

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“Evaluación y propuesta de mejoramiento sistema de agua potable de la
localidad de Tuyu, distrito de Macara, provincia de Carhuaz, 2022”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

Autor:

Bach. Ing. Amu Rodriguez, Luis Alberto

Asesor:

Ms. Ing. Sparrow Alamo, Edgar Gustavo

DNI N°32904375

Código ORCID: 0000-0003-4469-0288

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Evaluación y Propuesta de Mejoramiento Sistema de Agua Potable de
la Localidad de Tuyu, Distrito de Macara, Provincia de Carhuaz,
2022”**

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

REVISADO Y APROBADO POR:



Ms. Sparrow Alamo, Edgar Gustavo

Asesor

DNI: 32904375

CÓDIGO ORCID: 0000-0003-4469-0288

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Evaluación y Propuesta de Mejoramiento Sistema de Agua Potable de la
Localidad de Tuyu, Distrito de Macara, Provincia de Carhuaz, 2022”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
REVISADO Y APROBADO POR LOS SIGUIENTES JURADOS:**

Ms. Villavicencio González, FELIPE ELEUTERIO
Presidente

DNI: 26673663

CÓDIGO ORCID: 0000-0002-3500-2378

Dr. Atilio Rubén, LÓPEZ CARRANZA
Secretario

DNI: 32965940

CÓDIGO ORCID: 0000-0002-3631-2001

Ms. Edgar Gustavo, SPARROW ALAMO
Integrante

DNI: 32904375

CÓDIGO ORCID: 0000-0003-4469-0288

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025



ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 21 días del mes de mayo del año dos mil veinticinco, siendo las 16:00 horas, en el aula C1 del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 090-2025-UNS-CFI, con fecha 27.03.2025, integrado por los siguientes docentes: Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González (Presidente), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Secretario), Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Integrante), Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Accesitaria) en base a la Resolución Decanal N° 205-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD TUYU, DISTRITO DE MARCARÁ, PROVINCIA DE CARHUAZ, 2022", presentado por el Bachiller AMU RODRIGUEZ LUIS ALBERTO con cód. N° 0199613007, quien fue asesorado por el docente Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo según lo establece la T. Resolución Decanal N° 449-2022-UNS-FI, de fecha 08.08.2022.

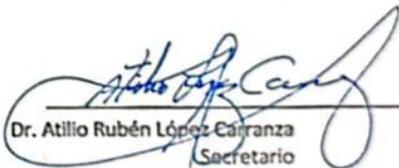
El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
AMU RODRIGUEZ LUIS ALBERTO	17	BUENO

Siendo las 17:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 21 de mayo de 2025.


Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González
Presidente


Dr. Atilio Rubén López Carranza
Secretario


Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo
Integrante

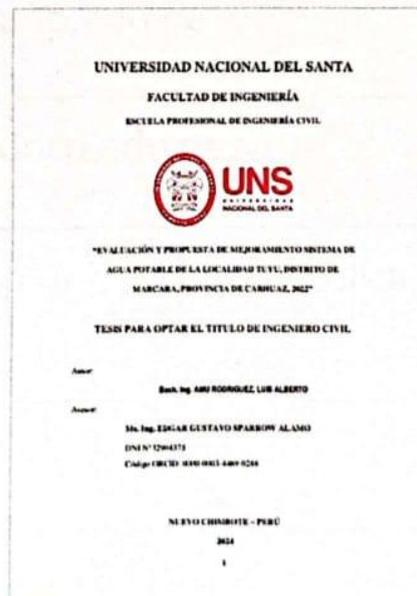


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Luis AMU RODRIGUEZ
Título del ejercicio: Tesis
Título de la entrega: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO SISTEMA DE ...
Nombre del archivo: FINAL_TESIS_luis_AMU_RODRIGUEZ3-imprimirFINAL.docx
Tamaño del archivo: 12.82M
Total de páginas: 135
Total de palabras: 14,813
Total de caracteres: 75,546
Fecha de entrega: 26-dic.-2024 10:09p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 2558306686



Derechos de autor 2024 Turnitin. Todos los derechos reservados.

EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD TUYU, DISTRITO DE MARCARA, PROVINCIA DE CARHUAZ, 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%	18%	2%	13%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ujcm.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	Submitted to Aliat Universidades Trabajo del estudiante	2%
3	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	vdocuments.es Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Católica Los Angeles de Chimbote	1%

DEDICATORIA

A la persona más importante en mi vida, a quien viviré eternamente agradecido

MIS PADRES

Con mucho cariño dedicado a mi Esposa y adorada Hijita por quienes me esfuerzo en seguir adelante indeseablemente, para brindarles lo mejor de Mí.

Además a las personas que siempre estuvieron y formaron parte en mi proceso de aprendizaje, para ser un buen profesional... mis Docentes de esta mi Universidad.

AGRADECIMIENTO

A Dios por protegerme hasta ahora y permitirme llegar hasta donde me encuentro en este momento, ya que por su intermedio me dio la fuerza y decisión de continuar para poder lograr este paso tan importante en el inicio de mi vida profesional.

Asimismo, a mi inquebrantable Madre a quien gracias a su constante apoyo y preocupación para conmigo, continuar hasta la culminación del presente Trabajo de Investigación.

A mis maestros, que en este largo camino pre profesional fueron grandes protagonistas para enriquecerme de conocimientos, y cumplieron un rol muy importante en todo este tiempo como estudiante de esta mi ALMA MATER.

El Autor

ÍNDICE

RESUMEN	14
ABSTRACT	15
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	16
1.1 Antecedentes	16
1.2 Formulación del problema	19
1.3 Objetivos	20
1.4 Formulación de la hipótesis	20
1.5 Justificación	20
1.6 Limitaciones del trabajo.....	21
1.7 Variables... ..	21
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	22
2.1 Sistemas de abastecimiento de agua potable.....	22
2.2. Fuentes de abastecimiento de agua	23
2.2.1 Tipos de fuentes	23
2.3 Captación de agua	25
2.3.1 Tipos de captación	26
2.3.2 Captación de agua de manantial	27
2.3.2.1 Clasificación de manantiales.....	27
2.3.3 Galerías filtrantes	31
2.3.4 Pozos someros.....	32
2.3.5 Pozos profundos.....	33
2.4 Línea de conducción	34
2.4.1 Conducción por gravedad	35
2.4.2 Conducción por bombeo.....	36
2.4.3 Caudal de diseño.....	37

2.4.4 Carga disponible	37
2.5 Tuberías	38
2.5.1 Clases de tuberías.....	39
2.5.2 Accesorios.....	40
2.6 Variaciones periódicas	41
2.6.1 Consumo promedio medio anual (Q_p).....	41
2.6.2 Consumo máximo diario (Q_{md})	42
2.6.3 Consumo máximo horario (Q_{mh}).....	42
2.7 Reservorio	43
2.7.1 Volumen de almacenamiento.....	43
2.7.1.1 Volumen de regulación(V_1).....	43
2.7.1.2 Volumen contra incendio (V_2)	44
2.7.1.3 Volumen de reserva (V_3).....	45
2.7.2 Características e instalaciones.....	46
2.7.3 Tipos de reservorio	46
2.8 Línea de aducción	49
2.8.1 Tuberías	49
2.8.2 Velocidad.....	50
2.9 Redes de distribución.....	50
2.9.1 Tipos de red de distribución.....	52
2.9.2 Tuberías	53
2.9.3 Conexiones domiciliarias	55
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	56
3.1 Materiales.....	56
3.1.1 Estudios topográficos.....	56
3.1.2 Población de estudio	56
3.1.3 Agua potable	56

3.2 MÉTODOS	57
3.2.1 Tipo y diseño de Investigación	57
3.2.2 Variables y Operacionalización	57
3.2.3 Población muestral, unidad de análisis	60
3.2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	60
3.2.5 Procedimientos.....	61
3.2.6 Método de análisis de datos	61
3.2.7 Aspectos éticos	62
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
4.1 Resultados.....	63
4.1.1 Descripción del área de estudio	63
4.1.2 Población muestral de la investigación.....	65
4.1.3 Evaluación del Sistema.....	66
4.1.4 Recolección de datos condiciones actuales.....	75
4.1.5 Recolección de datos condiciones futuras	79
4.2 Discusión	88
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
5.1 Conclusiones.....	89
5.2 Recomendaciones.....	92
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES.....	93
CAPITULO VII ANEXOS	95
ANEXO 01 MATRIZ DE CONSISTENCIA	96
ANEXO 02: PANEL FOTOGRÁFICO.....	134
ANEXO 03: INGRESO DATOS Y CORRIDA DEL PROGRAMA WATERCAR V1.....	
ANEXO 04: PLANOS	

