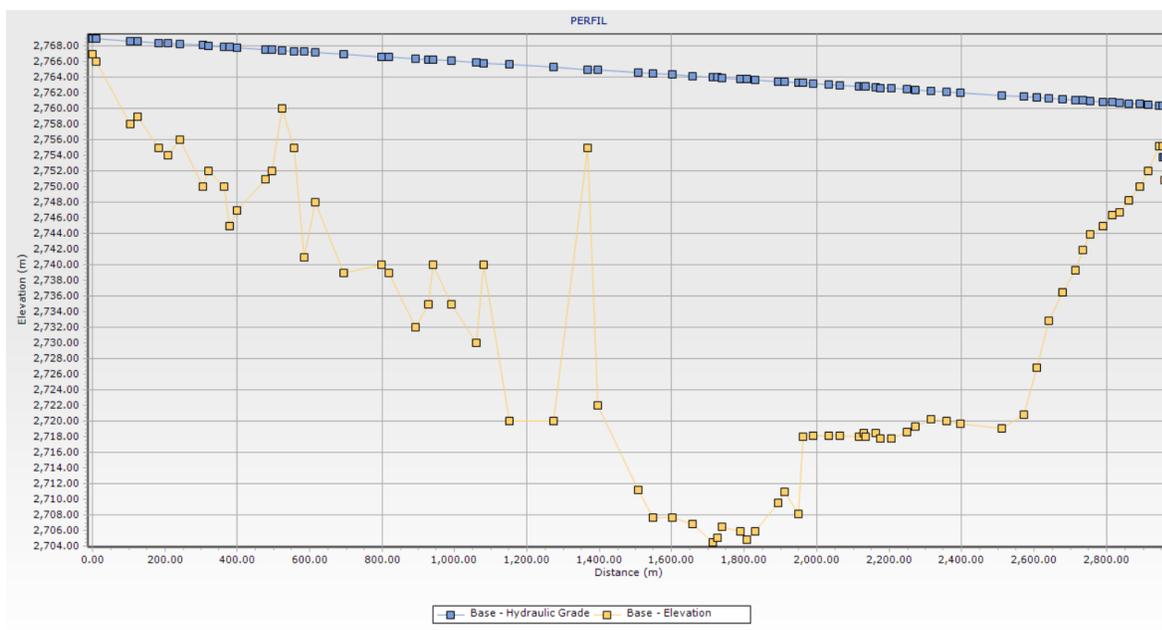
de rugosidad del material y las dimensiones de cada tubo. Los resultados detallados de las pérdidas de carga para cada sección de tubería están documentados y se pueden observar en el Anexo 3.

Analisis de la Red Existente

Mediante todos los parámetros descritos anteriormente, se elaboró la línea piezométrica del perfil de la red de conducción (**Figura 28**). Esta línea piezométrica ofrece una visión clara de las condiciones hidráulicas a lo largo de la red, facilitando la identificación de variaciones de presión y los puntos críticos donde podrían surgir problemas.

Figura 28

Línea piezométrica

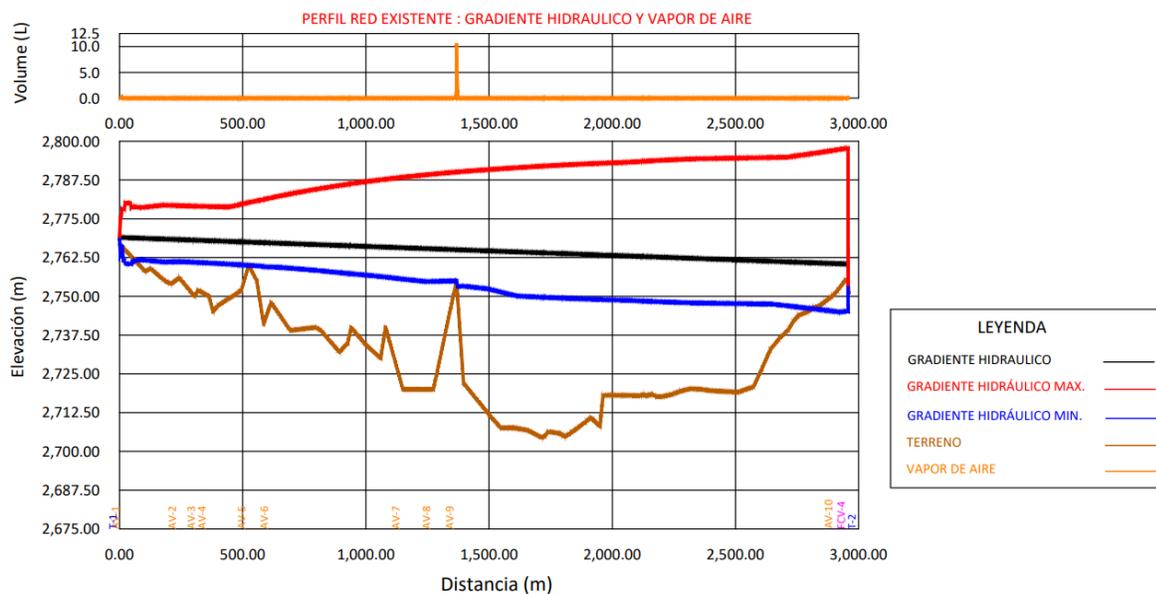


Elaborado por: Los Autores

Posteriormente, se generó la gráfica de transitorios, que muestra las perturbaciones y vibraciones en la tubería durante las fluctuaciones del flujo y la presión.

Figura 29

Transitorios



Elaborado por: Los Autores

En base a esta gráfica, podemos deducir que existe alrededor de 10 litros de vapor de aire atrapado en el centro de la conducción. Este hallazgo es significativo, ya que la presencia de aire en el sistema puede afectar negativamente el flujo de agua, provocando problemas como cavitación y reduciendo la eficiencia operativa de la red.

Además, podemos observar que la presión varía considerablemente en la red, oscilando entre 87 mca en el nodo J-30 y 3 mca en la llegada al Tanque. Estas diferencias en presión son muy importantes, ya que indican una variabilidad que puede influir en el rendimiento del sistema. La presión máxima, ubicada en 85 mca, sugiere que el sistema está bien presurizado en la mayor parte de su trazado. Sin embargo, la presión mínima de 3 mca en el punto más bajo plantea un riesgo potencial, ya que una presión demasiado baja puede resultar en el colapso del flujo y provocar problemas de suministro. El caudal observado es de 19,27 l/s, acompañado de una velocidad de 0,89 m/s.

Los reportes de las presiones en cada nodo, así como las velocidades, se detallan en el Anexo 19, proporcionando información esencial para una comprensión completa del sistema.

ALTERNATIVAS PLANTEADAS PARA LA LINEA DE CONDUCCION

En función de la demanda poblacional proyectada, se calculó que, para abastecer a una futura población de 15,715 habitantes, se requiere un caudal de 41,73 l/s para la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP). Este caudal se determinó previamente en el apartado de caudales de diseño y es fundamental para garantizar un suministro adecuado y confiable de agua potable a la comunidad.

En este contexto, se han planteado dos alternativas de repotenciación del sistema:

La **Alternativa 1** consiste en evaluar si la red de tuberías existente es capaz de conducir este caudal requerido. Se llevará a cabo un análisis mediante el software HAMMER para determinar si la infraestructura actual puede soportar el flujo necesario sin comprometer la calidad del servicio.

La **Alternativa 2** implica diseñar una línea paralela para complementar el caudal deficiente. Dado que la red existente actualmente puede manejar 19,27 l/s, se diseñará una nueva línea que proporcione el caudal faltante para alcanzar los 41,73 l/s. La Junta de Agua Potable Tarqui-Victoria Portete, a cargo del suministro, ha solicitado que esta nueva línea se diseñe paralela a la red existente, por factores que ellos conocen y consideran relevantes. Esta opción permitirá maximizar la capacidad del sistema al aprovechar la infraestructura existente y asegurar un suministro eficiente para la población futura.

ALTERNATIVA 1

Para el modelado de la nueva red de conducción (Alternativa 1), se utilizó los mismos datos de la red existente, donde la longitud total de las tuberías es de 2961,20 m, con un diámetro de 200 mm, cuyo material es de PVC. El caudal de entrada será el caudal requerido que es de 41,73 l/s, un dato crítico para garantizar que el diseño satisface las necesidades de suministro de agua.

Además, se aplicó un coeficiente de rugosidad de Manning de 0,011, así como un coeficiente de Hazen-Williams estimado en 140, ambos esenciales para calcular las pérdidas de carga en la red.

Las propiedades del fluido también fueron definidas con precisión, estableciendo la densidad en 998 kg/m^3 y la viscosidad en $1.02 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ a $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Asimismo, se consideraron las elevaciones de los nodos, que varían entre 2,704.43 y 2,759.00 m.s.n.m.

Para este análisis, se calcularon las pérdidas de carga en cada tramo de tubería, ajustándose al caudal requerido para el sistema. Los resultados de estos cálculos se pueden consultar en el **Anexo 17**, donde se detallan las pérdidas de carga específicas para cada sección.

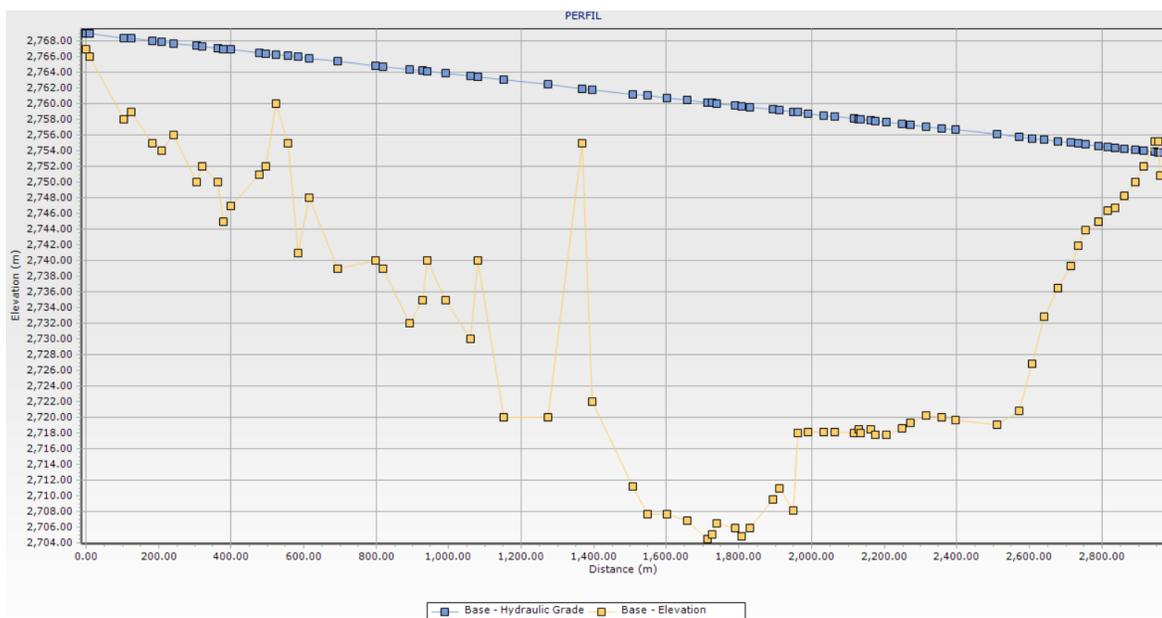
En cuanto a la válvula de control, se estimó la carrera nominal en porcentaje, teniendo en cuenta que el tiempo de cierre lento de acuerdo con el catálogo de (Fisher, 2020) de 30 segundos. Conocer el tiempo de cierre permite evaluar si se cumplen las demandas de caudal necesarias, para analizar el comportamiento de la presión y el caudal durante el funcionamiento de la válvula, estimando su rendimiento.

Para la velocidad de onda, en el análisis de la red existente, se calculó la velocidad de onda considerando una tubería con una resistencia de 1 MPa y un espesor de 7,7 mm. Los resultados, que indican que la velocidad de onda para la red existente es de 400,38 m/s, se mantendrán constantes para esta alternativa ya que se analizarán en el mismo trazo.

Con base en estos datos preliminares, se llevó a cabo un modelamiento que se muestra en la **Figura 30**. Este análisis revela que la línea piezométrica se mantiene igual a la de la red existente, dado que la topografía no presenta variaciones.

Figura 30

Línea piezométrica



Nota. La línea piezométrica se mantiene

Elaborado por: Los Autores

En la Alternativa 1, se realizó el cálculo de la transiente para evaluar la capacidad del sistema de conducir un caudal de 41,73 l/s. Este análisis permite determinar la viabilidad y eficiencia del sistema bajo condiciones operativas específicas. El gráfico de la transiente se puede observar a continuación.

Con base en la modelación del caudal requerido en la red existente, se observó que la simulación determinó que el caudal máximo de llegada por la tubería es de 25,4 l/s. Además, se identificó que la presión máxima alcanza los 99 mca, lo que indica que la tubería está al borde de colapsar en el nodo J30, ya que su capacidad máxima es de 100 mca. También se detectaron presiones negativas en el sistema.

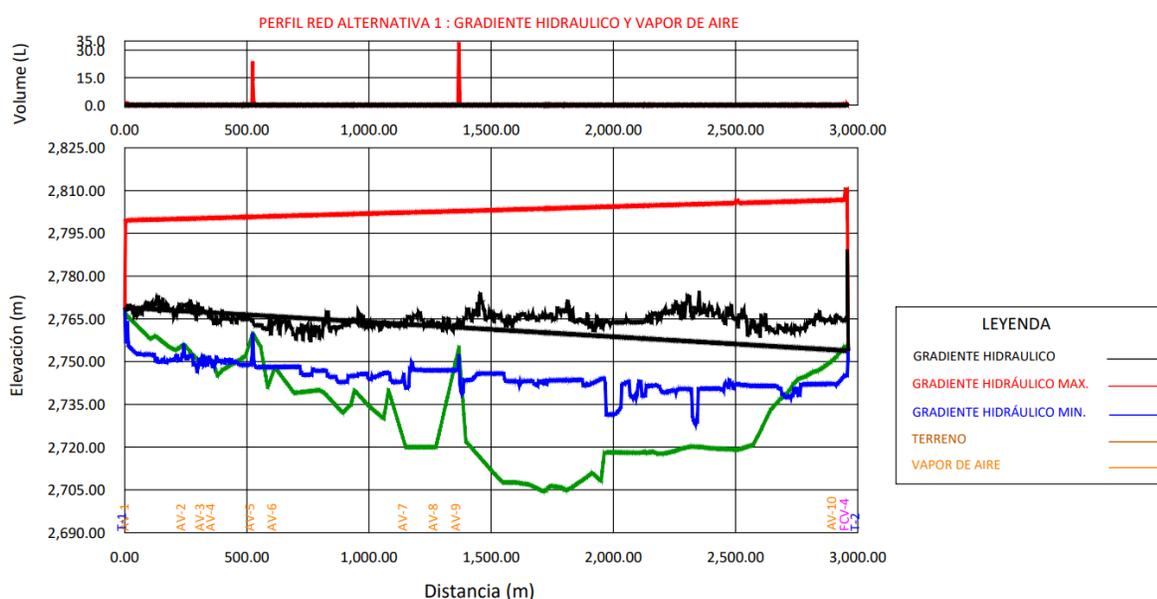
En cuanto a la gráfica de transitorios, se observan numerosas perturbaciones del fluido, lo que puede generar rupturas debido a la vibración en situaciones emergentes. Las válvulas de aire

no son capaces de satisfacer la salida de vapor, ya que se presentan dos puntos específicos de aire atrapado: uno de 34,9 litros en la válvula 9 y otro de 23 litros en la válvula 5.

Todos estos resultados indican que la suposición de que el sistema puede cubrir el caudal requerido es incorrecta, dado que presenta múltiples puntos críticos que podrían provocar fallas. Por lo tanto, se deduce que la Alternativa 1 no es una opción viable para este diseño.

Figura 31

Transitorios



Elaborado por: Los Autores

ALTERNATIVA 2

Se ha trazado una línea de conducción paralela a la existente, destinada a conducir el flujo faltante necesario para alcanzar el caudal requerido de 41,73 l/s. El caudal de diseño para esta nueva línea será de 22,90 l/s. Este trazado se llevó a cabo a solicitud de la Junta de Agua Potable de Tarqui-Victoria Portete, por lo que la topografía, en cuanto a las elevaciones, será la misma que la de la red existente.

La tubería seleccionada para la nueva línea de conducción es de PVC, con una resistencia de 1,25 MPa, considerando que en la red existente se observaron presiones máximas de aproximadamente 90 mca.

A partir del caudal de diseño, se utilizó la ecuación (51) para determinar el diámetro óptimo para esta nueva línea, resultando en un diámetro similar al de la red existente, es decir, 200 mm.

Dado que se emplea el mismo material en ambas tuberías, los parámetros de rugosidad y la fórmula de Hazen-Williams son los mismos, lo que garantiza una coherencia en la conducción del fluido.

Para optimizar la evacuación de aire y evitar su atrapamiento, se ha incorporado una válvula de aire extra en la llegada, cuya medida es de 1" de diámetro.

Además, es importante señalar que la velocidad de onda ha cambiado debido al espesor de la nueva tubería (9,5mm), alcanzando un valor de 444,94 m/s.

Figura 32

Velocidad final de la onda

Wave Speed Calculator

Liquid

Bulk Modulus of Elasticity: 223,128 m H2O

Specific Gravity: 0.998

Material

Young's Modulus: 336,508 m H2O

Poisson's Ratio: 0.45

Miscellaneous

Wall Thickness: 9.5 mm

Pipeline Support: Anchored Throughout

Features

All

Selection

Selection Set

OK Cancel Help

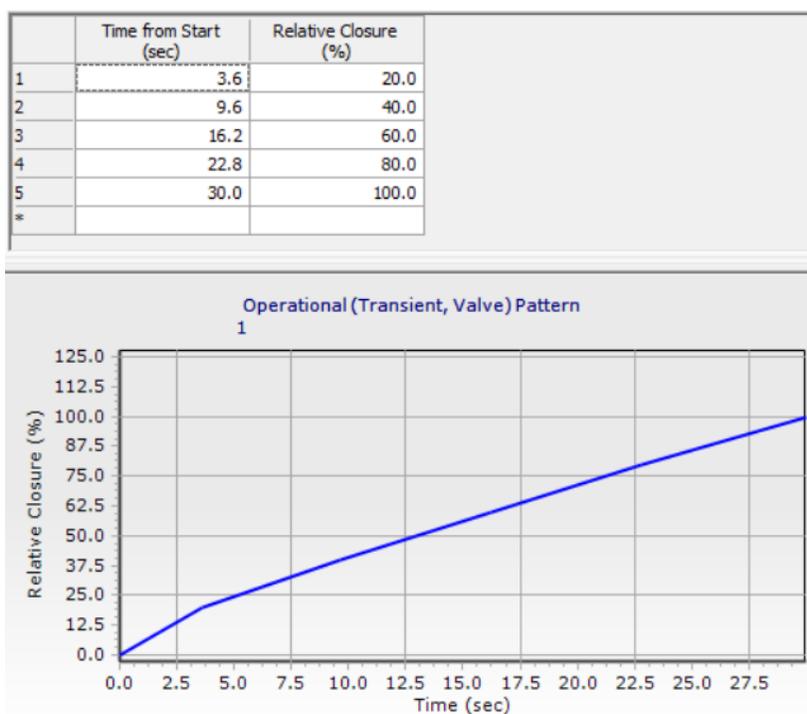
Elaborado por: Los Autores

En cuanto a las pérdidas de carga se llevaron a cabo cálculos específicos para cada tramo de tubería, para comprender el comportamiento hidráulico del sistema. Estos resultados de estos cálculos se presentan en el **Anexo 18.**

En la llegada a la planta de tratamiento de agua potable, se instaló una válvula controladora que ha sido calculada para un cierre lento. Según los catálogos consultados, se especifica que el tiempo de cierre es de 30 segundos (Fisher, 2020), lo que permite una operación más estable y eficiente, minimizando el riesgo de golpes de ariete en el sistema.

Figura 33

Nuevo cierre



Elaborado por: Los Autores

A continuación, se presenta una tabla resumen de los datos de entrada para la línea de conducción paralela.

Tabla 34*Resultados finales*

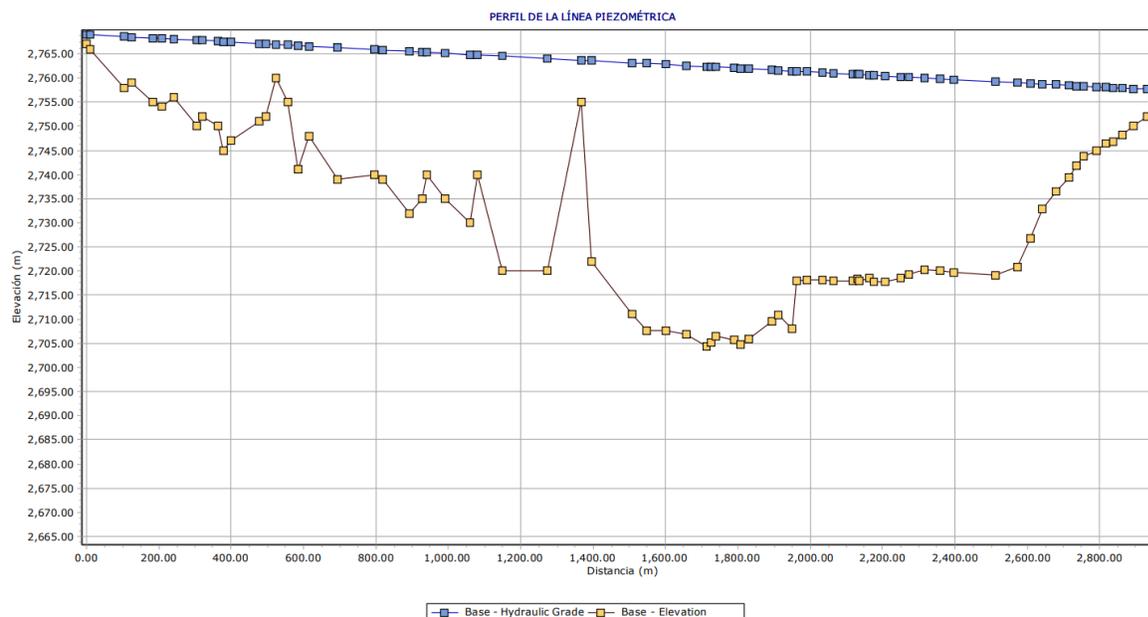
Parámetro	Valor
Material de tubería	PVC
Diámetro de tubería	200 mm
Resistencia de tubería	1,25 MPa
Caudal de diseño	22,90 l/s
Rugosidad (Manning)	0.011
Coef. Hazen-Williams	140
Vapor de aire	-10 m.c.a.
Válvula de aire	1" de diámetro
Velocidad de Onda	444,94 m/s
Tiempo de cierre de válvula	30 s

Elaborado por: Los Autores

Con los parámetros presentados en la tabla, se llevó a cabo un análisis del modelo resultante, donde en la **Figura 34**, se presenta la línea piezométrica del sistema.

Figura 34

Línea piezométrica final



Elaborado por: Los Autores

8. Presupuesto

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1		Obras Preliminares				2,872.36
1.1	520016	Replanteo y nivelación	m	2,961.20	0.97	2,872.36
2		Línea de Conducción				226,339.40
2.1	502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	246.00	14.08	3,463.68
2.2	503001	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	1,506.40	1.83	2,756.71
2.3	540056	Preparación fondo de zanja con material granular	m2	1,729.78	3.70	6,400.19
2.4	580038	Sum, Arena	m3	172.98	23.10	3,995.84
2.5	509295	Suministro, Instal. y Prueba Tubería PVC U/Z D=200 mm 1.25 Mpa	m	2,961.20	35.58	105,359.50
2.6	509296	Sum. e Ints. Codo L/R PVC-P D=200 mm * 45° Sellado Elastomérico	u	65.00	1,357.54	88,240.10
2.7	509297	Sum. e Inst. Codo L/R PVC-P D=200 mm por 90° Sellado Elastomérico	u	12.00	56.44	677.28
2.8	500003	Sumin. Coloc. Accesorios Válvula de Aire	u	1.00	439.26	439.26
2.9	535A27	Sum. Coloc. Accesorios Válvula de Desagüe	U	8.00	37.80	302.40
2.10	500005	Sumin. Coloc. Accesorios y Válvula de Control	u	1.00	1,142.92	1,142.92
2.11	514006	Relleno compactado a mano	m3	923.33	6.31	5,826.21
2.12	500006	Relleno compactado a máquina con material de mejoramiento sub base clase 3	m3	540.77	13.23	7,154.39
2.13	513002	Transporte de material hasta 5km	m3	374.79	1.55	580.92
3		Desarenador				455.44
3.1	500008	Limpieza y desbroce	m2	131.25	3.47	455.44

4	520042	Replanteo y nivelación manual	m2	69.00	2.72	187.68
5	502017	Excavación manual en suelo sin clasificar	m3	97.50	8.01	780.98
6	500009	Replantillo Hormigon ciclopeo 40% piedra fc=180kg/cm2	m3	2.97	95.23	282.83
7	506002	Hormigón Simple f'c=180 Kg/cm2	m3	3.90	175.18	683.20
8	506003	Hormigon f'c=210 kg/cm2	m3	16.26	184.07	2,992.98
9	500010	Encofrado y desencofrado recto	m2	59.73	11.25	671.96
10	516001	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm², en varillas corrugadas	Kg	753.55	2.66	2,004.44
11	501012	Enlucido con mortero 1:2 liso exterior	m2	49.37	11.21	553.44
12	501011	Enlucido con mortero 1:2 e impermeabilizante	m2	92.27	16.11	1,486.47
13	500011	Tapa metalica sanitaria de acero inoxidable 1,40x1,40, incluye suminitro, instalacion y pintura, e=1/8"	m2	1.00	193.27	193.27
14	500012	Tapa metalica sanitaria de acero inoxidable 1,50x1,50, incluye suminitro, instalacion y pintura, e=1/8"	m2	1.00	193.27	193.27
15	500014	Tapa metalica sanitaria de acero inoxidable 2,30x2,05, incluye suminitro, instalacion y pintura, e=1/8"	m2	1.00	193.27	193.27
16	500013	Tapa metalica sanitaria de acero inoxidable 2,45x2,50, incluye suminitro, instalacion y pintura, e=1/8"	m2	1.00	193.27	193.27
17	500015	Pintura exterior latex vinyl acrilica (Incluye lijado y dos manos de pintura)	m2	49.37	5.10	251.79
18	509295	Suministro, Instal. y Prueba Tuberia PVC U/Z D=200 mm 1.25 Mpa	m	30.22	35.58	1,075.23
19	5A5024	CODO 90° HD, Ø=200mm	u	7.00	209.51	1,466.57
20	5A5052	Adaptador PVC-HD, ø=200mm	u	1.00	6.48	6.48
21	540033	Sum,-Ins, Union Tipo Gibault D=200 mm	u	29.00	84.71	2,456.59
22	540901	Sum,-Ins, Valvula de Compuerta D=200mm, BB, PN10 , volante	u	2.00	787.09	1,574.18
23	535756	Sum e Inst Valvula mariposa D=200 mm	u	2.00	428.47	856.94
24		Ambiental				4,337.74
24.1	522077	Letrero metálico de información del proyecto	u	1.00	431.19	431.19
24.2	525030	Suministro e instalación de Cinta	m	720.00	5.40	3,888.00
24.3	525045	Suministro e instalación de Poste Delineador	u	1.00	18.55	18.55
SUBTOTAL						252,109.78
IVA						37,816.47
TOTAL						289,926.25

Son: DOSCIENTOS OCHENTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS VEINTE Y SEIS CON 25/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

9. Conclusión

La presente tesis ha abordado de manera exhaustiva el desafío del suministro de agua en la parroquia de Tarqui y Victoria el Portete, enfocándose tanto en el diseño de un nuevo desarenador como en la optimización de la línea de conducción de agua cruda. La necesidad de un nuevo desarenador surge de las limitaciones observadas en el sistema existente, que no era capaz de garantizar un caudal adecuado para abastecer a la creciente población de la zona.

El nuevo desarenador, diseñado para estar ubicado a 62m de la captación, cuenta con unas dimensiones de 8,40m de largo, 2.10m de ancho, y profundidades que varían de 1.30m en los extremos a 2m en la altura del desfogue de lodos. Este diseño permitirá el manejo efectivo de un caudal de 24,36 l/s. La inclusión de una pantalla con 90 orificios de 50 mm, combinada con una zona de sedimentación y una cámara para el lavado de lodos, contribuirá significativamente a mejorar la calidad del agua tratada, asegurando que el recurso hídrico que llega a la población sea más limpio y adecuado para el consumo.

Asimismo, la evaluación de la situación actual de la línea de conducción de agua cruda ha sido crucial para identificar las limitaciones del sistema existente. A través del software HAMMER, se logró un modelado efectivo de la red actual, permitiendo la recopilación de datos sobre caudales, presiones y características de las tuberías. Esta información ha sido fundamental para comprender la dinámica del sistema y los factores que contribuyen a su ineficiencia.

Se consideraron dos alternativas para repotenciar la línea de conducción. La Alternativa 1 analizó la capacidad de la red existente; sin embargo, los resultados mostraron que presentaba múltiples deficiencias, incluyendo la acumulación de aire atrapado y críticas fluctuaciones de presión, lo que la hacía inadecuada para satisfacer la demanda actual. En cambio, la Alternativa 2, que propone la construcción de una línea de conducción paralela, se ha demostrado no solo más eficiente, sino también viable. Esta nueva línea permitirá alcanzar el caudal necesario de 41,73 l/s, asegurando así que el suministro sea consistente y suficiente para la población que depende de este recurso.

Los planos de emplazamiento generados, junto con los perfiles longitudinales elaborados, garantizan que la instalación se lleve a cabo de manera adecuada, asegurando un funcionamiento

óptimo de la infraestructura. Esto minimiza el riesgo de futuras interrupciones en el suministro y mejora la resiliencia del sistema en general.

Es importante destacar que la ejecución de esta proyección tiene un costo total de 289.926,25 dólares, inversión que se considera necesaria para asegurar un futuro sostenible en el abastecimiento de agua de la comunidad. Este financiamiento no solo abordará la problemática actual de abastecimiento, sino que también promoverá un manejo más sostenible del recurso hídrico.

10. Referencias bibliográficas

- Arocha, S. (1979). *Abastecimientos de Agua* (Innovación Tecnológica (EDIT) (ed.)).
- Balza, A. (2019). *Lineas de Aduccion Por Bombeo*.
- Benavides et al. (2023). Temporal Fluctuations in Household Water Consumption and Operating Pressure Related to the Error of Their Water Meters. *Water 2023, Vol. 15, Page 1895, 15(10)*, 1895. <https://doi.org/10.3390/W15101895>
- Benitez et al. (2018). *LÍNEAS DE ADUCCIÓN*. <https://prezi.com/14mugevqkagy/lineas-de-aduccion/>
- Bohórquez, L. (2013). *Diseño de la línea de conducción complementaria, para el sistema de abastecimiento de agua potable de las parroquias de Aloasí y Machachi del cantón Mejía, a partir de la concesión de las aguas Velo de Novia, sector los Ilinizas*. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2091/1/T-UIDE-1209.pdf>
- Corcho Romero, F. H., & Duque Serna, J. I. (2005). *Acueductos: teoría y diseño*. <https://books.google.com/books/about/Acueductos.html?hl=es&id=194g9lx5vpcC>
- Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego. (2015). *Manual N° 5 Medición de agua*. <https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/4291/ANA0002791.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ETAPA. (2024). *INFORME TÉCNICO SOBRE LA SUSTENTABILIDAD DE LAS FUENTES DE AGUA QUE NACEN EN QUIMSACocha BAJO EL CONTEXTO DE LA FASE DE EXPLOTACIÓN DEL PROYECTO MINERO DE LOMA LARGA*. https://www.cuenca.gob.ec/sites/default/files/compras/Informe_Quimsacocha_ETAPA_EP_ago24-signed-signed-signed.pdf

Fao. (2013). *CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe.*

Fisher, E. (2020). *Guía de válvulas de control.* 212–218.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. (1998). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES* (Primera Ed).

Ivon Cajas & Andrés Macas. (2019). *Diseño de la captación y línea de conducción del agua potable para Caluma Nuevo, cantón Caluma, provincia de Bolívar.*
[https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/51431/1/T-70539 Cajas - Macas.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/51431/1/T-70539%20Cajas%20-%20Macas.pdf)

Lidia Caneca. (1992). *Programa regional HPE/OPS/CEPIS de mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano.*

López, R. A. (1995). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillado* (Escuela Colombiana de Ingeniería (ed.)).

Mera et al. (2022). Ver artículo.
https://scholar.google.es/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=DsK4K2UAAAAJ&citation_for_view=DsK4K2UAAAAJ:zYLM7Y9cAGgC

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica de Diseño Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural.*
https://drive.google.com/file/d/1hP45SGIkeF6NHoiizHk9-J1qUqBG7_Fn/view

Mott, R. (2006). *Tahoe design software academic cd to accompany Mott-applied fluid mechanics.*

Norma OS.01. (2006). *Obras de Saneamiento.* www.construccion.org

OPS. (2004). *GUÍA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN DE MANANTIALES* - Organización Panamericana de la Salud. 24.

OPS. (2005). *GUÍA PARA EL DISEÑO DE DESARENADORES Y SEDIMENTADORES* - Organización Panamericana de la Salud. 34.

Plastigama. (2020). *TUBERÍAS DE PRESIÓN EC Y UZ TUBERÍA DE POLIETILENO PARA USO AGRÍCOLA ACUA-FLEX TUBERÍA PVC BIORIENTADO BIAX NOVARIEGO NOVARIEGO GRANDES DIÁMETROS.*

Química, I. (2021). *Tubo de Pitot: ¿Qué es y cómo funciona?*
<https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2021/03/tubo-de-pitot-que-es-y-como-funciona.html#Que-es-el-tubo-de-pitot>

Quispe, A. B. & B. (2012). *SISTEMA INTEGRAL DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE CHULCOTORO Y CALQUÍNDE LA PARROQUIADE COCHAPAMBA.*

Ramírez, J. D. (2010). *SISTEMAS DE SANEAMIENTO Y ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, Y SU SERVICIO A LA COMUNIDAD.*

RESOLUCIÓN 330. (2017). *MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO.*

Rivas, G. (1978). *Tratamiento de agua residuales* (Segunda Ed).

Rodas Ramírez, R. M. (2017). *Diseño de redes de abastecimiento de agua potable tomando en cuenta fenómenos transitorios.* Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Sarango et al. (2023). Inactivation efficacy and reactivation of fecal bacteria with a flow-through LED ultraviolet reactor: Intraspecific response prevails over interspecific differences. *Journal of Water Process Engineering.*

- Secretaría del Agua. (2023). *Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural*. 1–44.
- Senagua. (2016). Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. *Secretaría Del Agua*, 1–44.
- Silva, M. del R. P. (2018). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL*.
[https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/27234/1/Tesis 1217 - Pérez Silva Maribel del Rocío.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/27234/1/Tesis%201217%20-%20P%C3%A9rez%20Silva%20Maribel%20del%20Roc%C3%ADo.pdf)
- Valdivieso, A. (2024). *¿Qué es un caudal?* <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-caudal>
- Villón, M. (2005). *Diseño de estructuras hidráulicas* (Segunda Ed.).
- Zambrano, F. (2020). *Determinación Del Golpe De Ariete En Tuberías a Presión Mediante Un Modelo Hidráulico De Laboratorio*. 05, 2001.
- Zarza, L. (2024). *¿Qué es un caudalímetro y cuántos tipos hay?*
<https://www.iagua.es/respuestas/que-es-caudalimetro-y-cuantos-tipos-hay>

11. Anexos

Anexo 1

Para para el diseño de la línea de aducción

PARÁMETROS DE DISEÑO

Población Futura	15715	Habitantes
Caudal de diseño	24.36	l/s
Pendiente Max	30	%
Pendiente Min	0.5	%
Velocidad Max	4	m/s
Velocidad Min	0.6	m/s

1. Diseño de Tuberías

$$D = \sqrt{\frac{4 * Qd}{\pi * V}}$$

1.1 Diametro Máximo

Qd=	0.02436	m3/s
Vmin=	0.6	m/s
Dmax=	0.23	m

Diam Comercial	
250	mm
0.25	m

1.2 Diametro Minimo

Qd=	0.0244	m3/s
Vmax=	4.0	m/s
Dmin=	0.09	m

Diam Comercial	
110	mm
0.11	m

Diam Min 110 < Diam Elegido 200.0 < Diam Max 250

Cumple

Dmoninal=	0.2 m
Dinterno=	181.0 mm
Dinterno=	0.181 m

Anexo 2

Comprobación de los parámetros de la línea de aducción

3. Sacamos la pendiente con la ecuación de Manning

$$Q = \frac{1}{n} * A * Rh^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

D: Diámetro m

Q: Caudal en m³/s

RH: Radio hidráulico en m

S: pendiente expresada en tanto por ciento

n: Coeficiente de rugosidad 0.011

$$S = \left(\frac{Q * 4^{\frac{5}{3}} * n}{\pi * D^{\frac{8}{3}}} \right)^2$$

S=	0.0067		
	0.67	%	Cumple

4. Calculamos la velocidad

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

Donde:

V: Velocidad m/s

RH: Radio hidráulico en m

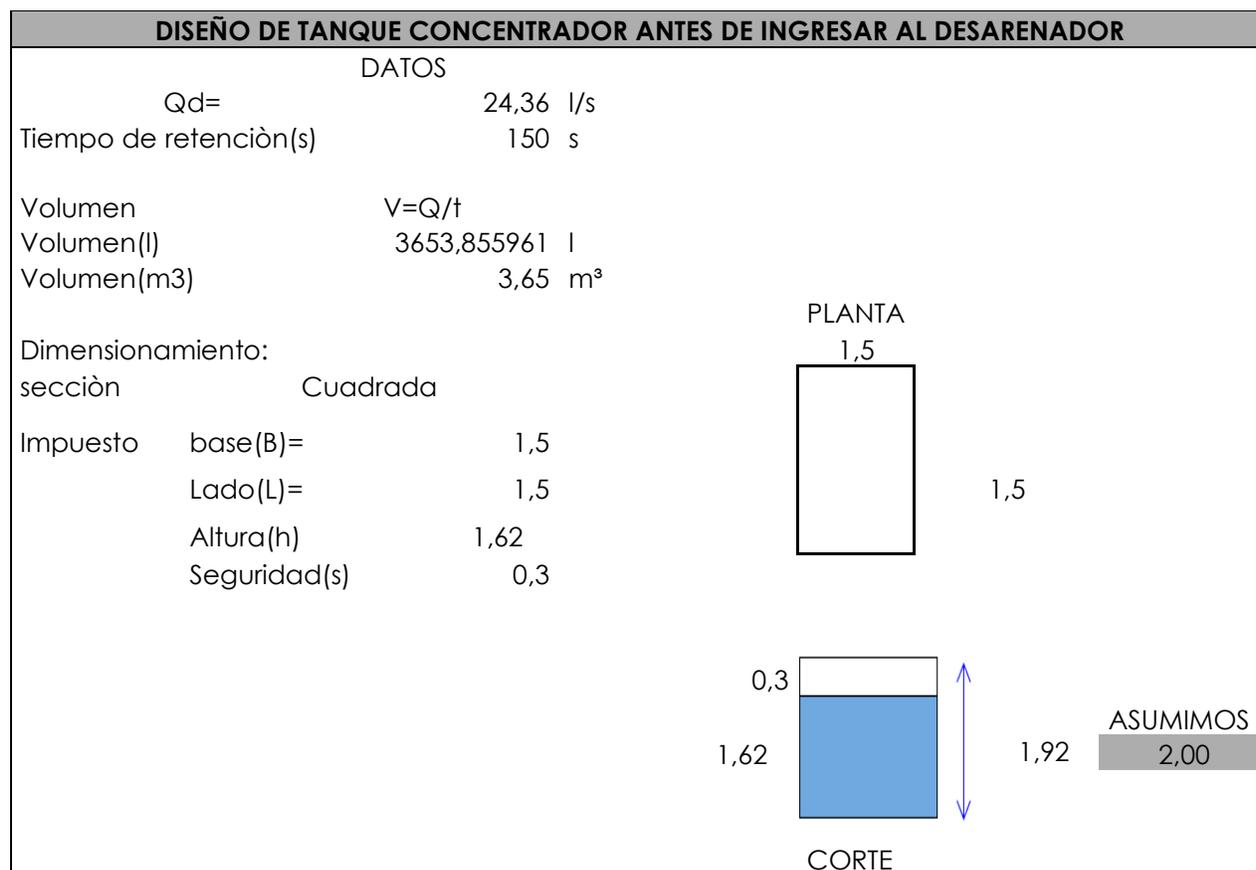
S: pendiente expresada en %

n: Coeficiente de rugosidad

V=	0.84	m/s	Cumple
----	------	-----	--------

Anexo 3

Diseño del tanque contenedor



Anexo 4

Diseño de la Cámara del desarenador

DISEÑO DEL DESARENADOR

PARÁMETROS DE DISEÑO

	Caudal (Qd)	24,36
φ:	Diámetro de partículas a remover	0,100 mm
δs:	Densidad relativa de partículas	2,65 gr/cm³
δ:	Peso específico del agua	1,00 gr/cm³
Tr:	Tiempo de retención (Tr)	15 [10 - 20 minutos]
Cs:	Carga superficial (Cs)	120 [60 - 120 m³/m²/día]
T:	Temperatura	16 °C
v:	Viscosidad cinemática	1,12E-02 cm²/seg.
g:	Aceleración de la gravedad	981 cm²/seg.

DISEÑO DE CÁMARA DEL DESARENADOR

1. Volumen del desarenador

$$V_d = Q_d \times T_r$$

$$V_d = 21,92 \text{ m}^3$$

2. Área superficial horizontal

$$A_s = \frac{Q_d}{C_s}$$

$$A_s = 17,54 \text{ m}^2$$

3. Dimensionamiento

$$L/B = 3 - 6 \quad 4,00 \text{ Adoptado}$$

$$L/H = 5 - 20 \quad 5,00 \text{ Adoptado}$$

Donde :

L = Largo (m)

B = Ancho (m)

H = Altura (m)

$$B = 2,09 \text{ m}$$

$$B = 2,10 \text{ m}$$

Adopto Ok

$$L = 8,40 \text{ m}$$

$$L = 8,40 \text{ m}$$

Adopto Ok

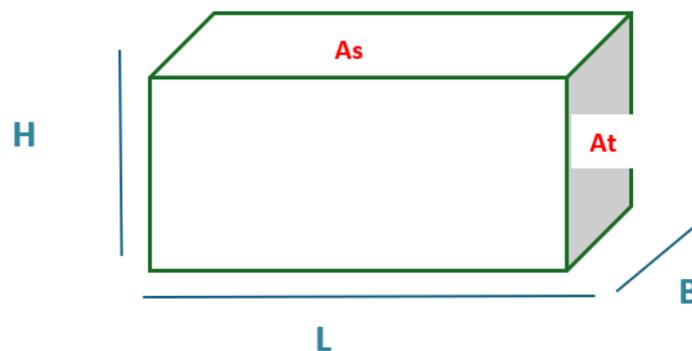
$$H = \frac{V_d}{A_s}$$

$$H = 1,25 \text{ m}$$

$$H = 1,30 \text{ m}$$

Adopto Ok

an



Anexo 5

Comprobación de velocidades

4. Comprobación de dimensionamiento

4.1 Volumen Útil

$$V_u = L \times B \times H$$

$$V_u = 22,93 \quad m^3$$

4.2 Tiempo de retención

$$T_r = \frac{V_u}{Q_d}$$

$$T_r = 15,69 \quad \text{minutos} \quad \text{Ok}$$

5. Chequeo de velocidades

5.1 Carga Superficial (Cs)

$$C_s = \frac{Q_d}{A_s}$$

$$C_s = 0,00138 \quad m/seg$$

$$C_s = 0,138 \quad cm/seg$$

5.2 Velocidad sedimentación (Vs.)

Utilizaremos la ecuación de STOKES para verificar el tipo de régimen

$$V_s = \frac{g d^2}{18 \nu} (\delta_s - \delta)$$

$$v_s = 0,805 \quad cm/seg$$

Anexo 6

Comprobar el régimen

Comprobación del Número de Reynolds

$$R = \frac{V_s d}{\nu}$$

$$R = 0,721 \quad \text{Regimen de transición no es aplicable STOKES}$$

Aplicaremos el procedimiento para régimen de TRANSICIÓN - ALLEN

Calculamos la V_s mediante un proceso interactivo

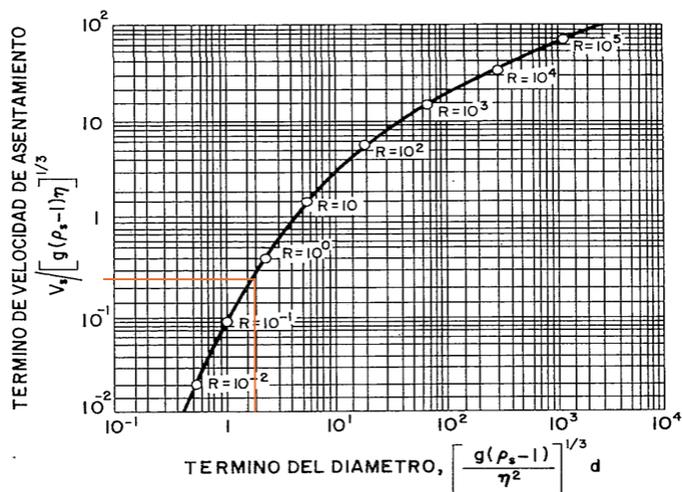
$$\text{Término del diametro} = \left[\frac{g(\delta_s - \delta)}{\nu^2} \right]^{1/3}$$

$$Td = 2,35$$

Término de la velocidad de sedimentación:

$$\frac{V_s}{[g(\delta_s - \delta)\nu]^{1/3}} = \text{Valor de reajuste}$$

$$\begin{aligned} \text{Valor de reajuste} &= 0,3 \\ V_s &= 0,79 \text{ cm/seg} \\ R &= 0,705 \end{aligned}$$



Anexo 7

Determinar la velocidad de sedimentación

Se determina la velocidad de sedimentación de la partícula en la zona de transición mediante la ecuación.

$$V_s = \sqrt{\frac{4 g d}{3 C_D} (\delta_s - \delta)}$$

$$C_d = \frac{24}{R} + \frac{3}{\sqrt{R}} + 0.34$$

Donde :

C_d = Coeficiente de arrastre

$$\begin{aligned} C_d &= 37,96 \\ V_s &= \mathbf{0,754} \text{ cm/seg} \quad V_s > C_s \text{ Ok} \\ R &= \mathbf{0,675} \end{aligned}$$

5.3 Velocidad de deslizamiento o arrastre (Vd)

$$Vd = \sqrt{\frac{8k}{f} g (\delta s - 1) d}$$

Donde :

k : Coeficiente para partículas discretas y aisladas en soluciones diluidas

f : Coeficiente fricción para el concreto

0,04

0,03

$$Vd = 13,14 \text{ cm/seg}$$

5.4 Velocidad horizontal (Vh)

$$Vh = \frac{Qd}{At} \quad Vh = 0,892 \text{ cm/seg} \quad Vd > Vh \text{ Ok}$$

Anexo 8*Dimensiones finales del desarenador*6. Cálculo de capacidad del desarenador de acuerdo a porcentaje de remoción

Se a considerado la condición de comportamiento pobre debido al relativo control y mantenimiento que tendrá la obra debido a su accesibilidad y lejanía, se a adoptado un 75% de eficiencia, para lo cual tenemos

1,66

Donde :

$$t = \frac{H}{Vs}$$

t : Tiempo de caída de la partícula

a : Tiempo para una remoción del 75% de la partículas

$$t = 172,41 \text{ seg}$$

$$a = 4,77 \text{ min}$$

$$\text{Capacidad} = 6,97 \text{ m}^3$$

OK menor que Vu = 22,93 m³

Dimensiones Finales

Longitud :	8,40	m
Ancho :	2,10	m
Altura :	1,30	m

Anexo 9*Diseño de la estructura de entrada***DISEÑO DE ESTRUCTURA DE ENTRADA**Parámetros de Diseño

Velocidad horizontal en orificios $V_o = 0,15$ m/seg
 Diámetro de orificios = 50 mm

Tubería de PVC.P. E/C de 25 mm 1.60 Mpa

7. Área transversal total de orificios (A_{to})

$$A_{to} = \frac{Q_d}{V_o}$$

$$A_{to} = 0,162393598 \text{ m}^2$$

$$A_{to} = 1623,9 \text{ cm}^2$$

8. Área transversal de los orificios (A_o)

$$A_o = 0,001963 \text{ m}^2$$

9. Número de orificios (N_{orif})

$$N_{orif} = \frac{A_{to}}{A_o}$$

$$N_{orif} = 82,71 \text{ u}$$

$$N_{orif} = 90 \text{ u Adoptado Ok}$$

10. Comprobación de velocidades en orificios

$$q_o = \frac{Q_d}{N_{orif}}$$

$$V_{\text{orificio}} = \frac{q_o}{A_o}$$

$$q_o = 0,0002707 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$V_{\text{orificio}} = 0,10 \text{ m/seg} \quad \text{Ok menor o igual que } 0.15 \text{ m/seg}$$

Anexo 10

Espacio entre los orificios

11. Ubicación de los orificios en la pantalla

Debido a que no se hará una remoción mecánica de los lodos, los orificios se los ubicará de la siguiente manera:

Orificios mas altos h/	5	0,26 m
Orificios mas bajos h/	5	0,26 m

12. Se determina el espaciamiento entre filas

$$ef = \frac{Hp}{nf - 1}$$

Donde: Hp : Altura de la pantalla menos la ubicación de los orificios
: Número de filas
nf (Asumir)

H= 0,78 m

nf= 9

ef= 0,10 m

13. Se determina el espaciamiento entre columnas

$$ec = \frac{B}{(nc + 1)}$$

Donde: B : Ancho
nc : Número de columnas (Asumir)

B= 2,10 m

nc= 10

ef= 0,19 m

Anexo 11

Diseño de la estructura de salida

DISEÑO DE ESTRUCTURA DE SALIDA

14. Carga de agua sobre el vertedero frontal

$$H_v = \left(\frac{Q_d}{1.84 \times B} \right)^{2/3}$$

$$B = 2,10 \text{ m (el mismo ancho del desarenador)}$$

$$H_v = 0,03 \text{ m}$$

15. Velocidad en el vertedero

$$V_v = \frac{Q_d}{B H_v}$$

$$V_v = 0,39 \text{ m/s}$$

15. Longitud del canal de recolección

Ecuación del chorro para la longitud

$$X_s = 0.36 V_v^{2/3} + 0.6 H_v^{4/7}$$

$$X_s = 0,27 \text{ m}$$

$$L_v = X_s + 0.1$$

$$L_v = 0,37 \text{ m}$$

$$L_v = 0,40 \text{ m Adopto}$$

Anexo 12

Diseño de la zona de lodos

DISEÑO DE ZONA DE LODOS

Volumen de Lodos = 20% del Volumen del Sedimentación

$$V_{\text{sedimentación}} = 22,93 \text{ m}^3$$

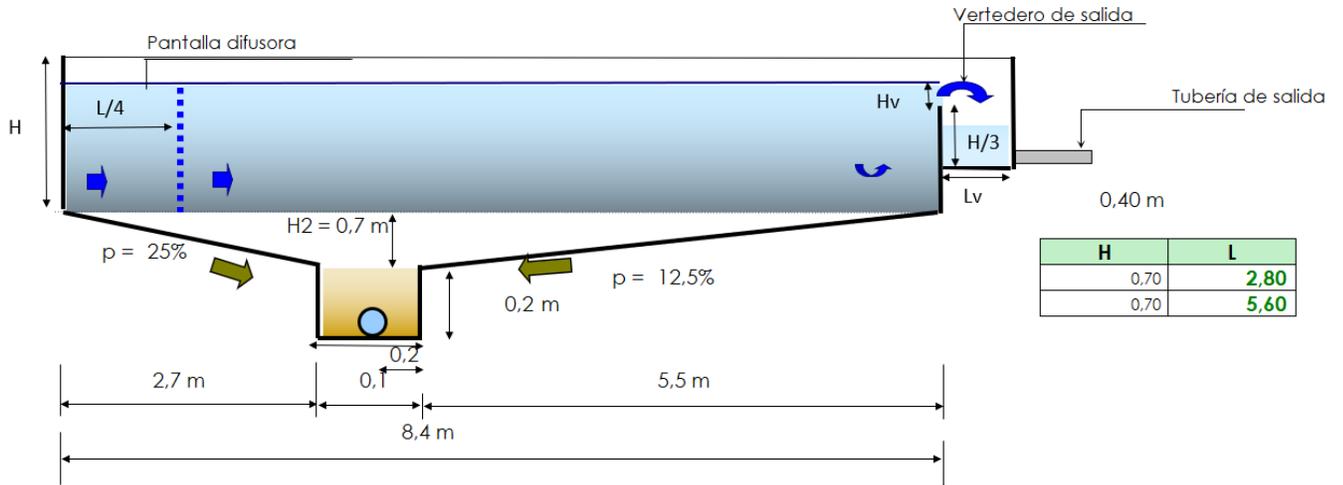
$$V_{\text{lodos}} = 4,59 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{real de lodos}} = 6,41 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{tanque}} = 29,34 \text{ m}^3$$

$$\text{Porcentaje real} = 28\%$$

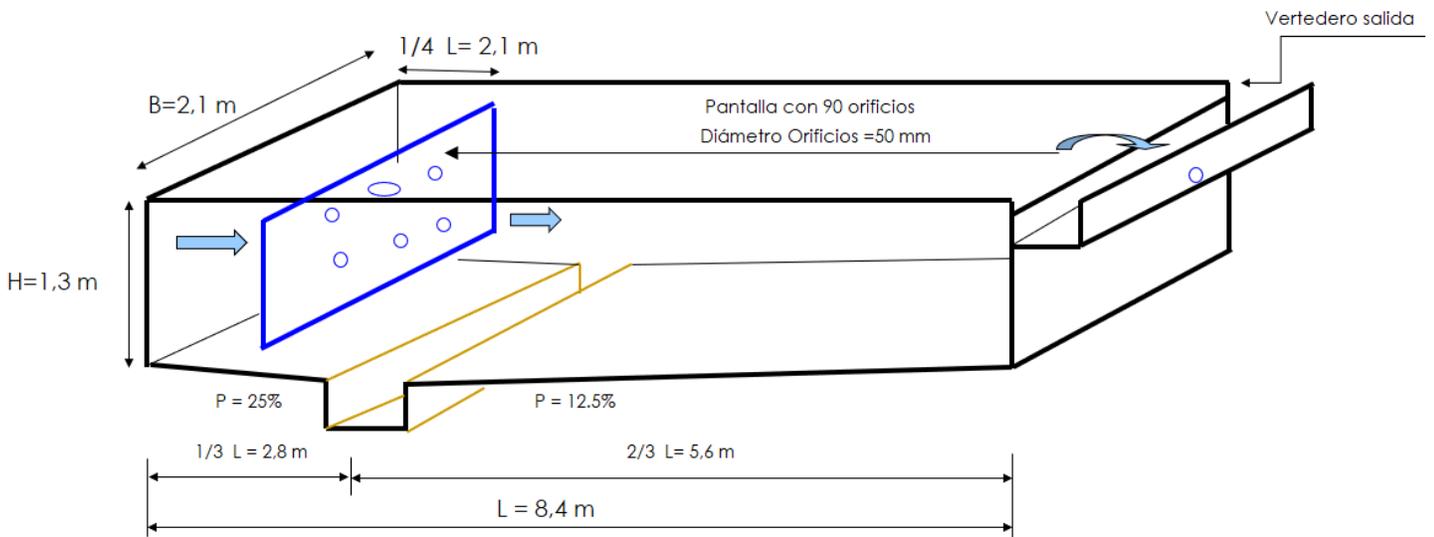
ZONA DE LODOS



Anexo 13

Resumen del diseño del desarenador

RESUMEN DE DIMENSIONES FINALES DEL DESARENADOR



Anexo 14

Tubería de desagüe

DISEÑO DE TUBERÍA DE DESAGÜE

14. Tubería de desagüe

El Tiempo de vaciado viene dado por la siguiente expresión

$$t = \frac{2 S \sqrt{h}}{u A \sqrt{2 g}}$$

Donde:

t : Tiempo de vaciado en seg	
S : Superficie del tanque en m ²	= 17,64 m ²
A: Área de la tubería m ² , con el diámetro	0,2 m.= 0,0314 m ²
u: Coeficiente que depende de la relación L/D, siendo L la long. de la tubería recta acorde con el accesorio y D el diámetro de la tubería.	= 0,45
L: Longitud de tubería de desagüe	= 15 m

$$u = \frac{1}{\sqrt{0.0431 \times \frac{L}{D} + 1.62}}$$

h: Altura de la lámina de agua = 2,20 m

Tiempo de vaciado	t =	836,080806 seg
	t =	0,23 horas
	t =	13,8 min

Anexo 15

Caudal máximo en la tubería de desagüe

15. Caudal de desagüe máximo

El caudal de desagüe esta dado por la siguiente expresión

$$Q = \frac{3.1416 \times D^{8/3} \times \sqrt{J}}{4^{5/3} \times n}$$

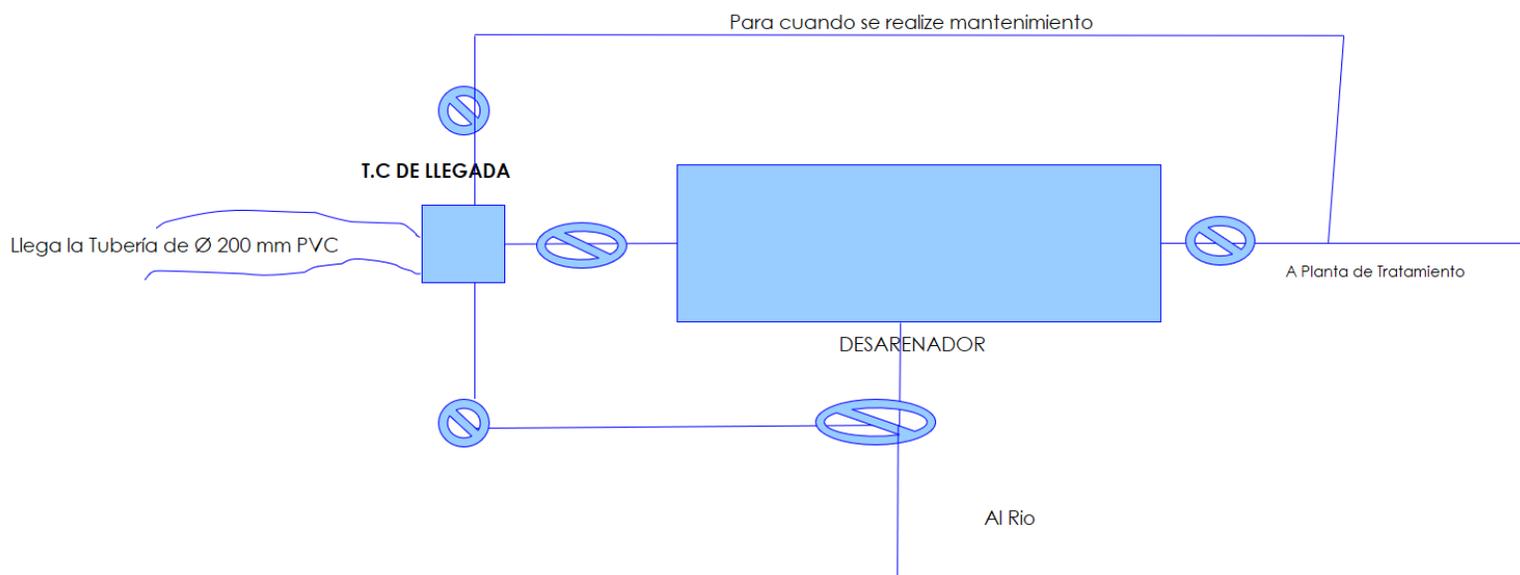
Donde:

Q : Caudal de ingreso máximo	
D : Diámetro de la tubería	= 0,2 m
n : Coeficiente de Manning	= 0,013
J : Pendiente	= 1%

Q = 32,8 l/s OK es mayor que QD=24,36 l/s

OBRA NUEVA PARA CAUDAL FUTURO

OBRA NUEVA PARA CAUDAL FUTURO



Anexo 16

Perdida de caraga EXISTENTE

TRAMO DE: A:	ABSCISA	LONG. TRAMO m	COTA TERRENO m.s.n.m	CAUDAL	D INT. mm	VELOCIDAD	PERDIDA DE CARGA	OBSERVACIONES
				l/s Q		m/seg V		
TANQUE 1	0		2767,00					
		11,23		19,27	184,6	0,72	0,03	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 1	11,23		2766,00	,				
		93,53		19,27	184,6	0,72	0,23	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J1)	104,76		2758,00					
		20,81		19,27	184,6	0,72	0,05	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J2)	125,57		2759,00					
		58,52		19,27	184,6	0,72	0,14	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J3)	184,09		2755,00					
		24,74		19,27	184,6	0,72	0,06	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm

NODO CONTROL (J4)	208,83		2754,00					
		33,60		19,27	184,6	0,72	0,08	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 2	242,43		2756,00					
		61,68		19,27	184,6	0,72	0,15	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J5)	304,11		2750,00					
		15,26		19,27	184,6	0,72	0,04	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 3	319,37		2752,00					
		43,97		19,27	184,6	0,72	0,11	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 4	363,34		2750,00	,				
		16,03		19,27	184,6	0,72	0,04	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J6)	379,37		2745,00					
		19,33		19,27	184,6	0,72	0,05	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J7)	398,70		2747,00					
		78,92		19,27	184,6	0,72	0,20	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J8)	477,62		2751,00					
		17,03		19,27	184,6	0,72	0,04	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J9)	494,65		2752,00					
		29,83		19,27	184,6	0,72	0,07	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 5	524,48		2760,00					
		32,68		19,27	184,6	0,72	0,08	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J10)	557,16		2755,00					
		27,95		19,27	184,6	0,72	0,07	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J11)	585,11		2741,00	,				
		29,99		19,27	184,6	0,72	0,07	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 6	615,10		2748,00					
		77,90		19,27	184,6	0,72	0,19	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J12)	693,00		2739,00					

		103,87		19,27	184,6	0,72	0,26	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J13)	796,87		2740,00					
		20,62		19,27	184,6	0,72	0,05	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J14)	817,49		2739,00					
		75,06		19,27	184,6	0,72	0,19	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J15)	892,55		2732,00					
		34,06		19,27	184,6	0,72	0,08	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J16)	926,61		2735,00					
		13,45		19,27	184,6	0,72	0,03	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J17)	940,06		2740,00					
		52,33		19,27	184,6	0,72	0,13	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J18)	992,39		2735,00	,				
		67,48		19,27	184,6	0,72	0,17	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J19)	1059,87		2730,00					
		20,12		19,27	184,6	0,72	0,05	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J20)	1079,99		2740,00					
		70,21		19,27	184,6	0,72	0,17	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 7	1150,20		2720,00					
		123,56		19,27	184,6	0,72	0,31	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 8	1273,76		2720,00					
		93,97		19,27	184,6	0,72	0,23	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 9	1367,73		2755,00					
		28,43		19,27	184,6	0,72	0,07	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J21)	1396,16		2722,00					
		111,72		19,27	184,6	0,72	0,28	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J22)	1507,88		2711,12	,				

		39,33		19,27	184,6	0,72	0,10	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J23)	1547,21		2707,57					
		54,70		19,27	184,6	0,72	0,14	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J24)	1601,91		2707,59					
		56,01		19,27	184,6	0,72	0,14	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J25)	1657,92		2706,79					
		55,98		19,27	184,6	0,72	0,14	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J26)	1713,90		2699,43					
		12,95		19,27	184,6	0,72	0,03	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J27)	1726,85		2702,55					
		12,84		19,27	184,6	0,72	0,03	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J28)	1739,69		2706,39					
		49,25		19,27	184,6	0,72	0,12	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J29)	1788,94		2705,79					
		17,48		19,27	184,6	0,72	0,04	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J30)	1806,42		2704,75	,				
		23,10		19,27	184,6	0,72	0,06	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J31)	1829,52		2705,84					
		62,88		19,27	184,6	0,72	0,16	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J32)	1892,40		2709,54					
		19,98		19,27	184,6	0,72	0,05	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J33)	1912,38		2710,94					
		37,64		19,27	184,6	0,72	0,09	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J34)	1950,02		2708,05					
		12,59		19,27	184,6	0,72	0,03	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm

NODO CONTROL (J35)	1962,61		2718,04					
		44,03		19,27	184,6	0,72	0,11	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J36)	2006,64		2718,14					
		27,95		19,27	184,6	0,72	0,07	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J37)	2034,59		2718,08	,				
		29,80		19,27	184,6	0,72	0,07	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J38)	2064,39		2718,04					
		52,32		19,27	184,6	0,72	0,13	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J39)	2116,71		2717,97					
		13,59		19,27	184,6	0,72	0,03	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J40)	2130,30		2718,40					
		4,48		19,27	184,6	0,72	0,01	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J41)	2134,78		2716,94					
		29,27		19,27	184,6	0,72	0,07	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J42)	2164,05		2718,44					
		12,51		19,27	184,6	0,72	0,03	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J43)	2176,56		2717,70					
		28,51		19,27	184,6	0,72	0,07	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J44)	2205,07		2717,70					
		43,50		19,27	184,6	0,72	0,11	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J45)	2248,57		2718,53	,				
		22,63		19,27	184,6	0,72	0,06	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J46)	2271,20		2719,58					
		44,68		19,27	184,6	0,72	0,11	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J47)	2315,88		2720,21					

		43,44		19,27	184,6	0,72	0,11	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J48)	2359,32		2720,23					
		36,67		19,27	184,6	0,72	0,09	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J49)	2395,99		2719,60					
		114,58		19,27	184,6	0,72	0,28	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J50)	2510,57		2719,08					
		62,04		19,27	184,6	0,72	0,15	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J51)	2572,61		2720,82					
		35,58		19,27	184,6	0,72	0,09	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J52)	2608,19		2726,78					
		33,89		19,27	184,6	0,72	0,08	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J53)	2642,08		2732,87	,				
		36,27		19,27	184,6	0,72	0,09	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J54)	2678,35		2736,46					
		37,17		19,27	184,6	0,72	0,09	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J55)	2715,52		2739,30					
		18,87		19,27	184,6	0,72	0,05	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J56)	2734,39		2741,86					
		21,43		19,27	184,6	0,72	0,05	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J57)	2755,82		2743,86					
		35,17		19,27	184,6	0,72	0,09	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J58)	2790,99		2744,94					
		25,32		19,27	184,6	0,72	0,06	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J59)	2816,31		2746,44					
		20,33		19,27	184,6	0,72	0,05	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm

NODO CONTROL (J60)	2836,64		2746,73					
		25,74		19,27	184,6	0,72	0,06	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J61)	2862,38		2748,26	,				
		29,26		19,27	184,6	0,72	0,07	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J62)	2891,64		2750,01					
		23,39		19,27	184,6	0,72	0,06	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J63)	2915,03		2751,98					
		30,51		19,27	184,6	0,72	0,08	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J64)	2945,54		2755,26					
		11,39		19,27	184,6	0,72	0,03	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
VALV. DE CONTROL	2956,93		2755,19					
		4,27		19,27	184,6	0,72	0,01	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
TANQUE 2	2961,20		2718,04					

Anexo 17

Perdidas de Carga en la Red ALTERNATIVA 1.

TRAMO DE: A:	ABSCISA	LONG. TRAMO m	COTA TERRENO m.	CAUDAL	D INT. mm	VELOCIDAD	PERDIDA DE CARGA	OBSERVACIONES
				l/s Q		m/seg V	m	
TANQUE 1	0		2767,00					
		11,23		41,73	184,6	1,56	0,12	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 1	11,23		2766,00	,				
		93,53		41,73	184,6	1,56	0,97	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J1)	104,76		2758,00					
		20,81		41,73	184,6	1,56	0,22	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J2)	125,57		2759,00					
		58,52		41,73	184,6	1,56	0,60	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J3)	184,09		2755,00					

		24,74		41,73	184,6	1,56	0,26	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J4)	208,83		2754,00					
		33,60		41,73	184,6	1,56	0,35	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 2	242,43		2756,00					
		61,68		41,73	184,6	1,56	0,64	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J5)	304,11		2750,00					
		15,26		41,73	184,6	1,56	0,16	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 3	319,37		2752,00					
		43,97		41,73	184,6	1,56	0,45	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 4	363,34		2750,00	,				
		16,03		41,73	184,6	1,56	0,17	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J6)	379,37		2745,00					
		19,33		41,73	184,6	1,56	0,20	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J7)	398,70		2747,00					
		78,92		41,73	184,6	1,56	0,82	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J8)	477,62		2751,00					
		17,03		41,73	184,6	1,56	0,18	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J9)	494,65		2752,00					
		29,83		41,73	184,6	1,56	0,31	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 5	524,48		2760,00					
		32,68		41,73	184,6	1,56	0,34	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J10)	557,16		2755,00					
		27,95		41,73	184,6	1,56	0,29	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J11)	585,11		2741,00	,				
		29,99		41,73	184,6	1,56	0,31	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 6	615,10		2748,00					
		77,90		41,73	184,6	1,56	0,81	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J12)	693,00		2739,00					
		103,87		41,73	184,6	1,56	1,07	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J13)	796,87		2740,00					
		20,62		41,73	184,6	1,56	0,21	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm

NODO CONTROL (J14)	817,49		2739,00					
		75,06		41,73	184,6	1,56	0,78	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J15)	892,55		2732,00					
		34,06		41,73	184,6	1,56	0,35	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J16)	926,61		2735,00					
		13,45		41,73	184,6	1,56	0,14	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J17)	940,06		2740,00					
		52,33		41,73	184,6	1,56	0,54	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J18)	992,39		2735,00	,				
		67,48		41,73	184,6	1,56	0,70	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J19)	1059,87		2730,00					
		20,12		41,73	184,6	1,56	0,21	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J20)	1079,99		2740,00					
		70,21		41,73	184,6	1,56	0,73	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 7	1150,20		2720,00					
		123,56		41,73	184,6	1,56	1,28	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 8	1273,76		2720,00					
		93,97		41,73	184,6	1,56	0,97	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 9	1367,73		2755,00					
		28,43		41,73	184,6	1,56	0,29	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J21)	1396,16		2722,00					
		111,72		41,73	184,6	1,56	1,15	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J22)	1507,88		2711,12	,				
		39,33		41,73	184,6	1,56	0,41	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J23)	1547,21		2707,57					
		54,70		41,73	184,6	1,56	0,57	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J24)	1601,91		2707,59					
		56,01		41,73	184,6	1,56	0,58	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J25)	1657,92		2706,79					
		55,98		41,73	184,6	1,56	0,58	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J26)	1713,90		2699,43					

		12,95		41,73	184,6	1,56	0,13	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J27)	1726,85		2702,55					
		12,84		41,73	184,6	1,56	0,13	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J28)	1739,69		2706,39					
		49,25		41,73	184,6	1,56	0,51	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J29)	1788,94		2705,79					
		17,48		41,73	184,6	1,56	0,18	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J30)	1806,42		2704,75	,				
		23,10		41,73	184,6	1,56	0,24	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J31)	1829,52		2705,84					
		62,88		41,73	184,6	1,56	0,65	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J32)	1892,40		2709,54					
		19,98		41,73	184,6	1,56	0,21	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J33)	1912,38		2710,94					
		37,64		41,73	184,6	1,56	0,39	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J34)	1950,02		2708,05					
		12,59		41,73	184,6	1,56	0,13	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J35)	1962,61		2718,04					
		44,03		41,73	184,6	1,56	0,46	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J36)	2006,64		2718,14					
		27,95		41,73	184,6	1,56	0,29	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J37)	2034,59		2718,08	,				
		29,80		41,73	184,6	1,56	0,31	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J38)	2064,39		2718,04					
		52,32		41,73	184,6	1,56	0,54	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J39)	2116,71		2717,97					
		13,59		41,73	184,6	1,56	0,14	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J40)	2130,30		2718,40					
		4,48		41,73	184,6	1,56	0,05	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J41)	2134,78		2716,94					
		29,27		41,73	184,6	1,56	0,30	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm

NODO CONTROL (J42)	2164,05		2718,44					
		12,51		41,73	184,6	1,56	0,13	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J43)	2176,56		2717,70					
		28,51		41,73	184,6	1,56	0,29	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J44)	2205,07		2717,70					
		43,50		41,73	184,6	1,56	0,45	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J45)	2248,57		2718,53	,				
		22,63		41,73	184,6	1,56	0,23	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J46)	2271,20		2719,58					
		44,68		41,73	184,6	1,56	0,46	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J47)	2315,88		2720,21					
		43,44		41,73	184,6	1,56	0,45	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J48)	2359,32		2720,23					
		36,67		41,73	184,6	1,56	0,38	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J49)	2395,99		2719,60					
		114,58		41,73	184,6	1,56	1,18	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J50)	2510,57		2719,08					
		62,04		41,73	184,6	1,56	0,64	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J51)	2572,61		2720,82					
		35,58		41,73	184,6	1,56	0,37	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J52)	2608,19		2726,78					
		33,89		41,73	184,6	1,56	0,35	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J53)	2642,08		2732,87	,				
		36,27		41,73	184,6	1,56	0,37	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J54)	2678,35		2736,46					
		37,17		41,73	184,6	1,56	0,38	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J55)	2715,52		2739,30					
		18,87		41,73	184,6	1,56	0,20	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J56)	2734,39		2741,86					
		21,43		41,73	184,6	1,56	0,22	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J57)	2755,82		2743,86					

		35,17		41,73	184,6	1,56	0,36	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J58)	2790,99		2744,94					
		25,32		41,73	184,6	1,56	0,26	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J59)	2816,31		2746,44					
		20,33		41,73	184,6	1,56	0,21	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J60)	2836,64		2746,73					
		25,74		41,73	184,6	1,56	0,27	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J61)	2862,38		2748,26	,				
		29,26		41,73	184,6	1,56	0,30	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J62)	2891,64		2750,01					
		23,39		41,73	184,6	1,56	0,24	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J63)	2915,03		2751,98					
		30,51		41,73	184,6	1,56	0,32	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J64)	2945,54		2755,26					
		11,39		41,73	184,6	1,56	0,12	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
VALV. DE CONTROL	2956,93		2755,19					
		4,27		41,73	184,6	1,56	0,04	Tubería PVC E/C 1.00 Mpa D=200 mm
TANQUE 2	2961,20		2718,04					

Anexo 18

Perdidas de Carga en la Red ALTERNATIVA 2

TRAMO DE: A:	ABSCISA	LONG. TRAMO m	COTA TERRENO m.	CAUDAL	D INT. mm	VELOCIDAD	PERDIDA DE	OBSERVACIONES
				l/s Q		m/seg V	CARGA m	
TANQUE 1	0		2767,00					
		11,23		22,90	181	0,89	0,04	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 1	11,23		2766,00	,				
		93,53		22,90	181	0,89	0,35	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J1)	104,76		2758,00					
		20,81		22,900	181	0,89	0,08	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm

NODO CONTROL (J2)	125,57		2759,00					
		58,52		22,900	181	0,89	0,22	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J3)	184,09		2755,00					
		24,74		22,900	181	0,89	0,09	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J4)	208,83		2754,00					
		33,60		22,900	181	0,89	0,13	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 2	242,43		2756,00					
		61,68		22,900	181	0,89	0,23	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J5)	304,11		2750,00					
		15,26		22,90	181	0,89	0,06	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 3	319,37		2752,00					
		43,97		22,90	181	0,89	0,16	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 4	363,34		2750,00					
		16,03		22,90	181	0,89	0,06	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J6)	379,37		2745,00					
		19,33		22,900	181	0,89	0,07	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J7)	398,70		2747,00					
		78,92		22,900	181	0,89	0,30	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J8)	477,62		2751,00					
		17,03		22,900	181	0,89	0,06	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J9)	494,65		2752,00					
		29,83		22,900	181	0,89	0,11	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 5	524,48		2760,00					
		32,68		22,900	181	0,89	0,12	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J10)	557,16		2755,00					
		27,95		22,90	181	0,89	0,10	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J11)	585,11		2741,00					
		29,99		22,90	181	0,89	0,11	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 6	615,10		2748,00					
		77,90		22,90	181	0,89	0,29	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J12)	693,00		2739,00					

		103,87		22,90	181	0,89	0,39	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J13)	796,87		2740,00					
		20,62		22,90	181	0,89	0,08	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J14)	817,49		2739,00					
		75,06		22,90	181	0,89	0,28	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J15)	892,55		2732,00					
		34,06		22,90	181	0,89	0,13	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J16)	926,61		2735,00					
		13,45		22,90	181	0,89	0,05	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J17)	940,06		2740,00					
		52,33		22,90	181	0,89	0,20	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J18)	992,39		2735,00	,				
		67,48		22,90	181	0,89	0,25	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J19)	1059,87		2730,00					
		20,12		22,90	181	0,89	0,08	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J20)	1079,99		2740,00					
		70,21		22,90	181	0,89	0,26	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 7	1150,20		2720,00					
		123,56		22,90	181	0,89	0,46	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 8	1273,76		2720,00					
		93,97		22,90	181	0,89	0,35	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 9	1367,73		2755,00					
		28,43		22,90	181	0,89	0,11	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J21)	1396,16		2722,00					
		111,72		22,90	181	0,89	0,42	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J22)	1507,88		2711,12	,				
		39,33		22,90	181	0,89	0,15	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J23)	1547,21		2707,57					
		54,70		22,90	181	0,89	0,20	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J24)	1601,91		2707,59					
		56,01		22,90	181	0,89	0,21	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm

NODO CONTROL (J25)	1657,92		2706,79					
		55,98		22,90	181	0,89	0,21	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J26)	1713,90		2699,43					
		12,95		22,90	181	0,89	0,05	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J27)	1726,85		2702,55					
		12,84		22,90	181	0,89	0,05	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J28)	1739,69		2706,39					
		49,25		22,90	181	0,89	0,18	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J29)	1788,94		2705,79					
		17,48		22,90	181	0,89	0,07	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J30)	1806,42		2704,75	,				
		23,10		22,90	181	0,89	0,09	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J31)	1829,52		2705,84					
		62,88		22,90	181	0,89	0,24	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J32)	1892,40		2709,54					
		19,98		22,90	181	0,89	0,07	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J33)	1912,38		2710,94					
		37,64		22,90	181	0,89	0,14	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J34)	1950,02		2708,05					
		12,59		22,90	181	0,89	0,05	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J35)	1962,61		2718,04					
		44,03		22,90	181	0,89	0,16	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J36)	2006,64		2718,14					
		27,95		22,90	181	0,89	0,10	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J37)	2034,59		2718,08	,				
		29,80		22,90	181	0,89	0,11	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J38)	2064,39		2718,04					
		52,32		22,90	181	0,89	0,20	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J39)	2116,71		2717,97					
		13,59		22,90	181	0,89	0,05	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J40)	2130,30		2718,40					

		4,48		22,90	181	0,89	0,02	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J41)	2134,78		2716,94					
		29,27		22,90	181	0,89	0,11	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J42)	2164,05		2718,44					
		12,51		22,90	181	0,89	0,05	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J43)	2176,56		2717,70					
		28,51		22,90	181	0,89	0,11	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J44)	2205,07		2717,70					
		43,50		22,90	181	0,89	0,16	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J45)	2248,57		2718,53	,				
		22,63		22,90	181	0,89	0,08	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J46)	2271,20		2719,58					
		44,68		22,90	181	0,89	0,17	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J47)	2315,88		2720,21					
		43,44		22,90	181	0,89	0,16	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J48)	2359,32		2720,23					
		36,67		22,90	181	0,89	0,14	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J49)	2395,99		2719,60					
		114,58		22,90	181	0,89	0,43	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J50)	2510,57		2719,08					
		62,04		22,90	181	0,89	0,23	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J51)	2572,61		2720,82					
		35,58		22,90	181	0,89	0,13	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J52)	2608,19		2726,78					
		33,89		22,90	181	0,89	0,13	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J53)	2642,08		2732,87	,				
		36,27		22,90	181	0,89	0,14	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J54)	2678,35		2736,46					
		37,17		22,90	181	0,89	0,14	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J55)	2715,52		2739,30					
		18,87		22,90	181	0,89	0,07	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm

NODO CONTROL (J56)	2734,39		2741,86					
		21,43		22,90	181	0,89	0,08	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J57)	2755,82		2743,86					
		35,17		22,90	181	0,89	0,13	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J58)	2790,99		2744,94					
		25,32		22,90	181	0,89	0,09	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J59)	2816,31		2746,44					
		20,33		22,90	181	0,89	0,08	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J60)	2836,64		2746,73					
		25,74		22,90	181	0,89	0,10	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J61)	2862,38		2748,26	,				
		29,26		22,90	181	0,89	0,11	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
VALV. AIRE 10	2891,64		2750,01					
		23,39		22,90	181	0,89	0,09	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J62)	2915,03		2751,98					
		30,51		22,90	181	0,89	0,11	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J63)	2945,54		2755,26					
		11,39		22,90	181	0,89	0,04	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
VALV. DE CONTROL	2956,93		2755,19					
		4,27		22,90	181	0,89	0,02	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
TANQUE 2	2961,20		2718,04					

Anexo 19

reporte de la red existente:

End Point	Presión Min. (m.c.a.)	Presión Max. (m.c.a.)	Altura Max. (m)	Altura Min (m)
PVC 1:T-1	2	2	2,769.00	2,768.97
PVC 1:AV-1	9	0	2,775.41	2,765.97
PVC:AV-3	26	9	2,778.04	2,760.96
PVC:AV-4	28	11	2,778.24	2,760.79
PVC:AV-7	68	36	2,788.23	2,755.79

PVC:AV-8	69	35	2,789.21	2,754.82
PVC:AV-2	22	5	2,777.71	2,761.24
PVC:J-5	28	11	2,777.97	2,761.03
PVC:J-5	28	11	2,777.97	2,761.03
PVC:AV-3	26	9	2,778.04	2,760.96
PVC:J-11	40	19	2,781.16	2,759.77
PVC:AV-6	34	12	2,781.69	2,759.60
PVC:AV-8	69	35	2,789.21	2,754.82
PVC:AV-9	35	0	2,789.86	2,754.98
PVC:AV-9	35	0	2,789.86	2,754.98
PVC:J-21	68	32	2,790.04	2,754.41
PVC:AV-1	9	0	2,775.41	2,765.97
PVC:J-1	19	4	2,776.77	2,762.04
PVC:J-1	19	4	2,776.77	2,762.04
PVC:J-2	18	3	2,777.07	2,761.88
PVC:J-2	18	3	2,777.07	2,761.88
PVC:J-3	22	6	2,777.50	2,761.44
PVC:J-3	22	6	2,777.50	2,761.44
PVC:J-4	24	7	2,777.58	2,761.36
PVC:J-4	24	7	2,777.58	2,761.36
PVC:AV-2	22	5	2,777.71	2,761.24
PVC:AV-4	28	11	2,778.24	2,760.79
PVC:J-6	33	16	2,778.32	2,760.72
PVC:J-6	33	16	2,778.32	2,760.72
PVC:J-7	31	14	2,778.41	2,760.65
PVC:J-7	31	14	2,778.41	2,760.65
PVC:J-8	28	9	2,779.33	2,760.30
PVC:J-8	28	9	2,779.33	2,760.30
PVC:J-9	28	8	2,779.67	2,760.21
PVC:J-9	28	8	2,779.67	2,760.21
PVC:AV-5	20	0	2,780.18	2,760.06
PVC:AV-5	20	0	2,780.18	2,760.06
PVC:J-10	26	5	2,780.69	2,759.90
PVC:J-10	26	5	2,780.69	2,759.90
PVC:J-11	40	19	2,781.16	2,759.77
PVC:AV-6	34	12	2,781.69	2,759.60
PVC:J-12	44	20	2,782.93	2,759.17
PVC:J-12	44	20	2,782.93	2,759.17
PVC:J-13	44	18	2,784.38	2,758.37
PVC:J-13	44	18	2,784.38	2,758.37
PVC:J-14	46	19	2,784.64	2,758.21
PVC:J-14	46	19	2,784.64	2,758.21
PVC:J-15	53	26	2,785.57	2,757.63
PVC:J-15	53	26	2,785.57	2,757.63

PVC:J-16	51	22	2,785.98	2,757.37
PVC:J-16	51	22	2,785.98	2,757.37
PVC:J-17	46	17	2,786.16	2,757.26
PVC:J-17	46	17	2,786.16	2,757.26
PVC:J-18	52	22	2,786.72	2,756.91
PVC:J-18	52	22	2,786.72	2,756.91
PVC:J-19	57	26	2,787.39	2,756.49
PVC:J-19	57	26	2,787.39	2,756.49
PVC:J-20	47	16	2,787.58	2,756.38
PVC:J-20	47	16	2,787.58	2,756.38
PVC:AV-7	68	36	2,788.23	2,755.79
PVC:J-21	68	32	2,790.04	2,754.41
PVC:J-22	79	41	2,790.69	2,752.18
PVC:J-22	79	41	2,790.69	2,752.18
PVC:J-23	83	44	2,790.90	2,751.43
PVC:J-23	83	44	2,790.90	2,751.43
PVC:J-24	83	43	2,791.18	2,750.40
PVC:J-24	83	43	2,791.18	2,750.40
PVC:J-25	85	43	2,791.46	2,750.16
PVC:J-25	85	43	2,791.46	2,750.16
PVC:J-26	87	45	2,791.72	2,749.95
PVC:J-26	87	45	2,791.72	2,749.95
PVC:J-27	87	45	2,791.79	2,749.89
PVC:J-27	87	45	2,791.79	2,749.89
PVC:J-28	85	43	2,791.86	2,749.83
PVC:J-28	85	43	2,791.86	2,749.83
PVC:J-29	86	44	2,792.07	2,749.67
PVC:J-29	86	44	2,792.07	2,749.67
PVC:J-30	87	45	2,792.15	2,749.60
PVC:J-30	87	45	2,792.15	2,749.60
PVC:J-31	86	44	2,792.24	2,749.53
PVC:J-31	86	44	2,792.24	2,749.53
PVC:J-32	83	40	2,792.47	2,749.35
PVC:J-32	83	40	2,792.47	2,749.35
PVC:J-33	81	38	2,792.53	2,749.30
PVC:J-33	81	38	2,792.53	2,749.30
PVC:J-34	84	41	2,792.66	2,749.20
PVC:J-34	84	41	2,792.66	2,749.20
PVC:J-35	75	31	2,792.70	2,749.17
PVC:J-35	75	31	2,792.70	2,749.17
PVC:J-36	74	31	2,792.78	2,749.11
PVC:J-36	74	31	2,792.78	2,749.11
PVC:J-37	75	31	2,792.90	2,749.01
PVC:J-37	75	31	2,792.90	2,749.01

PVC:J-38	75	31	2,793.02	2,748.93
PVC:J-38	75	31	2,793.02	2,748.93
PVC:J-39	75	31	2,793.27	2,748.72
PVC:J-39	75	31	2,793.27	2,748.72
PVC:J-40	75	30	2,793.35	2,748.67
PVC:J-40	75	30	2,793.35	2,748.67
PVC:J-41	75	31	2,793.36	2,748.66
PVC:J-41	75	31	2,793.36	2,748.66
PVC:J-42	75	30	2,793.50	2,748.55
PVC:J-42	75	30	2,793.50	2,748.55
PVC:J-43	76	31	2,793.55	2,748.51
PVC:J-43	76	31	2,793.55	2,748.51
PVC:J-44	76	31	2,793.66	2,748.43
PVC:J-44	76	31	2,793.66	2,748.43
PVC:J-45	75	30	2,793.82	2,748.31
PVC:J-45	75	30	2,793.82	2,748.31
PVC:J-46	74	29	2,793.90	2,748.24
PVC:J-46	74	29	2,793.90	2,748.24
PVC:J-47	74	28	2,794.04	2,748.13
PVC:J-47	74	28	2,794.04	2,748.13
PVC:J-48	74	28	2,794.11	2,748.08
PVC:J-48	74	28	2,794.11	2,748.08
PVC:J-49	74	28	2,794.17	2,748.04
PVC:J-49	74	28	2,794.17	2,748.04
PVC:J-50	75	29	2,794.32	2,747.90
PVC:J-50	75	29	2,794.32	2,747.90
PVC:J-51	73	27	2,794.40	2,747.83
PVC:J-51	73	27	2,794.40	2,747.83
PVC:J-52	68	21	2,794.45	2,747.78
PVC:J-52	68	21	2,794.45	2,747.78
PVC:J-53	62	15	2,794.50	2,747.74
PVC:J-53	62	15	2,794.50	2,747.74
PVC:J-54	58	11	2,794.55	2,747.70
PVC:J-54	58	11	2,794.55	2,747.70
PVC:J-55	55	8	2,794.60	2,747.48
PVC:J-55	55	8	2,794.60	2,747.48
PVC:J-56	53	5	2,794.63	2,747.31
PVC:J-56	53	5	2,794.63	2,747.31
PVC:J-57	51	3	2,794.71	2,747.09
PVC:J-57	51	3	2,794.71	2,747.09
PVC:J-58	50	2	2,795.09	2,746.78
PVC:J-58	50	2	2,795.09	2,746.78
PVC:J-59	49	0	2,795.38	2,746.54
PVC:J-59	49	0	2,795.38	2,746.54

PVC:J-60	49	0	2,795.59	2,746.38
PVC:J-60	49	0	2,795.59	2,746.38
PVC:J-61	48	-2	2,795.89	2,746.14
PVC:J-61	48	-2	2,795.89	2,746.14
PVC:J-62	46	-4	2,796.24	2,745.86
PVC:J-62	46	-4	2,796.24	2,745.86
PVC:J-63	44	-6	2,796.51	2,745.65
PVC:J-63	44	-6	2,796.51	2,745.65
PVC:J-64	42	-10	2,796.87	2,745.37
PVC:J-64	42	-10	2,796.87	2,745.37
PVC:FCV-4	42	-10	2,797.02	2,745.26
PVC:FCV-4	-1	-1	2,753.87	2,753.77
PVC:T-2	3	3	2,753.82	2,753.80

Anexo 20

REPORTE DE LA RED ALTERNATIVA 1.

End Point	Presión Min. (m.c.a.)	Presión Max. (m.c.a.)	Altura Max. (m)	Altura Min (m)
PVC 1:T-1	2	2	2,769.00	2,768.87
PVC 1:AV-1	34	-2	2,799.60	2,763.70
PVC:AV-3	48	0	2,800.31	2,752.00
PVC:AV-4	50	0	2,800.41	2,749.98
PVC:AV-7	82	21	2,802.32	2,740.72
PVC:AV-8	82	27	2,802.60	2,746.96
PVC:AV-2	44	0	2,800.13	2,755.83
PVC:J-5	50	1	2,800.28	2,750.76
PVC:J-5	50	1	2,800.28	2,750.76
PVC:AV-3	48	0	2,800.31	2,752.00
PVC:J-11	60	7	2,800.95	2,748.04
PVC:AV-6	53	0	2,801.03	2,748.10
PVC:AV-8	82	27	2,802.60	2,746.96
PVC:AV-9	48	-3	2,802.83	2,751.99
PVC:AV-9	48	-3	2,802.83	2,751.99
PVC:J-21	81	21	2,802.90	2,743.50
PVC:AV-1	34	-2	2,799.60	2,763.70
PVC:J-1	42	-5	2,799.82	2,752.54
PVC:J-1	42	-5	2,799.82	2,752.54
PVC:J-2	41	-9	2,799.86	2,750.22
PVC:J-2	41	-9	2,799.86	2,750.22
PVC:J-3	45	-5	2,800.00	2,750.37
PVC:J-3	45	-5	2,800.00	2,750.37
PVC:J-4	46	-2	2,800.05	2,751.70
PVC:J-4	46	-2	2,800.05	2,751.70
PVC:AV-2	44	0	2,800.13	2,755.83
PVC:AV-4	50	0	2,800.41	2,749.98
PVC:J-6	55	6	2,800.45	2,750.78
PVC:J-6	55	6	2,800.45	2,750.78
PVC:J-7	53	3	2,800.50	2,750.13

PVC:J-7	53	3	2,800.50	2,750.13
PVC:J-8	50	-2	2,800.69	2,748.85
PVC:J-8	50	-2	2,800.69	2,748.85
PVC:J-9	49	-3	2,800.73	2,748.86
PVC:J-9	49	-3	2,800.73	2,748.86
PVC:AV-5	41	-1	2,800.81	2,759.48
PVC:AV-5	41	-1	2,800.81	2,759.48
PVC:J-10	46	-7	2,800.88	2,748.04
PVC:J-10	46	-7	2,800.88	2,748.04
PVC:J-11	60	7	2,800.95	2,748.04
PVC:AV-6	53	0	2,801.03	2,748.10
PVC:J-12	62	9	2,801.22	2,748.20
PVC:J-12	62	9	2,801.22	2,748.20
PVC:J-13	61	7	2,801.47	2,746.81
PVC:J-13	61	7	2,801.47	2,746.81
PVC:J-14	62	8	2,801.52	2,746.84
PVC:J-14	62	8	2,801.52	2,746.84
PVC:J-15	70	11	2,801.69	2,742.83
PVC:J-15	70	11	2,801.69	2,742.83
PVC:J-16	67	10	2,801.77	2,745.00
PVC:J-16	67	10	2,801.77	2,745.00
PVC:J-17	62	5	2,801.81	2,745.00
PVC:J-17	62	5	2,801.81	2,745.00
PVC:J-18	67	11	2,801.94	2,745.67
PVC:J-18	67	11	2,801.94	2,745.67
PVC:J-19	72	16	2,802.10	2,746.08
PVC:J-19	72	16	2,802.10	2,746.08
PVC:J-20	62	6	2,802.15	2,746.04
PVC:J-20	62	6	2,802.15	2,746.04
PVC:AV-7	82	21	2,802.32	2,740.72
PVC:J-21	81	21	2,802.90	2,743.50
PVC:J-22	92	35	2,803.17	2,745.79
PVC:J-22	92	35	2,803.17	2,745.79
PVC:J-23	96	38	2,803.27	2,745.81
PVC:J-23	96	38	2,803.27	2,745.81
PVC:J-24	96	35	2,803.40	2,743.15
PVC:J-24	96	35	2,803.40	2,743.15
PVC:J-25	97	36	2,803.54	2,743.18
PVC:J-25	97	36	2,803.54	2,743.18
PVC:J-26	99	39	2,803.68	2,743.15
PVC:J-26	99	39	2,803.68	2,743.15
PVC:J-27	98	37	2,803.71	2,742.06
PVC:J-27	98	37	2,803.71	2,742.06
PVC:J-28	97	37	2,803.75	2,743.38
PVC:J-28	97	37	2,803.75	2,743.38
PVC:J-29	98	38	2,803.88	2,743.46
PVC:J-29	98	38	2,803.88	2,743.46
PVC:J-30	99	39	2,803.93	2,743.49
PVC:J-30	99	39	2,803.93	2,743.49
PVC:J-31	98	38	2,803.99	2,743.51
PVC:J-31	98	38	2,803.99	2,743.51
PVC:J-32	94	33	2,804.14	2,742.30
PVC:J-32	94	33	2,804.14	2,742.30
PVC:J-33	93	31	2,804.19	2,742.39
PVC:J-33	93	31	2,804.19	2,742.39
PVC:J-34	96	36	2,804.30	2,743.88
PVC:J-34	96	36	2,804.30	2,743.88
PVC:J-35	86	26	2,804.32	2,744.11
PVC:J-35	86	26	2,804.32	2,744.11
PVC:J-36	86	13	2,804.39	2,731.46
PVC:J-36	86	13	2,804.39	2,731.46

PVC:J-37	86	23	2,804.50	2,741.62
PVC:J-37	86	23	2,804.50	2,741.62
PVC:J-38	86	25	2,804.57	2,743.00
PVC:J-38	86	25	2,804.57	2,743.00
PVC:J-39	87	20	2,804.70	2,738.11
PVC:J-39	87	20	2,804.70	2,738.11
PVC:J-40	86	20	2,804.73	2,738.10
PVC:J-40	86	20	2,804.73	2,738.10
PVC:J-41	87	24	2,804.74	2,741.60
PVC:J-41	87	24	2,804.74	2,741.60
PVC:J-42	86	23	2,804.82	2,741.67
PVC:J-42	86	23	2,804.82	2,741.67
PVC:J-43	87	24	2,804.85	2,741.70
PVC:J-43	87	24	2,804.85	2,741.70
PVC:J-44	87	21	2,804.92	2,739.21
PVC:J-44	87	21	2,804.92	2,739.21
PVC:J-45	86	21	2,805.03	2,739.91
PVC:J-45	86	21	2,805.03	2,739.91
PVC:J-46	86	21	2,805.09	2,740.44
PVC:J-46	86	21	2,805.09	2,740.44
PVC:J-47	85	20	2,805.19	2,740.37
PVC:J-47	85	20	2,805.19	2,740.37
PVC:J-48	85	20	2,805.30	2,740.49
PVC:J-48	85	20	2,805.30	2,740.49
PVC:J-49	86	21	2,805.38	2,740.51
PVC:J-49	86	21	2,805.38	2,740.51
PVC:J-50	87	23	2,806.48	2,742.01
PVC:J-50	87	23	2,806.48	2,742.01
PVC:J-51	85	21	2,805.80	2,741.53
PVC:J-51	85	21	2,805.80	2,741.53
PVC:J-52	79	15	2,805.89	2,741.49
PVC:J-52	79	15	2,805.89	2,741.49
PVC:J-53	73	9	2,805.98	2,741.45
PVC:J-53	73	9	2,805.98	2,741.45
PVC:J-54	69	4	2,806.06	2,740.59
PVC:J-54	69	4	2,806.06	2,740.59
PVC:J-55	67	-2	2,806.16	2,737.53
PVC:J-55	67	-2	2,806.16	2,737.53
PVC:J-56	64	-4	2,806.20	2,738.28
PVC:J-56	64	-4	2,806.20	2,738.28
PVC:J-57	62	-6	2,806.26	2,738.22
PVC:J-57	62	-6	2,806.26	2,738.22
PVC:J-58	61	-3	2,806.34	2,742.04
PVC:J-58	61	-3	2,806.34	2,742.04
PVC:J-59	60	-4	2,806.41	2,742.08
PVC:J-59	60	-4	2,806.41	2,742.08
PVC:J-60	60	-5	2,806.46	2,742.11
PVC:J-60	60	-5	2,806.46	2,742.11
PVC:J-61	58	-6	2,806.53	2,742.15
PVC:J-61	58	-6	2,806.53	2,742.15
PVC:J-62	56	-8	2,806.60	2,742.19
PVC:J-62	56	-8	2,806.60	2,742.19
PVC:J-63	55	-10	2,806.66	2,742.23
PVC:J-63	55	-10	2,806.66	2,742.23
PVC:J-64	51	-10	2,806.74	2,745.15
PVC:J-64	51	-10	2,806.74	2,745.15
PVC:FCV-4	55	-10	2,810.56	2,745.08
PVC:FCV-4	54	-10	2,809.60	2,745.08
PVC:T-2	3	3	2,753.90	2,753.80

Anexo 21

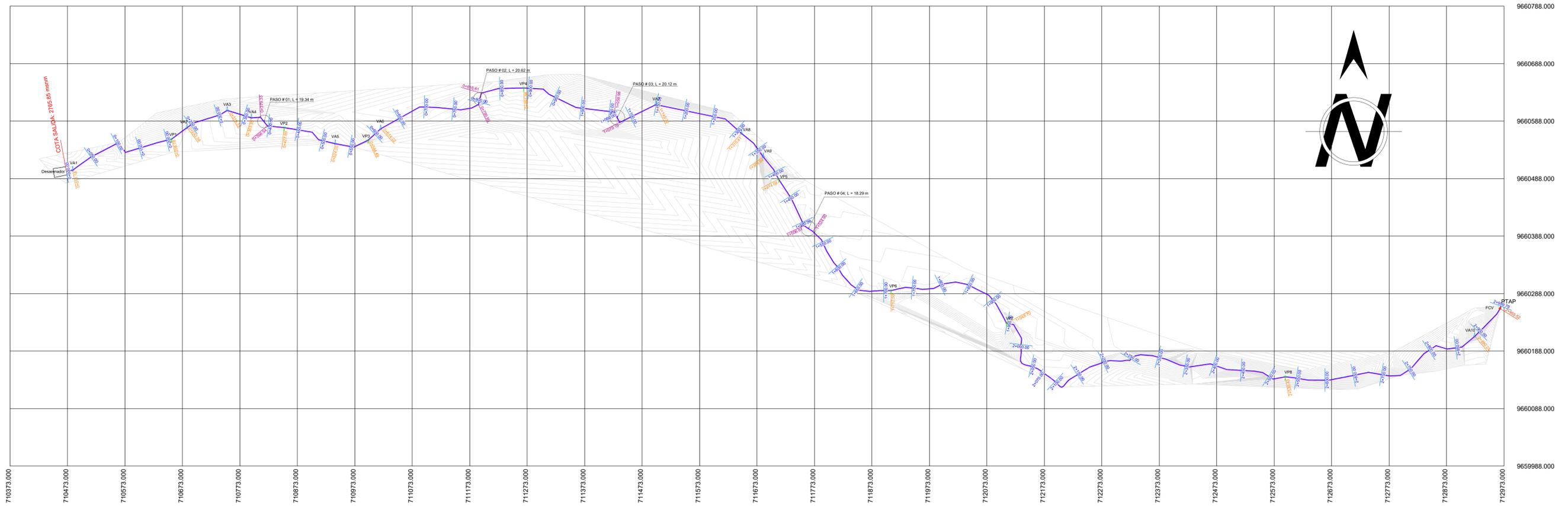
REPORTE DE LA RED ALTERNATIVA 2.

End Point	Presión Min. (m.c.a.)	Presión Max. (m.c.a.)	Altura Max. (m)	Altura Min (m)
PVC 1:T-1	2	2	2,769.00	2,768.92
PVC 1:AV-1	6	0	2,771.92	2,766.30
PVC:AV-3	23	12	2,775.36	2,764.17
PVC:AV-4	26	14	2,776.16	2,763.53
PVC:AV-2	18	9	2,773.89	2,764.74
PVC:J-5	25	14	2,775.05	2,764.42
PVC:J-5	25	14	2,775.05	2,764.42
PVC:AV-3	23	12	2,775.36	2,764.17
PVC:J-11	39	19	2,779.99	2,760.50
PVC:AV-6	32	12	2,780.46	2,760.13
PVC:AV-8	68	34	2,788.25	2,753.85
PVC:AV-9	34	-2	2,789.04	2,753.17
PVC:AV-9	34	-2	2,789.04	2,753.17
PVC:J-21	67	31	2,789.28	2,752.96
PVC:AV-1	6	0	2,771.92	2,766.30
PVC:J-1	15	8	2,772.77	2,765.54
PVC:J-1	15	8	2,772.77	2,765.54
PVC:J-2	14	6	2,772.92	2,765.40
PVC:J-2	14	6	2,772.92	2,765.40
PVC:J-3	18	10	2,773.31	2,765.05
PVC:J-3	18	10	2,773.31	2,765.05
PVC:J-4	19	11	2,773.45	2,764.93
PVC:J-4	19	11	2,773.45	2,764.93
PVC:AV-2	18	9	2,773.89	2,764.74
PVC:AV-4	26	14	2,776.16	2,763.53
PVC:J-6	31	18	2,776.47	2,763.30
PVC:J-6	31	18	2,776.47	2,763.30
PVC:J-7	30	16	2,776.85	2,762.99
PVC:J-7	30	16	2,776.85	2,762.99
PVC:J-8	27	11	2,778.18	2,761.93
PVC:J-8	27	11	2,778.18	2,761.93
PVC:J-9	26	10	2,778.47	2,761.70
PVC:J-9	26	10	2,778.47	2,761.70
PVC:AV-5	19	1	2,778.97	2,761.31
PVC:AV-5	19	1	2,778.97	2,761.31
PVC:J-10	24	6	2,779.52	2,760.87

PVC:J-10	24	6	2,779.52	2,760.87
PVC:J-11	39	19	2,779.99	2,760.50
PVC:AV-6	32	12	2,780.46	2,760.13
PVC:J-12	43	20	2,781.61	2,759.23
PVC:J-12	43	20	2,781.61	2,759.23
PVC:J-13	43	18	2,783.05	2,758.11
PVC:J-13	43	18	2,783.05	2,758.11
PVC:J-14	44	19	2,783.33	2,757.89
PVC:J-14	44	19	2,783.33	2,757.89
PVC:J-15	52	25	2,784.27	2,757.14
PVC:J-15	52	25	2,784.27	2,757.14
PVC:J-16	50	22	2,784.69	2,756.80
PVC:J-16	50	22	2,784.69	2,756.80
PVC:J-17	45	17	2,784.84	2,756.68
PVC:J-17	45	17	2,784.84	2,756.68
PVC:J-18	50	21	2,785.44	2,756.19
PVC:J-18	50	21	2,785.44	2,756.19
PVC:J-19	56	26	2,786.16	2,755.61
PVC:J-19	56	26	2,786.16	2,755.61
PVC:J-20	46	15	2,786.39	2,755.42
PVC:J-20	46	15	2,786.39	2,755.42
PVC:AV-7	67	35	2,787.10	2,754.84
PVC:J-21	67	31	2,789.28	2,752.96
PVC:J-22	79	41	2,790.11	2,752.20
PVC:J-22	79	41	2,790.11	2,752.20
PVC:J-23	83	44	2,790.38	2,751.94
PVC:J-23	83	44	2,790.38	2,751.94
PVC:J-24	83	44	2,790.80	2,751.48
PVC:J-24	83	44	2,790.80	2,751.48
PVC:J-25	84	44	2,791.20	2,751.02
PVC:J-25	84	44	2,791.20	2,751.02
PVC:J-26	87	46	2,791.58	2,750.60
PVC:J-26	87	46	2,791.58	2,750.60
PVC:J-27	86	45	2,791.66	2,750.53
PVC:J-27	86	45	2,791.66	2,750.53
PVC:J-28	85	44	2,791.74	2,750.45
PVC:J-28	85	44	2,791.74	2,750.45
PVC:J-29	86	44	2,792.04	2,750.20
PVC:J-29	86	44	2,792.04	2,750.20
PVC:J-30	87	45	2,792.14	2,750.11
PVC:J-30	87	45	2,792.14	2,750.11
PVC:J-31	86	44	2,792.27	2,750.01
PVC:J-31	86	44	2,792.27	2,750.01
PVC:J-32	83	40	2,792.61	2,749.72

PVC:J-32	83	40	2,792.61	2,749.72
PVC:J-33	82	39	2,792.73	2,749.62
PVC:J-33	82	39	2,792.73	2,749.62
PVC:J-34	85	41	2,792.93	2,749.45
PVC:J-34	85	41	2,792.93	2,749.45
PVC:J-35	75	31	2,792.99	2,749.39
PVC:J-35	75	31	2,792.99	2,749.39
PVC:J-36	75	31	2,793.15	2,749.26
PVC:J-36	75	31	2,793.15	2,749.26
PVC:J-37	75	31	2,793.35	2,749.09
PVC:J-37	75	31	2,793.35	2,749.09
PVC:J-38	75	31	2,793.48	2,748.97
PVC:J-38	75	31	2,793.48	2,748.97
PVC:J-39	76	31	2,793.71	2,748.78
PVC:J-39	76	31	2,793.71	2,748.78
PVC:J-40	75	30	2,793.77	2,748.74
PVC:J-40	75	30	2,793.77	2,748.74
PVC:J-41	76	31	2,793.78	2,748.72
PVC:J-41	76	31	2,793.78	2,748.72
PVC:J-42	75	30	2,793.91	2,748.62
PVC:J-42	75	30	2,793.91	2,748.62
PVC:J-43	76	31	2,793.96	2,748.58
PVC:J-43	76	31	2,793.96	2,748.58
PVC:J-44	76	31	2,794.08	2,748.48
PVC:J-44	76	31	2,794.08	2,748.48
PVC:J-45	76	30	2,794.23	2,748.34
PVC:J-45	76	30	2,794.23	2,748.34
PVC:J-46	75	29	2,794.31	2,748.28
PVC:J-46	75	29	2,794.31	2,748.28
PVC:J-47	74	28	2,794.46	2,748.15
PVC:J-47	74	28	2,794.46	2,748.15
PVC:J-48	74	28	2,794.60	2,748.04
PVC:J-48	74	28	2,794.60	2,748.04
PVC:J-49	75	28	2,794.72	2,747.94
PVC:J-49	75	28	2,794.72	2,747.94
PVC:J-50	76	29	2,795.04	2,747.68
PVC:J-50	76	29	2,795.04	2,747.68
PVC:J-51	74	27	2,795.19	2,747.56
PVC:J-51	74	27	2,795.19	2,747.56
PVC:J-52	68	21	2,795.27	2,747.49
PVC:J-52	68	21	2,795.27	2,747.49
PVC:J-53	62	15	2,795.35	2,747.43
PVC:J-53	62	15	2,795.35	2,747.43
PVC:J-54	59	11	2,795.42	2,747.37

PVC:J-54	59	11	2,795.42	2,747.37
PVC:J-55	56	8	2,795.50	2,747.31
PVC:J-55	56	8	2,795.50	2,747.31
PVC:J-56	54	5	2,795.55	2,747.27
PVC:J-56	54	5	2,795.55	2,747.27
PVC:J-57	52	3	2,795.59	2,747.24
PVC:J-57	52	3	2,795.59	2,747.24
PVC:J-58	51	2	2,795.65	2,747.19
PVC:J-58	51	2	2,795.65	2,747.19
PVC:J-59	49	1	2,795.70	2,747.15
PVC:J-59	49	1	2,795.70	2,747.15
PVC:J-60	49	0	2,795.73	2,747.12
PVC:J-60	49	0	2,795.73	2,747.12
PVC:J-61	47	-1	2,795.78	2,747.09
PVC:J-61	47	-1	2,795.78	2,747.09
PVC:AV-10	46	-3	2,795.82	2,747.05
PVC:AV-10	46	-3	2,795.82	2,747.05
PVC:J-62	44	-5	2,795.88	2,746.94
PVC:J-62	44	-5	2,795.88	2,746.94
PVC:J-63	41	-8	2,795.91	2,746.87
PVC:J-63	41	-8	2,795.91	2,746.87
PVC:FCV-4	41	-8	2,795.93	2,746.85
PVC:FCV-4	-1	-1	2,753.92	2,753.81
PVC:T-2	3	3	2,753.87	2,753.80
P-15:AV-7	67	35	2,787.10	2,754.84
P-15:AV-8	68	34	2,788.25	2,753.85

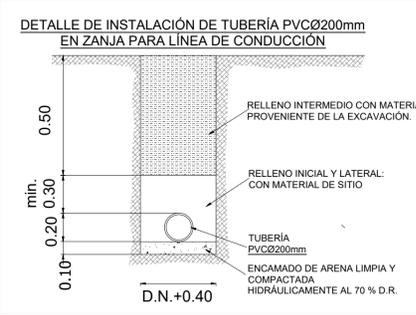


TRAMO DE: A:	ABSCISA	LONG. TRAMO m	COTA TERRENO m.	CAUDAL l/s Q	D INT. mm	VELOCIDAD m/seg V	PERDIDA DE CARGA m	OBSERVACIONES
TANQUE 1	0							
	11,23	2767,00	2766,00	22,90	181	0,89	0,04	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 1	11,23	2766,00	2766,00	22,90	181	0,89	0,04	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	93,53	2758,00	2758,00	22,90	181	0,89	0,35	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J1)	104,76	2758,00	2758,00	22,90	181	0,89	0,08	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	20,81	2759,00	2759,00	22,90	181	0,89	0,08	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J2)	125,57	2759,00	2759,00	22,90	181	0,89	0,22	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	58,52	2755,00	2755,00	22,90	181	0,89	0,09	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J3)	184,09	2755,00	2755,00	22,90	181	0,89	0,09	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	24,74	2754,00	2754,00	22,90	181	0,89	0,13	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J4)	208,83	2754,00	2754,00	22,90	181	0,89	0,13	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	33,60	2756,00	2756,00	22,90	181	0,89	0,23	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 2	242,43	2756,00	2756,00	22,90	181	0,89	0,23	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	61,68	2750,00	2750,00	22,90	181	0,89	0,06	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J5)	304,11	2750,00	2750,00	22,90	181	0,89	0,06	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	15,26	2752,00	2752,00	22,90	181	0,89	0,16	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 3	319,37	2752,00	2752,00	22,90	181	0,89	0,16	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	43,97	2750,00	2750,00	22,90	181	0,89	0,06	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 4	363,34	2750,00	2750,00	22,90	181	0,89	0,06	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	16,03	2745,00	2745,00	22,90	181	0,89	0,07	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J6)	379,37	2745,00	2745,00	22,90	181	0,89	0,07	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	19,33	2747,00	2747,00	22,90	181	0,89	0,30	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J7)	398,70	2747,00	2747,00	22,90	181	0,89	0,30	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	78,92	2751,00	2751,00	22,90	181	0,89	0,06	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J8)	477,62	2751,00	2751,00	22,90	181	0,89	0,06	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	17,03	2752,00	2752,00	22,90	181	0,89	0,11	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J9)	494,65	2752,00	2752,00	22,90	181	0,89	0,11	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	29,83	2760,00	2760,00	22,90	181	0,89	0,12	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 5	524,48	2760,00	2760,00	22,90	181	0,89	0,12	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	32,68	2755,00	2755,00	22,90	181	0,89	0,10	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J10)	557,16	2755,00	2755,00	22,90	181	0,89	0,10	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	27,95	2741,00	2741,00	22,90	181	0,89	0,11	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J11)	585,11	2741,00	2741,00	22,90	181	0,89	0,11	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	29,99	2748,00	2748,00	22,90	181	0,89	0,29	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 6	615,10	2748,00	2748,00	22,90	181	0,89	0,29	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	77,90	2739,00	2739,00	22,90	181	0,89	0,39	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J12)	693,00	2739,00	2739,00	22,90	181	0,89	0,39	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	103,87	2740,00	2740,00	22,90	181	0,89	0,08	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J13)	796,87	2740,00	2740,00	22,90	181	0,89	0,08	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	20,62	2739,00	2739,00	22,90	181	0,89	0,28	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J14)	817,49	2739,00	2739,00	22,90	181	0,89	0,28	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	75,06	2732,00	2732,00	22,90	181	0,89	0,13	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J15)	892,55	2732,00	2732,00	22,90	181	0,89	0,13	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	34,06	2735,00	2735,00	22,90	181	0,89	0,05	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J16)	926,61	2735,00	2735,00	22,90	181	0,89	0,05	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	13,45	2740,00	2740,00	22,90	181	0,89	0,20	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J17)	940,06	2740,00	2740,00	22,90	181	0,89	0,20	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	52,33	2735,00	2735,00	22,90	181	0,89	0,25	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J18)	992,39	2735,00	2735,00	22,90	181	0,89	0,25	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	67,48							

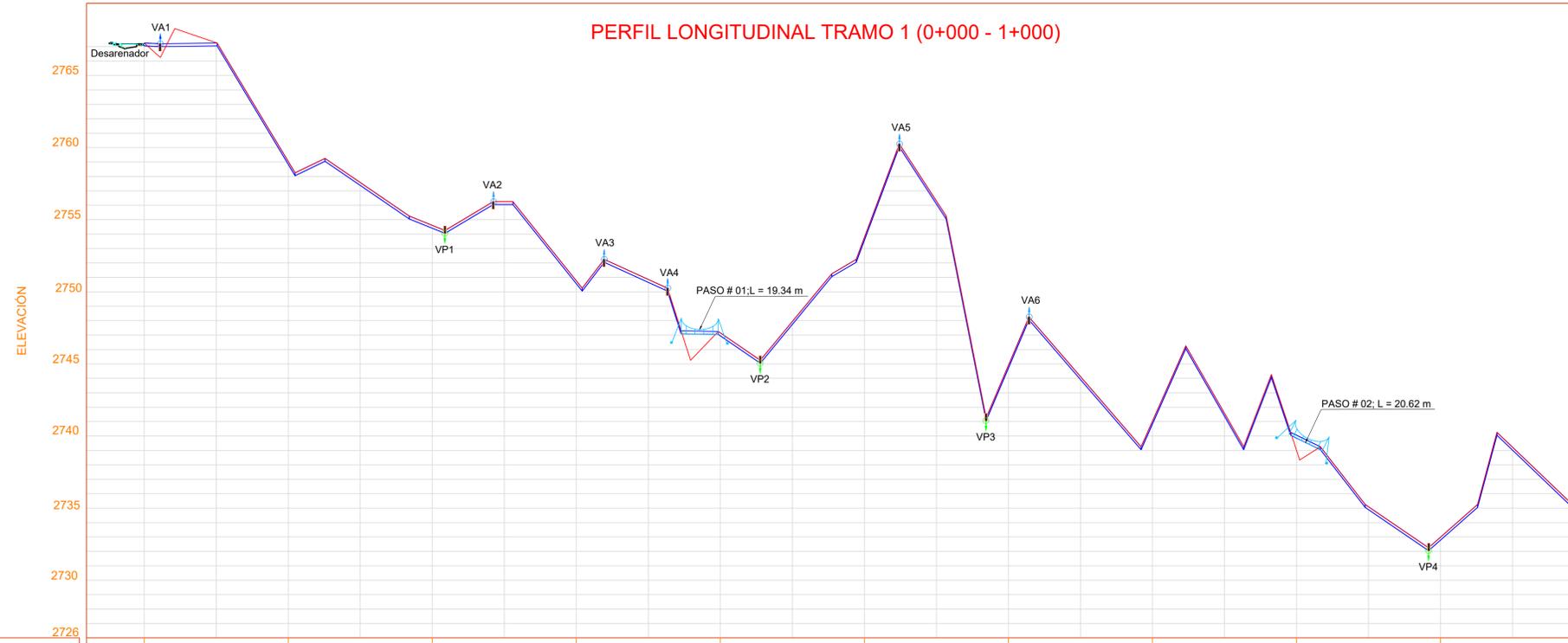
TRAMO DE: A:	ABSCISA	LONG. TRAMO m	COTA TERRENO m.	CAUDAL l/s Q	D INT. mm	VELOCIDAD m/seg V	PERDIDA DE CARGA m	OBSERVACIONES
NODO CONTROL (J19)	1059,87	2730,00	2730,00	22,90	181	0,89	0,08	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	20,12	2740,00	2740,00	22,90	181	0,89	0,26	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J20)	1079,99	2740,00	2740,00	22,90	181	0,89	0,26	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	70,21	2720,00	2720,00	22,90	181	0,89	0,46	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 7	1150,20	2720,00	2720,00	22,90	181	0,89	0,46	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	123,56	2720,00	2720,00	22,90	181	0,89	0,35	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 8	1273,76	2720,00	2720,00	22,90	181	0,89	0,35	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	93,97	2755,00	2755,00	22,90	181	0,89	0,11	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
VALV. DE AIRE 9	1367,73	2755,00	2755,00	22,90	181	0,89	0,11	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	28,43	2722,00	2722,00	22,90	181	0,89	0,42	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J21)	1396,16	2722,00	2722,00	22,90	181	0,89	0,42	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	111,72	2711,12	2711,12	22,90	181	0,89	0,15	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J22)	1507,88	2711,12	2711,12	22,90	181	0,89	0,15	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	39,33	2707,57	2707,57	22,90	181	0,89	0,20	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J23)	1547,21	2707,57	2707,57	22,90	181	0,89	0,20	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	54,70	2707,59	2707,59	22,90	181	0,89	0,21	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J24)	1601,91	2707,59	2707,59	22,90	181	0,89	0,21	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	56,01	2706,79	2706,79	22,90	181	0,89	0,21	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J25)	1657,92	2706,79	2706,79	22,90	181	0,89	0,21	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	55,98	2699,43	2699,43	22,90	181	0,89	0,05	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J26)	1713,90	2699,43	2699,43	22,90	181	0,89	0,05	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	12,95	2702,55	2702,55	22,90	181	0,89	0,05	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J27)	1726,85	2702,55	2702,55	22,90	181	0,89	0,05	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	12,84	2706,39	2706,39	22,90	181	0,89	0,18	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J28)	1739,69	2706,39	2706,39	22,90	181	0,89	0,18	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	49,25	2705,79	2705,79	22,90	181	0,89	0,07	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J29)	1788,94	2705,79	2705,79	22,90	181	0,89	0,07	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	17,48	2704,75	2704,75	22,90	181	0,89	0,09	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J30)	1806,42	2704,75	2704,75	22,90	181	0,89	0,09	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	23,10	2705,84	2705,84	22,90	181	0,89	0,24	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J31)	1829,52	2705,84	2705,84	22,90	181	0,89	0,24	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	62,88	2709,54	2709,54	22,90	181	0,89	0,07	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J32)	1892,40	2709,54	2709,54	22,90	181	0,89	0,07	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	19,98	2710,94	2710,94	22,90	181	0,89	0,14	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J33)	1912,38	2710,94	2710,94	22,90	181	0,89	0,14	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	37,64	2708,05	2708,05	22,90	181	0,89	0,05	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J34)	1950,02	2708,05	2708,05	22,90	181	0,89	0,05	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	12,59	2718,04	2718,04	22,90	181	0,89	0,16	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J35)	1962,61	2718,04	2718,04	22,90	181	0,89	0,16	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	44,03	2718,14	2718,14	22,90	181	0,89	0,10	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J36)	2006,64	2718,14	2718,14	22,90	181	0,89	0,10	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	27,95	2718,08	2718,08	22,90	181	0,89	0,11	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J37)	2034,59	2718,08	2718,08	22,90	181	0,89	0,11	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	29,80	2718,04	2718,04	22,90	181	0,89	0,20	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J38)	2064,39	2718,04	2718,04	22,90	181	0,89	0,20	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	52,32	2717,97	2717,97	22,90	181	0,89	0,05	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J39)	2116,71	2717,97	2717,97	22,90	181	0,89	0,05	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	13,59	2718,40	2718,40	22,90	181	0,89	0,02	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J40)	2130,30	2718,40	2718,40	22,90	181	0,89	0,02	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	4,48							

TRAMO DE: A:	ABSCISA	LONG. TRAMO m	COTA TERRENO m.	CAUDAL l/s Q	D INT. mm	VELOCIDAD m/seg V	PERDIDA DE CARGA m	OBSERVACIONES
NODO CONTROL (J41)	2134,78	2716,94	2716,94	22,90	181	0,89	0,11	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	29,27	2718,44	2718,44	22,90	181	0,89	0,05	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J42)	2164,05	2718,44	2718,44	22,90	181	0,89	0,05	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	12,51	2717,70	2717,70	22,90	181	0,89	0,11	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J43)	2176,56	2717,70	2717,70	22,90	181	0,89	0,11	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	28,51	2717,70	2717,70	22,90	181	0,89	0,16	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J44)	2205,07	2717,70	2717,70	22,90	181	0,89	0,16	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	43,50	2718,53	2718,53	22,90	181	0,89	0,08	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J45)	2248,57	2718,53	2718,53	22,90	181	0,89	0,08	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	22,63	2719,58	2719,58	22,90	181	0,89	0,17	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
NODO CONTROL (J46)	2271,20	2719,58	2719,58	22,90	181	0,89	0,17	Tubería PVC E/C 1.25 Mpa D=200 mm
	44,68	2720,21	2720,21	22,90	181	0,89	0,16	Tubería PVC E/C

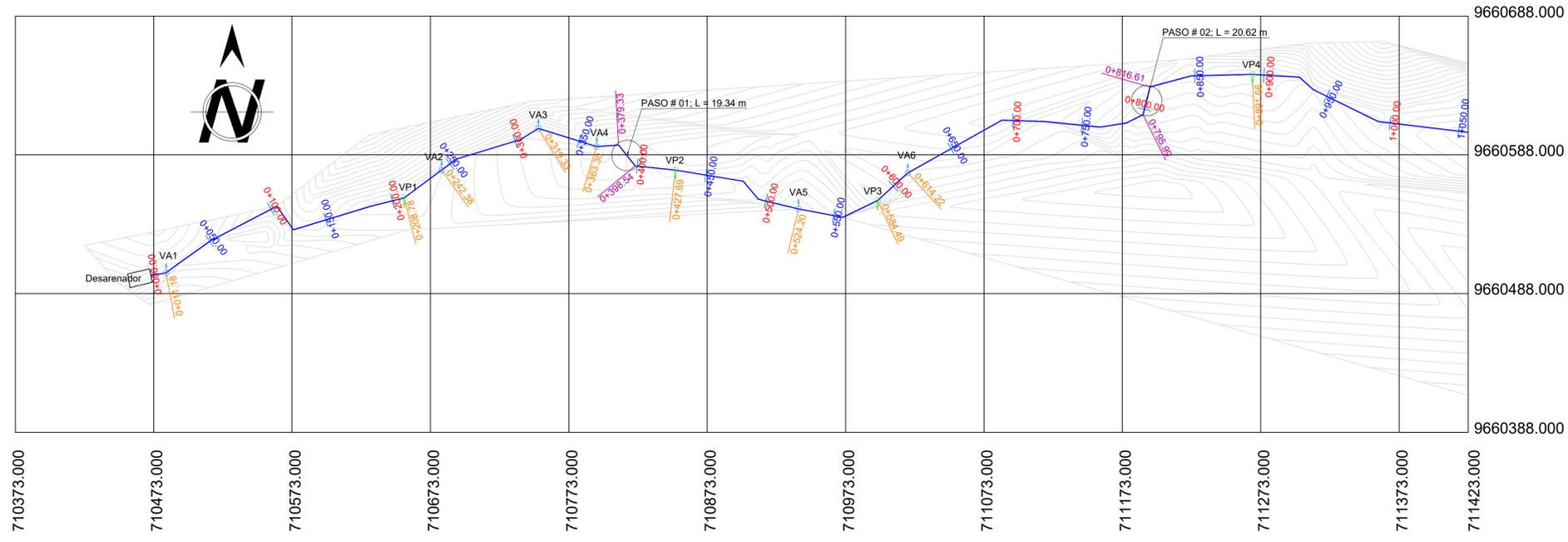
UBICACIÓN GEOGRÁFICA



SIMBOLOGÍA	
	TUBERÍA DE PVC
	VÁLVULA DE AIRE
	VÁLVULA DE DESAGÜE
	PUENTE PARA TUBERÍA
	LONGITUD
	DIÁMETRO
	DIÁMETRO
	VELOCIDAD



ABSCISA	COTA TERRENO	DATOS TUBERÍA	DATOS HIDRÁULICOS
0+000.00	2767.25	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 11.23m	Q = 22.90 m³/s v = 0.89 m/s
0+100.00	2759.03	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 39.41m	Q = 22.90 m³/s v = 0.89 m/s
0+200.00	2754.61	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 54.12m	Q = 22.90 m³/s v = 0.89 m/s
0+300.00	2750.76	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 20.81m	Q = 22.90 m³/s v = 0.89 m/s
0+400.00	2747.15	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 58.52m	Q = 22.90 m³/s v = 0.89 m/s
0+500.00	2753.76	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 24.74m	Q = 22.90 m³/s v = 0.89 m/s
0+600.00	2744.90	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 33.60m	Q = 22.90 m³/s v = 0.89 m/s
0+700.00	2741.03	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 13.60m	Q = 22.90 m³/s v = 0.89 m/s
0+800.00	2740.06	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 48.08m	Q = 22.90 m³/s v = 0.89 m/s
0+900.00	2732.98	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 15.26m	Q = 22.90 m³/s v = 0.89 m/s
1+000.00	2734.62	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 43.97m	Q = 22.90 m³/s v = 0.89 m/s



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

“EVALUACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA”

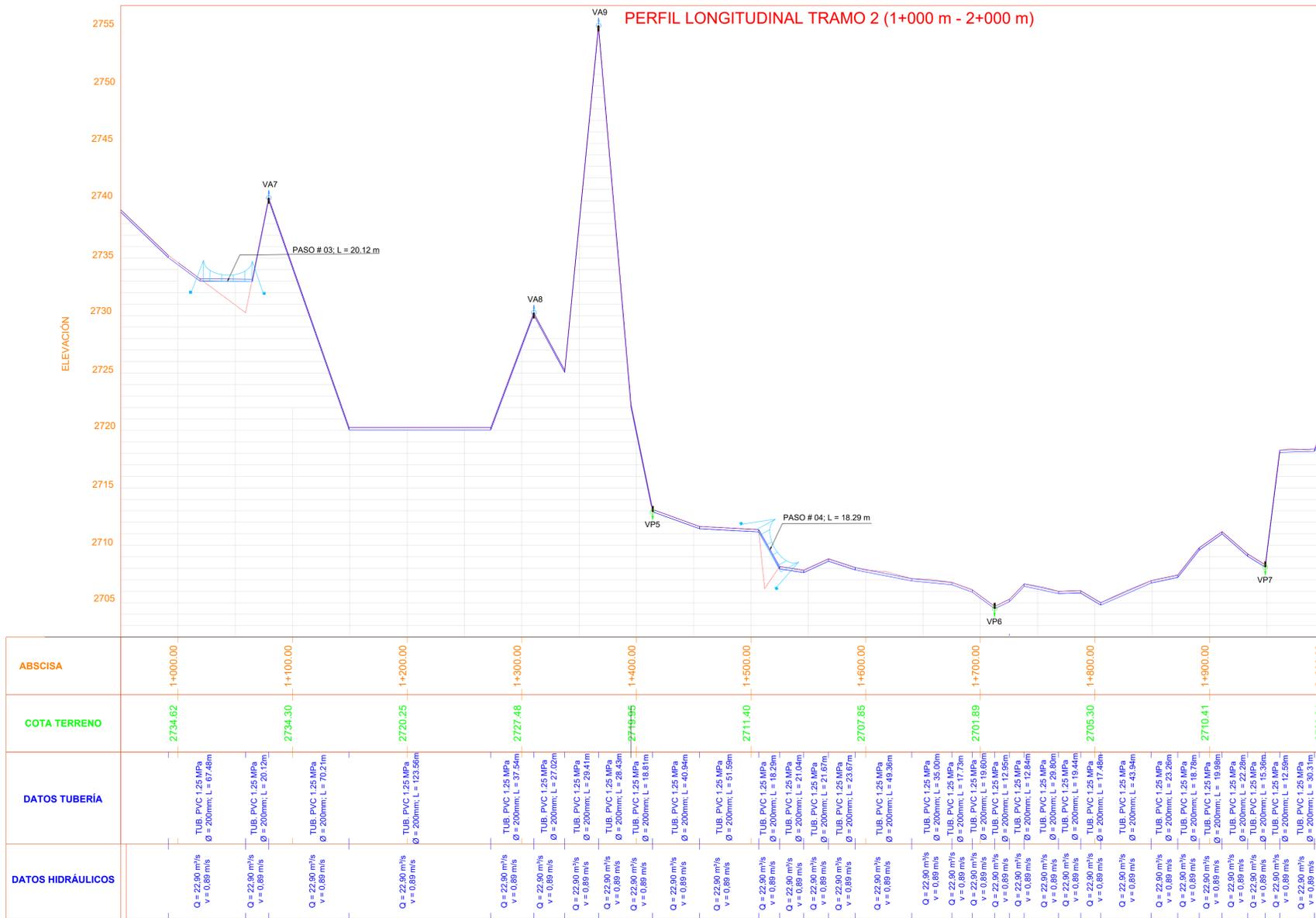
PERFIL LONGITUDINAL DE LA LÍNEA NUEVA DE CONDUCCIÓN TRAMO 1 (0+000m - 1+000m)	REALIZADO POR: PAOLA ABAD JAIRO ZHICAY TUTOR: ING. CHRISTIAN MERA MSC.
ESCALA: 1:2000	

CONTIENE:

- LÍNEA DE CONDUCCIÓN
- PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN
- VÁLVULAS DE AIRE Y DE DESAGÜE
- DATOS HIDRÁULICOS
- SIMBOLOGÍA

ENERO DEL 2025

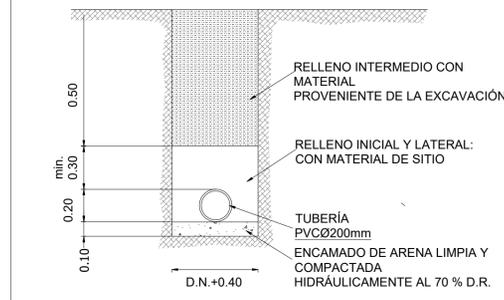
LÁMINA 1/3



UBICACIÓN GEOGRÁFICA

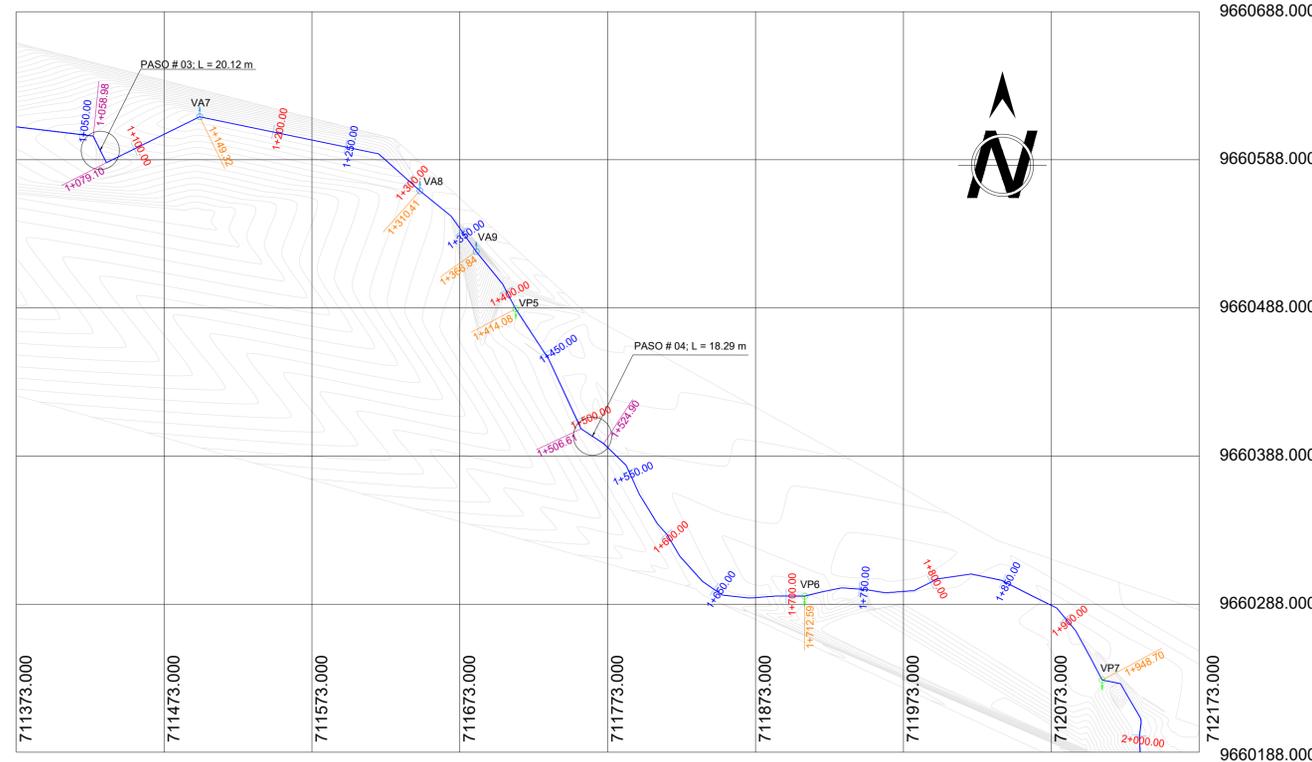


DETALLE DE INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVCØ200mm EN ZANJA PARA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

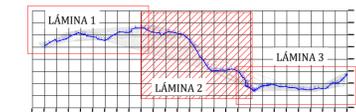


SIMBOLOGÍA

- TUBERÍA DE PVC
- VÁLVULA DE AIRE
- VÁLVULA DE DESAGÜE
- PUENTE PARA TUBERÍA
- L** LONGITUD
- Ø** DIÁMETRO
- Q** DIÁMETRO
- v** VELOCIDAD



INTERPRETACIÓN LÁMINAS



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

“EVALUACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA”

PERFIL LONGITUDINAL DE LA LÍNEA NUEVA DE CONDUCCIÓN TRAMO 2 (1+000m - 2+000m)

REALIZADO POR: PAOLA ABAD JAIRO ZHCAY
TUTOR: ING. CHRISTIAN MERA MSC.

ESCALA: 1:2250

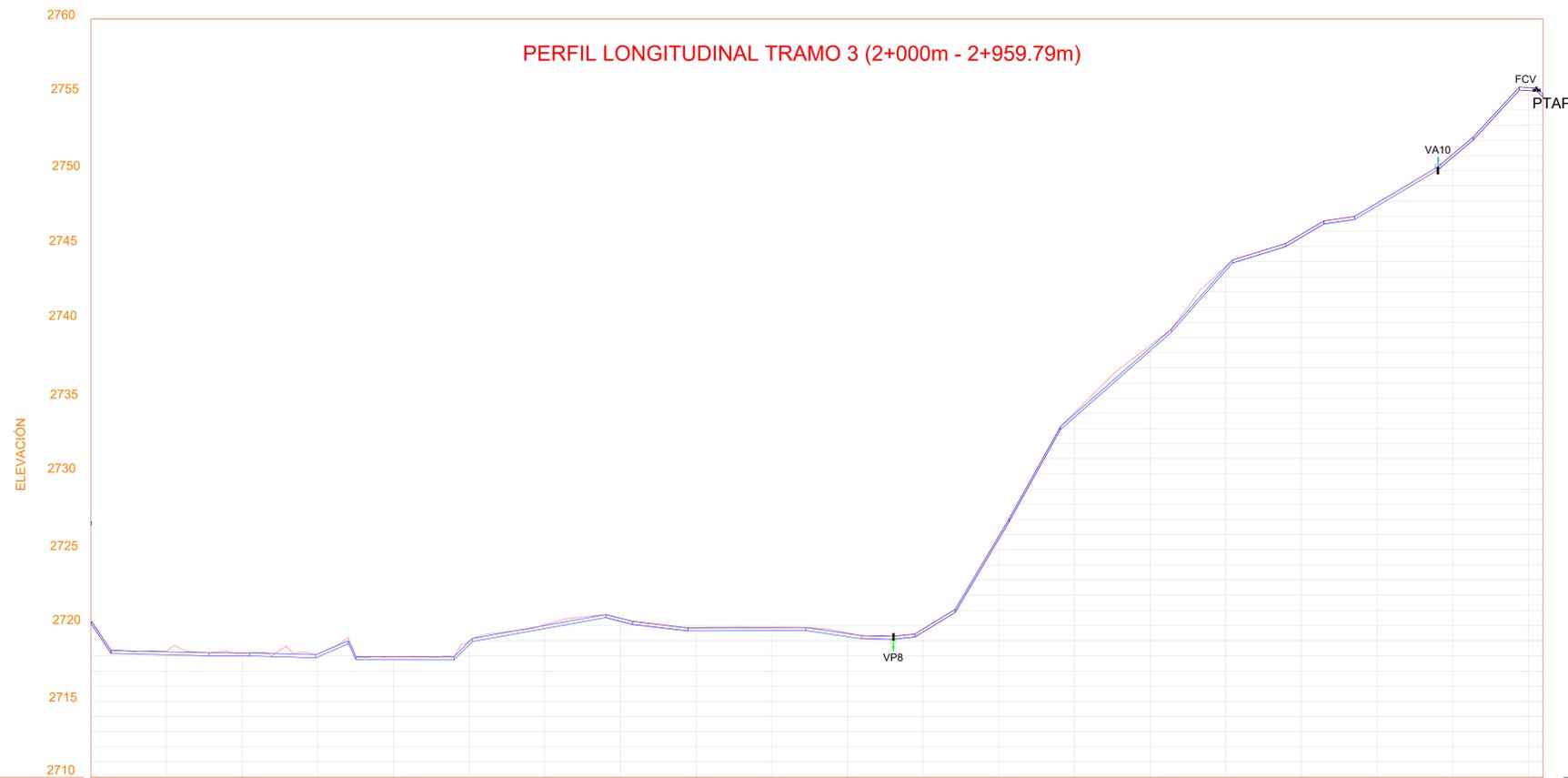
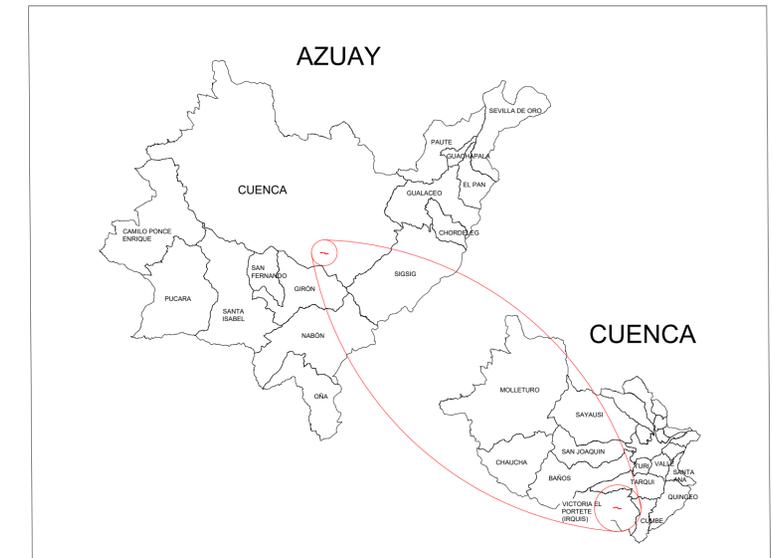
CONTIENE:

- LÍNEA DE CONDUCCIÓN
- PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN
- VÁLVULAS DE AIRE Y DE DESAGÜE
- DATOS HIDRÁULICOS
- SIMBOLOGÍA

ENERO DEL 2025

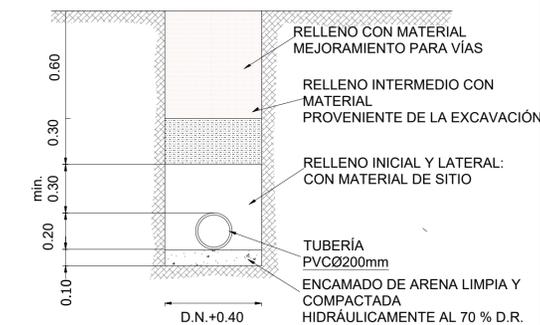
LÁMINA 2/3

UBICACIÓN GEOGRÁFICA



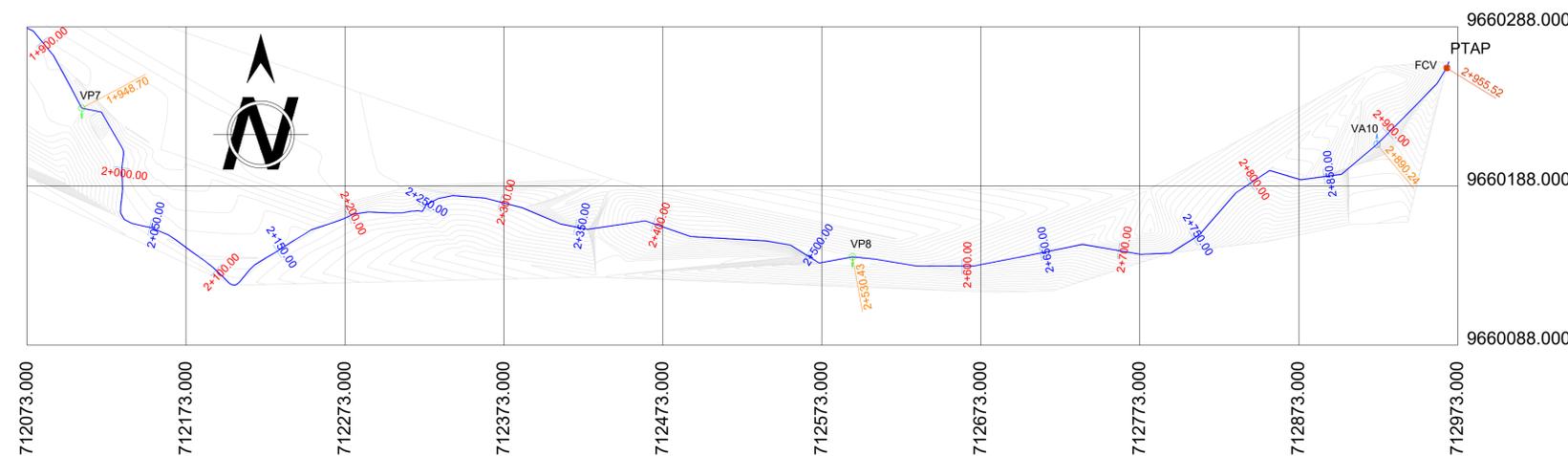
ABSCISA	COTA TERRENO	DATOS TUBERÍA	DATOS HIDRÁULICOS
2+000.00	2720.21	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 12.94m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
2+100.00	2718.15	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 64.73m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
2+200.00	2717.96	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 26.88m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
2+300.00	2720.05	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 43.91m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
2+400.00	2719.86	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 21.43m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
2+500.00	2719.52	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 30.03m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
2+600.00	2725.89	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 64.74m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
2+700.00	2738.47	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 12.19m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
2+800.00	2745.81	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 88.21m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
2+900.00	2751.08	TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 21.25m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
2+959.79		TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 14.10m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
		TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 26.70m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
		TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 35.89m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
		TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 33.88m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
		TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 73.44m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
		TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 40.30m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
		TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 35.17m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
		TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 25.32m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
		TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 20.33m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
		TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 55.00m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
		TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 23.38m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
		TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 30.51m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s
		TUB. PVC 1.25 MPa Ø = 200mm, L = 15.65m	Q = 22.90 m³/s V = 0.89 m/s

DETALLE DE INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVCØ200mm EN ZANJA PARA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

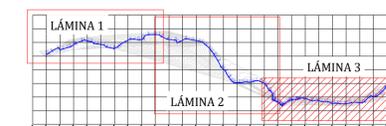


SIMBOLOGÍA

- TUBERÍA DE PVC
- VÁLVULA DE AIRE
- VÁLVULA DE DESAGÜE
- PUENTE PARA TUBERÍA
- LONGITUD
- DIÁMETRO
- DIÁMETRO
- VELOCIDAD



INTERPRETACIÓN LÁMINAS



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

"EVALUACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA"

PERFIL LONGITUDINAL DE LA LÍNEA NUEVA DE CONDUCCIÓN TRAMO 3 (2+000m - 2+959.7m)

REALIZADO POR: PAOLA ABAD
JAIRO ZHICAY
TUTOR: ING. CHRISTIAN MERA MSC.

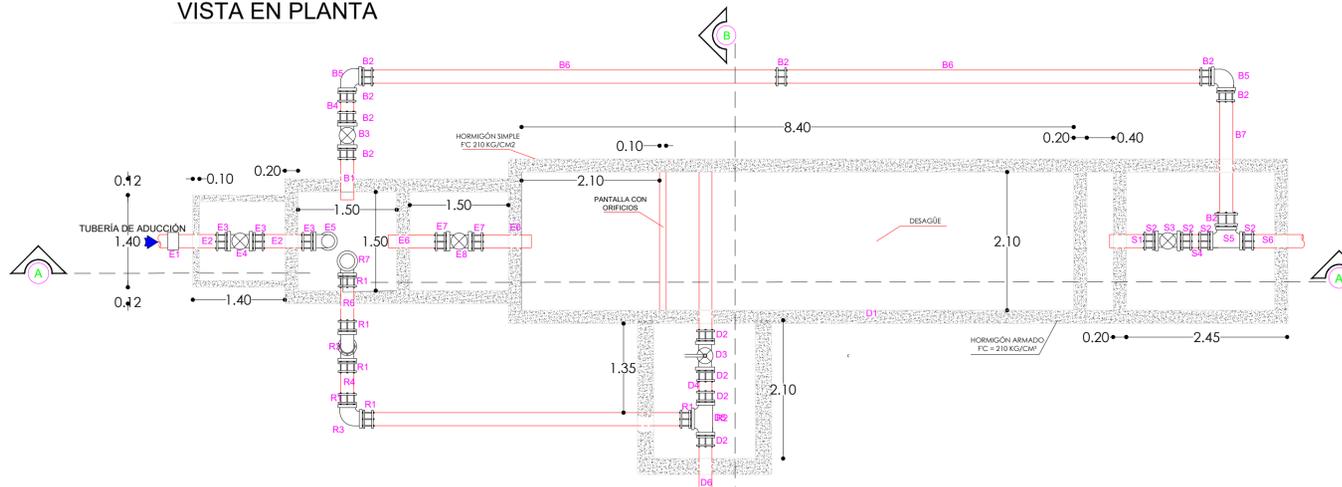
ESCALA: 1:2000

- CONTIENE:
- LÍNEA DE CONDUCCIÓN
 - PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN
 - VÁLVULAS DE AIRE, DE DESAGÜE Y FCV
 - DATOS HIDRÁULICOS
 - SIMBOLOGÍA

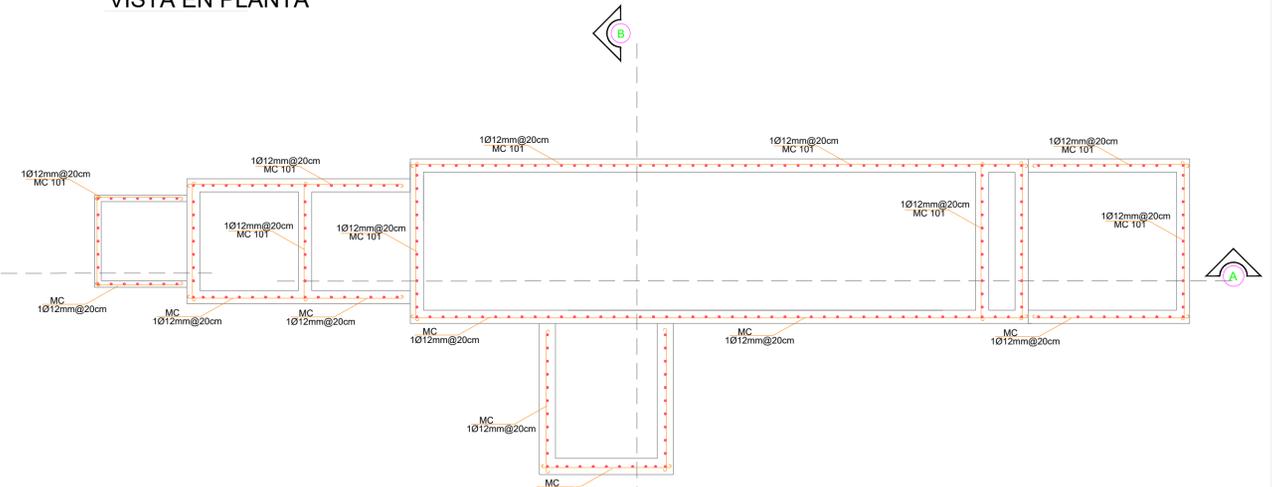
ENERO DEL 2025

LÁMINA 3/3

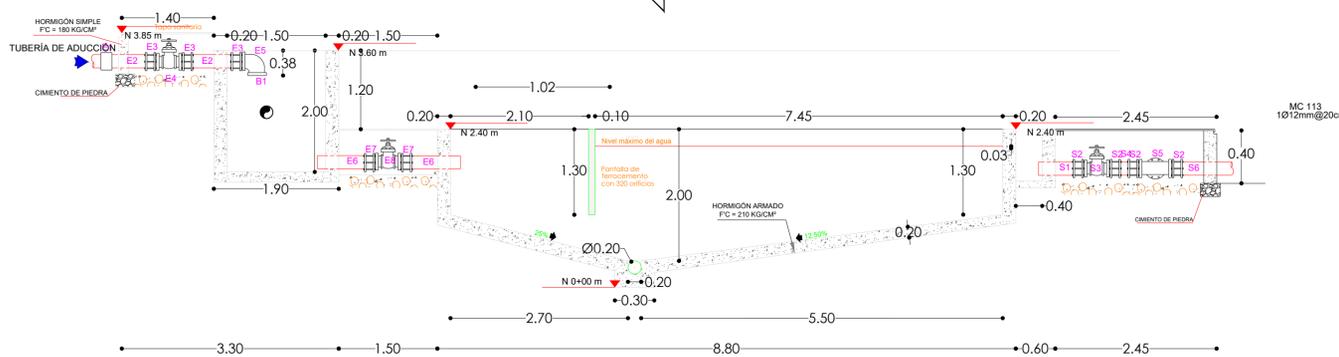
VISTA EN PLANTA



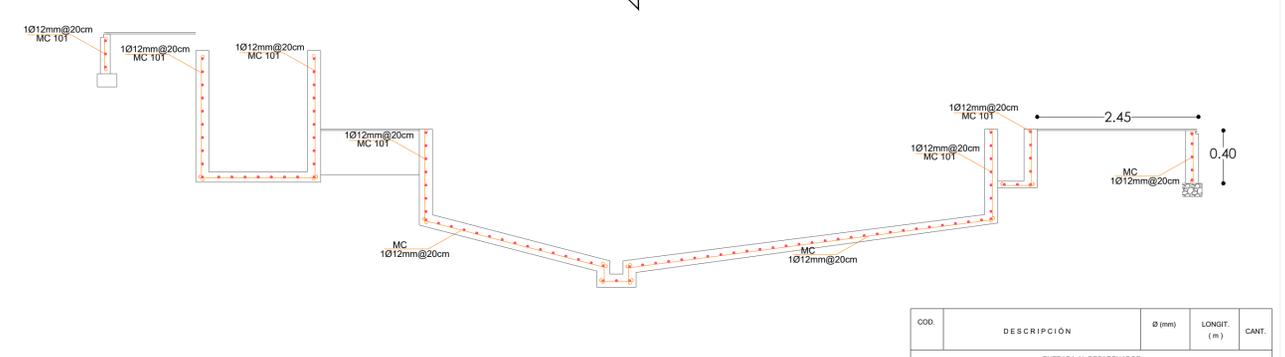
VISTA EN PLANTA



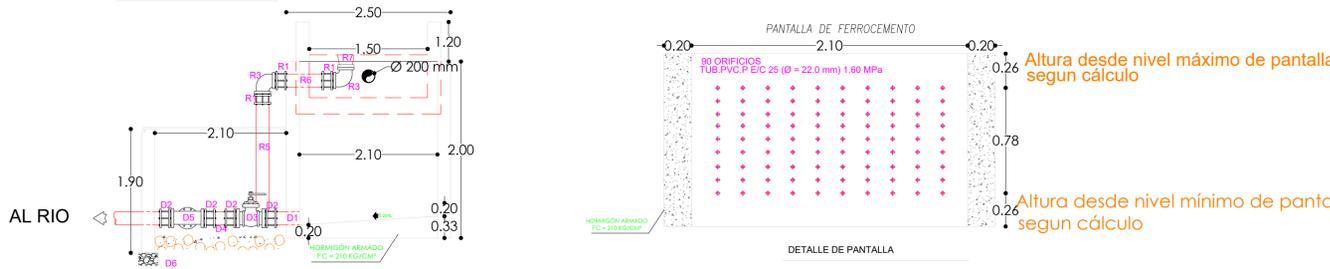
CORTE A-A



CORTE A-A



CORTE B-B



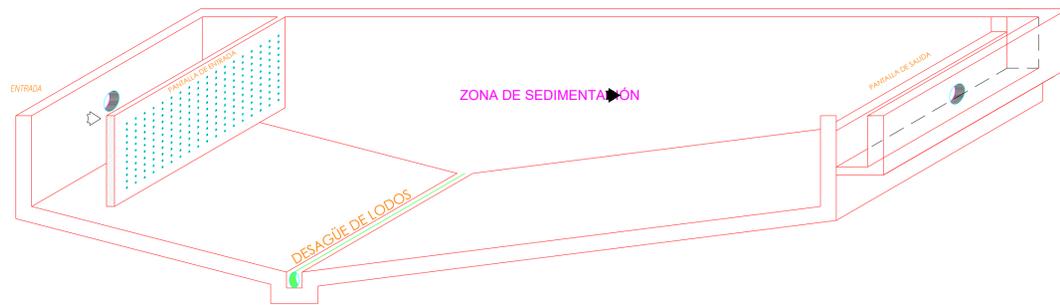
CORTE B-B



COD.	DESCRIPCIÓN	Ø (mm)	LONGIT. (m)	CANT.
ENTRADA AL DESARENADOR				
E1	ADAPTADOR PVC - HD	200		1
E2	TRAMO CORTO HD	200	0.90	2
E3	UNIÓN GIBAULT SIMÉTRICA	200		3
E4	VALVULA DE COMPUERTA Y VOLANTE EXTREMO	Ø150		1
E5	CODO 90° HD	200		1
E6	TRAMO CORTO HD	200	0.80	2
E7	UNIÓN GIBAULT SIMÉTRICA	200		2
E8	VALVULA DE COMPUERTA Y VOLANTE EXTREMO	Ø150		1
BY PASS				
B1	TRAMO CORTO HD	200	0.80	1
B2	UNIÓN GIBAULT SIMÉTRICA	200		8
B3	VALVULA DE COMPUERTA Y VOLANTE EXTREMO	Ø150		1
B4	TRAMO CORTO HD	200	0.15	1
B5	CODO 90° HD	200		2
B6	TRAMO LARGO HD	200	6.10	2
B7	TRAMO CORTO HD	200	1.70	1
SISTEMA DE DRENAJE				
D1	TRAMO CORTO HD	200	0.85	1
D2	UNIÓN GIBAULT SIMÉTRICA	200		4
D3	VÁLVULA DE APERTURA RÁPIDA (DE MARIPOSA)	200		1
D4	TRAMO CORTO HD	200	0.60	1
D5	TEE HG	200		1
D6	TRAMO CORTO HD	200	0.80	1
D7	UNIÓN GIBAULT SIMÉTRICA	200		8
D8	TRAMO LARGO HD	200	4.40	1
D9	CODO 90° HD	200		4
D10	TRAMO CORTO HD	200	0.45	1
D11	TRAMO CORTO HD	200	1.80	1
D12	TRAMO CORTO HD	200	0.70	1
D13	BOCACAMPANA	200		1
SISTEMA DE SALIDA				
S1	TRAMO CORTO HD	200	0.50	1
S2	UNIÓN GIBAULT SIMÉTRICA	200		4
S3	VÁLVULA DE APERTURA RÁPIDA (DE MARIPOSA)	200		1
S4	TRAMO CORTO HD	200	0.25	1
S5	TEE HG	200		1
S6	TRAMO CORTO HD	200	0.90	1

Altura desde nivel máximo de pantalla según cálculo

Altura desde nivel mínimo de pantalla según cálculo



PERSPECTIVA DEL DESARENADOR
ESCALA: ESQUEMÁTICA



CROQUIS DE INSTALACIÓN DESARENADOR NUEVO

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

"EVALUACIÓN Y REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA"

PLANO DE DESARENADOR NUEVO

REALIZADO POR: PAOLA ABAD
JAIRO ZHICAY
TUTOR: ING. CHRISTIAN MERA MSC.

ESCALA: 1:50

CONTIENE: - DESARENADOR
- VÁLVULAS DE COMPUERTA Y DE MARIPOSA
- CROQUIS DE DESARENADOR
- TABLAS DE MATERIALES

ENERO DEL 2025

LÁMINA 1/1

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 1 de 44

RUBRO: Replanteo y nivelación

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.03			0.03
Equipo de topografía	1.00000	2.00	2.00	0.03200	0.06
Vehículo liviano	1.00000	3.50	3.50	0.03200	0.11
SUBTOTAL M					0.20
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	0.03200	0.13
Cadenero (EOD2)	2.00000	4.19	8.38	0.03200	0.27
Topógrafo (EOC1)	1.00000	4.65	4.65	0.03200	0.15
SUBTOTAL N					0.55
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Estacas con Pintura	Glb	0.03000	1.49	0.04	
SUBTOTAL O					0.04
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.79
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					0.18
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.97
VALOR OFERTADO					0.97

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor	1.00000	0.20	0.20	1.35000	0.27
SUBTOTAL M					0.27
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	2.00000	4.14	8.28	1.35000	11.18
SUBTOTAL N					11.18
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					11.45
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					2.63
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					14.08
VALOR OFERTADO					14.08

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Retroexcavadora	1.00000	21.00	21.00	0.05000	1.05
SUBTOTAL M					1.05
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Op. de Retroexcavadora (EOC1 Grupo I)	1.00000	4.65	4.65	0.05000	0.23
Engrasador o abastecedor responsable (EOD2 Sin título)	1.00000	4.19	4.19	0.05000	0.21
SUBTOTAL N					0.44
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.49
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					0.34
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.83
VALOR OFERTADO					1.83

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 4 de 44

RUBRO: Preparación fondo de zanja con material granular

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor	1.00000	0.20	0.20	0.13000	0.03
SUBTOTAL M					0.03
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	2.00000	4.14	8.28	0.13000	1.08
SUBTOTAL N					1.08
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Arena (Puesta en Obra)	m3	0.10000	19.00	1.90	
SUBTOTAL O					1.90
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.01
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					0.69
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.70
VALOR OFERTADO					3.70

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 5 de 44

RUBRO: Sum, Arena

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Volqueta de 8 m3	1.00000	19.69	19.69	0.14400	2.84
SUBTOTAL M					2.84
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Chofer de trailer, volqueta, tanquero, plataforma, etc. (EOC1 Chofer)	1.00000	6.08	6.08	0.14000	0.85
SUBTOTAL N					0.85
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Arena en mina	m3	1.00000	15.09	15.09	
SUBTOTAL O					15.09
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					18.78
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					4.32
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					23.10
VALOR OFERTADO					23.10

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 6 de 44

RUBRO: Suministro, Instal. y Prueba Tubería PVC U/Z D=200 mm 1.25 Mpa

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta Menor 5% de M.O.	1.00000	0.04	0.04	0.32000	0.01
Bomba para Prueba de Presion	1.00000	3.75	3.75	0.32000	1.20
Tapón pruebas hidrostáticas	1.00000	0.20	0.20	0.32000	0.06
SUBTOTAL M					1.27
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Plomero (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	0.32000	1.34
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	0.32000	1.32
SUBTOTAL N					2.66
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
TUBO PVC-P U/Z D=200mm 1.25 Mpa	m	1.00000	25.00	25.00	
SUBTOTAL O					25.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					28.93
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					6.65
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					35.58
VALOR OFERTADO					35.58

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 7 de 44

RUBRO: Sum. e Ints. Codo L/R PVC-P D=200 mm * 45ø Sellado Elastomeric

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta Menor 5% de M.O.	1.00000	0.04	0.04	1.00000	0.04
SUBTOTAL M					0.04
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Fierrero (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	1.00000	4.19
Peón (EOE2)	4.00000	4.14	16.56	1.00000	16.56
Plomero (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	1.00000	4.19
Maestro Mayor en ejecución de obras (EOC1)	1.00000	4.65	4.65	1.00000	4.65
SUBTOTAL N					29.59
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
CODO L/RPVC-P TERMOFORMADO D=200 X 45Ø SELLADO	u	1.00000	1072.38	1072.38	
CEMENTO SOLVENTE PARA TUBERIAS Y ACCESORIOS	lt	0.10000	16.77	1.68	
SUBTOTAL O					1074.06
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1103.69
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					253.85
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1357.54
VALOR OFERTADO					1357.54

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Sum. e Inst. Codo L/R PVC-P D=200 mm por 90ø Sellado Elastomerico

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta Menor 5% de M.O.	1.00000	0.04	0.04	1.00000	0.04
SUBTOTAL M					0.04
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	5.00000	4.14	20.70	1.00000	20.70
Plomero (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	1.00000	4.19
Fierrero (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	1.00000	4.19
SUBTOTAL N					29.08
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
CEMENTO SOLVENTE PARA TUBERIAS Y ACCESORIOS	lt	1.00000	16.77	16.77	
SUBTOTAL O					16.77
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					45.89
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					10.55
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					56.44
VALOR OFERTADO					56.44

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 9 de 44

RUBRO: Sumin. Coloc. Accesorios Vávula de Aire

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta Menor 5% de M.O.	1.00000	0.04	0.04	2.00000	0.08
SUBTOTAL M					0.08
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	2.00000	8.28
Plomero (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	2.00000	8.38
SUBTOTAL N					16.66
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Teflon	u	1.00000	0.38	0.38	
VALVULA DE AIRE TRIPLE ACCION D=2"	u	1.00000	130.00	130.00	
VAL. COMPUERTA BRONCE D=2"	u	1.00000	50.00	50.00	
TRAMO CORTO HG-ROS D=2" L=0.5M	u	1.00000	10.00	10.00	
COLLARIN DERIVACION D=200x63	u	1.00000	150.00	150.00	
SUBTOTAL O					340.38
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					357.12
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					82.14
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					439.26
VALOR OFERTADO					439.26

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 10 de 44

RUBRO: Sum. Coloc. Accesorios Vácula de Desagüe

UNIDAD: U

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M					0.00
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	1.00000	4.14
Plomero (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	1.00000	4.19
SUBTOTAL N					8.33
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Tubería PVC E/C Desagüe D=110 mm	m	1.00000	2.44	2.44	
Lubricante	lt	1.00000	1.96	1.96	
Limpiador de tuberías PVC	gln	1.00000	18.00	18.00	
SUBTOTAL O					22.40
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					30.73
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					7.07
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					37.80
VALOR OFERTADO					37.80

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 11 de 44

RUBRO: Sumin. Coloc. Accesorios y Válvula de Control

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta Menor 5% de M.O.	1.00000	0.04	0.04	2.00000	0.08
SUBTOTAL M					0.08
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	2.00000	8.28
Plomero (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	2.00000	8.38
SUBTOTAL N					16.66
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Union Gibault D=200 mm	u	1.00000	52.40	52.40	
Tee Reductora HD BB D=200x50mm, PN10/16	u	1.00000	180.00	180.00	
BRIDA SLIP ON 200mm	u	2.00000	76.45	152.90	
Llave de Paso (Valvula de Compuerta) D=3"	u	1.00000	220.00	220.00	
BRIDA SLIP ON 90mm	u	2.00000	77.08	154.16	
VALVULA DE AIRE TRIPLE ACCION D=3"	u	1.00000	140.00	140.00	
TRAMO CORTO HG-ROS D=3" L=0.5M	u	1.00000	13.00	13.00	
SUBTOTAL O					912.46
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					929.20
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					213.72
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1142.92
VALOR OFERTADO					1142.92

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 12 de 44

RUBRO: Relleno compactado a mano

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor	1.00000	0.20	0.20	1.18000	0.24
SUBTOTAL M					0.24
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	1.18000	4.89
SUBTOTAL N					4.89
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Agua	m3	0.01000	0.41	0.00	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					5.13
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					1.18
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6.31
VALOR OFERTADO					6.31

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 13 de 44

RUBRO: Relleno compactado a máquina con material de mejoramiento sub base clase 3

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta Menor 5% de M.O.	1.00000	0.04	0.04	0.06000	0.00
Retroexcavadora	1.00000	21.00	21.00	0.06000	1.26
Rodillo Compactador pequeño (según especificación)	1.00000	8.25	8.25	0.06000	0.50
SUBTOTAL M					1.76
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Engrasador o abastecedor responsable (EOD2 Sin Título) (Ayudante de Mecanico)	1.00000	4.19	4.19	0.06000	0.25
Peón (EOE2)	2.00000	4.14	8.28	0.06000	0.50
Op. de Equipo Liviano (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	0.06000	0.25
SUBTOTAL N					1.00
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
PÉTREOS, SUB-BASE CLASE 3	m3	1.00000	8.00	8.00	
SUBTOTAL O					8.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					10.76
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					2.47
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					13.23
VALOR OFERTADO					13.23

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 14 de 44

RUBRO: Transporte de material hasta 5km

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Volqueta de 8 m3	1.00000	19.69	19.69	0.04899	0.96
SUBTOTAL M					0.96
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Chofer de trailer, volqueta, tanquero, plataforma, etc. (EOC1 Chofer)	1.00000	6.08	6.08	0.04899	0.30
SUBTOTAL N					0.30
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.26
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					0.29
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.55
VALOR OFERTADO					1.55

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 15 de 44

RUBRO: Limpieza y desbroce

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta Menor 5% de M.O.	1.00000	0.04	0.04	0.32000	0.01
SUBTOTAL M					0.01
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	0.32000	1.32
Maestro Mayor en ejecución de obras (EOC1)	1.00000	4.65	4.65	0.32000	1.49
SUBTOTAL N					2.81
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.82
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					0.65
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.47
VALOR OFERTADO					3.47

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 16 de 44

RUBRO: Replanteo y nivelación manual

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor	1.00000	0.20	0.20	0.16000	0.03
SUBTOTAL M					0.03
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	0.16000	0.66
Albañil (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	0.16000	0.67
SUBTOTAL N					1.33
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Estacas de madera 4 x 5 cm	u	1.00000	0.85	0.85	
SUBTOTAL O					0.85
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.21
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					0.51
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.72
VALOR OFERTADO					2.72

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Excavación manual en suelo sin clasificar

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor	1.00000	0.20	0.20	1.50000	0.30
SUBTOTAL M					0.30
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	1.50000	6.21
SUBTOTAL N					6.21
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6.51
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					1.50
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					8.01
VALOR OFERTADO					8.01

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 18 de 44

RUBRO: Replantiillo Hormigon ciclopeo 40% piedra fc=180kg/cm2

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Concretera de un Saco	1.00000	2.30	2.30	1.33000	3.06
Equipo menor	1.00000	0.20	0.20	1.33000	0.27
SUBTOTAL M					3.33
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Albañil (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	1.33000	5.57
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	1.33000	5.51
Maestro Mayor en ejecución de obras (EOC1)	1.00000	4.65	4.65	1.33000	6.18
SUBTOTAL N					17.26
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Arena (Puesta en Obra)	m3	1.00000	19.00	19.00	
Ripio	m3	1.00000	18.00	18.00	
Cemento	saco	1.00000	7.33	7.33	
Grava en mina	m3	1.00000	12.50	12.50	
SUBTOTAL O					56.83
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					77.42
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					17.81
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					95.23
VALOR OFERTADO					95.23

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 19 de 44

RUBRO: Hormigón Simple f'c=180 Kg/cm2

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor	1.00000	0.20	0.20	1.20000	0.24
Concretera de un Saco	1.00000	2.30	2.30	1.20000	2.76
Vibrador	1.00000	1.80	1.80	1.20000	2.16
SUBTOTAL M					5.16
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	6.00000	4.14	24.84	1.20000	29.81
Albañil (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	1.20000	5.03
Op. de Equipo Liviano (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	1.20000	5.03
SUBTOTAL N					39.87
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Agua	m3	0.18000	0.41	0.07	
Cemento	saco	6.50000	7.33	47.65	
Arena (Puesta en Obra)	m3	0.60000	19.00	11.40	
Grava (Puesta en Obra)	m3	0.95000	16.00	15.20	
Aditivo Hormigón	Lts	7.40000	2.76	20.42	
Curado de superficie de hormigon con aditivo quimico	m2	5.00000	0.53	2.65	
SUBTOTAL O					97.39
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					142.42
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					32.76
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					175.18
VALOR OFERTADO					175.18

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 20 de 44

RUBRO: Curado de superficie de hormigon con aditivo quimico

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Bomba para curado	1.00000	1.50	1.50	0.01140	0.02
SUBTOTAL M					0.02
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	0.00600	0.02
Inspector de Obra (EOB3)	1.00000	4.65	4.65	0.01140	0.05
SUBTOTAL N					0.07
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Aditivo quimico para curado de hormigon	gl	0.03330	13.23	0.44	
SUBTOTAL O					0.44
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.53
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					0.12
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.65
VALOR OFERTADO					0.65

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 21 de 44

RUBRO: Hormigon f'c=210 kg/cm2

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor	1.00000	0.20	0.20	1.20000	0.24
Concretera de un Saco	1.00000	2.30	2.30	1.20000	2.76
Vibrador	1.00000	1.80	1.80	1.20000	2.16
Bomba para curado	1.00000	1.50	1.50	0.05700	0.09
SUBTOTAL M					5.25
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	6.00000	4.14	24.84	1.20000	29.81
Albañil (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	1.20000	5.03
Op. de Equipo Liviano (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	1.20000	5.03
Inspector de Obra (EOB3)	1.00000	4.65	4.65	0.05700	0.27
SUBTOTAL N					40.14
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Agua	m3	0.18000	0.41	0.07	
Cemento	saco	7.20000	7.33	52.78	
Arena (Puesta en Obra)	m3	0.60000	19.00	11.40	
Grava (Puesta en Obra)	m3	0.95000	16.00	15.20	
Aditivo quimico para curado de hormigon	gl	0.16500	13.23	2.18	
Aditivo Hormigón	Lts	8.20000	2.76	22.63	
SUBTOTAL O					104.26
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					149.65
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					34.42
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					184.07
VALOR OFERTADO					184.07

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 22 de 44

RUBRO: Encofrado y desencofrado recto

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor	1.00000	0.20	0.20	0.33000	0.07
SUBTOTAL M					0.07
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	0.33000	1.37
Albañil (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	0.33000	1.38
Inspector de Obra (EOB3)	1.00000	4.65	4.65	0.33000	1.53
SUBTOTAL N					4.28
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Tabla para Encofrado (según especificación)	u	1.00000	3.00	3.00	
Puntales	u	1.00000	1.80	1.80	
SUBTOTAL O					4.80
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					9.15
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					2.10
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11.25
VALOR OFERTADO					11.25

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm², en varillas corrugadas

UNIDAD: Kg

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor	1.00000	0.20	0.20	0.08000	0.02
SUBTOTAL M					0.02
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	0.08000	0.33
Fierrero (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	0.08000	0.34
SUBTOTAL N					0.67
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Hierro Varillas (Corrugado)	kg	1.05000	1.26	1.32	
Alambre de Amarre Recocido No. 18	kg	0.10000	1.50	0.15	
SUBTOTAL O					1.47
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.16
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					0.50
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.66
VALOR OFERTADO					2.66

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 24 de 44

RUBRO: Enlucido con mortero 1:2 liso exterior

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.31			0.31
Andamios	0.50000	0.09	0.05	0.75000	0.03
SUBTOTAL M					0.34
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Albañil (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	0.75000	3.14
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	0.75000	3.11
SUBTOTAL N					6.25
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Cementina	saco	0.09000	2.20	0.20	
Cemento	saco	0.24000	7.33	1.76	
Arena fina	m3	0.03500	16.00	0.56	
SUBTOTAL O					2.52
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					9.11
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					2.10
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11.21
VALOR OFERTADO					11.21

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 25 de 44

RUBRO: Enlucido con mortero 1:2 e impermeabilizante

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Andamios	0.50000	0.09	0.05	0.75000	0.03
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.48			0.48
SUBTOTAL M					0.51
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Albañil (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	0.75000	3.14
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	0.75000	3.11
Tecnico en obras civiles (EOC2)	1.00000	4.42	4.42	0.75000	3.32
SUBTOTAL N					9.57
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Cementina	saco	0.09000	2.20	0.20	
Cemento	saco	0.24000	7.33	1.76	
Aditivo impermeabilizante	kg	0.25000	2.00	0.50	
Arena fina	m3	0.03500	16.00	0.56	
SUBTOTAL O					3.02
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13.10
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					3.01
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					16.11
VALOR OFERTADO					16.11

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 26 de 44

RUBRO: Tapa metalica sanitaria de acero inoxidable 1,40x1,40, incluye suminitro, instalacion y pintura,
e=1/8"

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	5.14			5.14
Soldadora	1.00000	1.00	1.00	6.00000	6.00
SUBTOTAL M					11.14
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Albañil (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	6.00000	25.14
Peón (EOE2)	2.00000	4.14	8.28	6.00000	49.68
Maestro Mayor en ejecución de obras (EOC1)	1.00000	4.65	4.65	6.00000	27.90
SUBTOTAL N					102.72
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Pintura Anticorrosiva	gl	0.30000	13.78	4.13	
Tool galvanizado antideslizante 1.22 x 2.44	u	0.36000	72.00	25.92	
Suelda 6011 1/8	kg	1.00000	4.50	4.50	
Ángulo de hierro 40 x 3 mm	m	4.00000	2.18	8.72	
SUBTOTAL O					43.27
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					157.13
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					36.14
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					193.27
VALOR OFERTADO					193.27

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 27 de 44

RUBRO: Tapa metalica sanitaria de acero inoxidable 1,50x1,50, incluye suminitro, instalacion y pintura,
e=1/8"

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	5.14			5.14
Soldadora	1.00000	1.00	1.00	6.00000	6.00
SUBTOTAL M					11.14
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Albañil (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	6.00000	25.14
Peón (EOE2)	2.00000	4.14	8.28	6.00000	49.68
Maestro Mayor en ejecución de obras (EOC1)	1.00000	4.65	4.65	6.00000	27.90
SUBTOTAL N					102.72
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Pintura Anticorrosiva	gl	0.30000	13.78	4.13	
Tool galvanizado antideslizante 1.22 x 2.44	u	0.36000	72.00	25.92	
Suelda 6011 1/8	kg	1.00000	4.50	4.50	
Ángulo de hierro 40 x 3 mm	m	4.00000	2.18	8.72	
SUBTOTAL O					43.27
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					157.13
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					36.14
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					193.27
VALOR OFERTADO					193.27

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 28 de 44

RUBRO: Tapa metalica sanitaria de acero inoxidable 2,30x2,05, incluye suminitro, instalacion y pintura, e=1/8"

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	5.14			5.14
Soldadora	1.00000	1.00	1.00	6.00000	6.00
SUBTOTAL M					11.14
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Albañil (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	6.00000	25.14
Peón (EOE2)	2.00000	4.14	8.28	6.00000	49.68
Maestro Mayor en ejecución de obras (EOC1)	1.00000	4.65	4.65	6.00000	27.90
SUBTOTAL N					102.72
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Pintura Anticorrosiva	gl	0.30000	13.78	4.13	
Tool galvanizado antideslizante 1.22 x 2.44	u	0.36000	72.00	25.92	
Suelda 6011 1/8	kg	1.00000	4.50	4.50	
Ángulo de hierro 40 x 3 mm	m	4.00000	2.18	8.72	
SUBTOTAL O					43.27
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					157.13
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					36.14
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					193.27
VALOR OFERTADO					193.27

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 29 de 44

RUBRO: Tapa metalica sanitaria de acero inoxidable 2,45x2,50, incluye suminitro, instalacion y pintura,
e=1/8"

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	5.14			5.14
Soldadora	1.00000	1.00	1.00	6.00000	6.00
SUBTOTAL M					11.14
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Albañil (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	6.00000	25.14
Peón (EOE2)	2.00000	4.14	8.28	6.00000	49.68
Maestro Mayor en ejecución de obras (EOC1)	1.00000	4.65	4.65	6.00000	27.90
SUBTOTAL N					102.72
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Pintura Anticorrosiva	gl	0.30000	13.78	4.13	
Tool galvanizado antideslizante 1.22 x 2.44	u	0.36000	72.00	25.92	
Suelda 6011 1/8	kg	1.00000	4.50	4.50	
Ángulo de hierro 40 x 3 mm	m	4.00000	2.18	8.72	
SUBTOTAL O					43.27
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					157.13
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					36.14
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					193.27
VALOR OFERTADO					193.27

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 30 de 44

RUBRO: Pintura exterior latex vinyl acrílica (Incluye lijado y dos manos de pintura)

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.13			0.13
SUBTOTAL M					0.13
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	0.30000	1.24
Pintor (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	0.30000	1.26
SUBTOTAL N					2.50
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Pintura latex Vinyl acrílica	gln	0.06000	16.00	0.96	
Lija según especificaciones	u	0.50000	1.12	0.56	
SUBTOTAL O					1.52
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4.15
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					0.95
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5.10
VALOR OFERTADO					5.10

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 31 de 44

RUBRO: Suministro, Instal. y Prueba Tubería PVC U/Z D=200 mm 1.25 Mpa

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Herramienta Menor 5% de M.O.	1.00000	0.04	0.04	0.32000	0.01
Bomba para Prueba de Presion	1.00000	3.75	3.75	0.32000	1.20
Tapón pruebas hidrostáticas	1.00000	0.20	0.20	0.32000	0.06
SUBTOTAL M					1.27
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Plomero (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	0.32000	1.34
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	0.32000	1.32
SUBTOTAL N					2.66
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
TUBO PVC-P U/Z D=200mm 1.25 Mpa	m	1.00000	25.00	25.00	
SUBTOTAL O					25.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					28.93
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					6.65
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					35.58
VALOR OFERTADO					35.58

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 32 de 44

RUBRO: CODO 90° HD, Ø=200mm

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M					0.00
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL N					0.00
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Codo 90° HD BB PN10 D=200 mm	u	1.00000	170.33	170.33	
SUBTOTAL O					170.33
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					170.33
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					39.18
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					209.51
VALOR OFERTADO					209.51

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 33 de 44

RUBRO: Adaptador PVC-HD, ø=200mm

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.07			0.07
SUBTOTAL M					0.07
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	0.33000	1.37
SUBTOTAL N					1.37
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Limpiador de tuberías PVC	gln	0.00300	18.00	0.05	
Pegamento para tuberías PVC	gln	0.00300	34.92	0.10	
Adaptador AC/PVC D=200 mm	u	0.00300	36.35	0.11	
Adaptador hembra PVC 200	u	1.00000	3.57	3.57	
SUBTOTAL O					3.83
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					5.27
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					1.21
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6.48
VALOR OFERTADO					6.48

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Sum,-Ins, Union Tipo Gibault D=200 mm

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M					0.00
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL N					0.00
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Union Gibault D=200 mm	u	1.00000	52.40	52.40	
Colocación Acc HF sin anclajes, D=200 mm	u	1.00000	16.47	16.47	
SUBTOTAL O					68.87
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
				0.00	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					68.87
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					15.84
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					84.71
VALOR OFERTADO					84.71

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 35 de 44

RUBRO: Colocación Acc HF sin anclajes, D=200 mm

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor	1.00000	0.20	0.20	1.30000	0.26
SUBTOTAL M					0.26
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	1.30000	5.38
Peón (EOE2) (Ayudante)	1.00000	4.14	4.14	1.30000	5.38
Plomero (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	1.30000	5.45
SUBTOTAL N					16.21
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					16.47
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					3.79
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					20.26
VALOR OFERTADO					20.26

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Sum,-Ins, Valvula de Compuerta D=200mm, BB, PN10 , volante

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL M					0.00
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
SUBTOTAL N					0.00
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Valvula de Compuerta D=200mm, BB, PN10 , volante	u	1.00000	623.70	623.70	
Colocacion Valvulas HF y bronce, D=200 mm sin anclajes	u	1.00000	16.21	16.21	
SUBTOTAL O					639.91
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					639.91
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					147.18
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					787.09
VALOR OFERTADO					787.09

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 37 de 44

RUBRO: Colocacion Valvulas HF y bronce, D=200 mm sin anclajes

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor	1.00000	0.20	0.20	1.90000	0.38
SUBTOTAL M					0.38
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	1.90000	7.87
Plomero (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	1.90000	7.96
SUBTOTAL N					15.83
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					16.21
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					3.73
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					19.94
VALOR OFERTADO					19.94

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 38 de 44

RUBRO: Sum e Inst Valvula mariposa D=200 mm

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor	1.00000	0.20	0.20	0.10000	0.02
SUBTOTAL M					0.02
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Plomero (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	1.00000	4.19
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	1.00000	4.14
SUBTOTAL N					8.33
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Valvula Mariposa D=200 mm	u	1.00000	340.00	340.00	
SUBTOTAL O					340.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					348.35
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					80.12
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					428.47
VALOR OFERTADO					428.47

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 39 de 44

RUBRO: Letrero metálico de información del proyecto

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Soldadora	1.00000	1.00	1.00	6.50000	6.50
Equipo menor	1.00000	0.20	0.20	6.50000	1.30
Compresor con martillo	1.00000	13.00	13.00	6.50000	84.50
SUBTOTAL M					92.30
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	2.00000	4.14	8.28	6.50000	53.82
Pintor (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	6.50000	27.24
Técnico liniero eléctrico (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	6.50000	27.24
SUBTOTAL N					108.30
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Suelda (Según Especificación Técnica)	kg	3.00000	4.69	14.07	
Pintura Anticorrosiva	gl	0.08000	13.78	1.10	
Varios	Glob	2.00000	2.20	4.40	
Pintura Reflectiva	gl	0.06000	25.00	1.50	
Tool 1/25" (1.22x2.44 m)	plancha	2.00000	17.10	34.20	
Angulo (1" x 1" x 3/16" x 6 m)	u	2.30000	12.40	28.52	
Perfil C 80x40x4mm - 6m	u	1.30000	50.90	66.17	
SUBTOTAL O					149.96
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					350.56
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					80.63
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					431.19
VALOR OFERTADO					431.19

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 40 de 44

RUBRO: Suministro e instalación de Cinta

UNIDAD: m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor	1.00000	0.20	0.20	1.00000	0.20
SUBTOTAL M					0.20
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	1.00000	4.14
SUBTOTAL N					4.14
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Cinta plástica de señalización (según especificación)	m	1.00000	0.05	0.05	
SUBTOTAL O					0.05
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4.39
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					1.01
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5.40
VALOR OFERTADO					5.40

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 41 de 44

RUBRO: Suministro e instalación de Poste Delineador

UNIDAD: u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.03			0.03
Soplete	1.00000	0.50	0.50	0.08300	0.04
Compresor para soplete	1.00000	0.90	0.90	0.08300	0.07
SUBTOTAL M					0.14
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2) (Ayudante de pintor)	1.00000	4.14	4.14	0.08300	0.34
Pintor (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	0.08300	0.35
SUBTOTAL N					0.69
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Tubería HG D=2", incluye corte	m	1.00000	7.68	7.68	
Pintura Anticorrosiva	gl	0.00420	13.78	0.06	
Pintura Reflectiva	gl	0.01600	25.00	0.40	
Sello reflectivo	m	0.62830	3.50	2.20	
Encofrado Recto para estructuras de hormigón no visto	m2	0.20000	11.92	2.38	
Hormigón Simple 140 Kg/cm2	m3	0.01250	122.36	1.53	
SUBTOTAL O					14.25
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					15.08
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					3.47
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					18.55
VALOR OFERTADO					18.55

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 42 de 44

RUBRO: Hormigón Simple 140 Kg/cm2

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor	1.00000	0.20	0.20	1.00000	0.20
Concretera de un Saco	1.00000	2.30	2.30	1.00000	2.30
Vibrador	0.50000	1.80	0.90	1.00000	0.90
SUBTOTAL M					3.40
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	6.00000	4.14	24.84	1.00000	24.84
Albañil (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	1.00000	4.19
Op. de Equipo Liviano (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	1.00000	4.19
SUBTOTAL N					33.22
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Agua	m3	0.18000	0.41	0.07	
Cemento	saco	5.40000	7.33	39.58	
Arena (Puesta en Obra)	m3	0.60000	19.00	11.40	
Grava (Puesta en Obra)	m3	0.95000	16.00	15.20	
Aditivo Hormigón	Lts	6.10000	2.76	16.84	
Curado de superficie de hormigon con aditivo quimico	m2	5.00000	0.53	2.65	
SUBTOTAL O					85.74
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					122.36
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					28.14
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					150.50
VALOR OFERTADO					150.50

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 43 de 44

RUBRO: Curado de superficie de hormigon con aditivo quimico

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Bomba para curado	1.00000	1.50	1.50	0.01140	0.02
SUBTOTAL M					0.02
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	0.00600	0.02
Inspector de Obra (EOB3)	1.00000	4.65	4.65	0.01140	0.05
SUBTOTAL N					0.07
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Aditivo quimico para curado de hormigon	gl	0.03330	13.23	0.44	
SUBTOTAL O					0.44
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.53
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					0.12
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.65
VALOR OFERTADO					0.65

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 44 de 44

RUBRO: Encofrado Recto para estructuras de hormigón no visto

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Equipo menor	1.00000	0.20	0.20	0.60000	0.12
SUBTOTAL M					0.12
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/HR	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Peón (EOE2)	1.00000	4.14	4.14	0.60000	2.48
Carpintero (EOD2)	1.00000	4.19	4.19	0.60000	2.51
SUBTOTAL N					4.99
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Costo	
Madera contrachapada	m2	1.00000	3.92	3.92	
Sistema de colocación, sujeción y fijación del encofrado	glb	1.00000	2.83	2.83	
Desmoldante para encofrado	m2	1.00000	0.06	0.06	
SUBTOTAL O					6.81
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					11.92
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 23.00 %					2.74
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					14.66
VALOR OFERTADO					14.66

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

miércoles, 19 de marzo de 2025