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coeficientes de fricción «C» en la fórmula de Hazen y Williams	39
Tabla 2 Clase de tuberías PVC y máxima presión de trabajo	39
Tabla 3 Dotación por número de habitantes	71
Tabla 4 Dotación por región	71
Tabla 5 Dotación según RNE	72

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 01 Sistema de cosecha de agua de lluvia.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 02 Captación de agua superficial vista en planta.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 03 Captación de aguas subterráneas.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 04 Manantial de ladera concentrada.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 05 Manantial de ladera difusa.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 06 Manantial de fondo concentrado</i>	<i>25</i>
<i>Figura 07 Manantial de fondo difuso</i>	<i>25</i>
<i>Figura 08 Proceso constructivo de galería filtrante.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 09 Pozo somero</i>	<i>28</i>
<i>Figura 10 Pozo profundo</i>	<i>29</i>
<i>Figura 11 Línea de conducción por gravedad.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 12 Línea de conducción por bombeo.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 13 Línea de conducción por gravedad carga disponible.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 14 Válvula expulsora de aire</i>	<i>35</i>
<i>Figura 15 Válvula de purga</i>	<i>36</i>
<i>Figura 16 Grafico para agua contra incendio de solidos.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 17 Reservorio semienterrado.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 18 Reservorio apoyado.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 19 Reservorio elevado</i>	<i>43</i>
<i>Figura 20 Red abierta</i>	<i>47</i>
<i>Figura 21 Red cerrada</i>	<i>48</i>
<i>Figura 22 Mapa de ubicación distrito de Marcara</i>	<i>59</i>
<i>Figura 23 Mapa de ubicación distrito de Carhuaz.....</i>	<i>59</i>

RESUMEN

En la presente investigación el objetivo general fue realizar la evaluación del sistema de agua potable existente, de la localidad de Tuyu, Distrito de Marcará, provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash, con la finalidad de conocer el estado situacional.

se realizó la evaluación al sistema de abastecimiento de agua existente que consta de una captación, línea de conducción, cámaras rompe presión, reservorio, línea de aducción, red de distribución y conexiones domiciliarias por lo que se evaluara los diámetros de la línea de conducción, aducción y red de distribución teniendo en consideración las presiones mínimas de servicio, así como el volumen del reservorio para las condiciones actuales de la población existente. Luego con la proyección hecha para 20 años el propósito es disminuir las enfermedades diarreicas agudas las mismas que podrían derivar en enfermedades gastrointestinales y parasitarias, garantizándose una buena calidad de vida.

Palabras clave: Sistema de agua potable, abastecimiento de agua.

ABSTRACT

In this Thesis Project: "Evaluation and proposal for improvement of the drinking water system of the Tuyu town, Marcara district, Carhuaz province, 2022"; The evaluation of the existing water supply system consisting of a catchment, conduction line, pressure break chambers, reservoir, adduction line, distribution network and home connections will be carried out, so the diameters of the conduction line will be evaluated. adduction and distribution network taking into account the minimum service pressures, as well as the volume of the reservoir for the current conditions of the existing population. Then with the projection made for 20 years, the purpose is to reduce acute diarrheal diseases, the same ones that could lead to gastrointestinal and parasitic diseases, guaranteeing a good quality of life.

Keywords: Drinking water system, water supply.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Baquerizo, J., Zambrano, Y. (2021), en su investigación “Evaluación y diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua potable en la parroquia Juan Bautista Aguirre, sector Los Tintos, Cantón Daule - provincia del Guayas, propuso alternativas y soluciones tanto técnicas como económicas para que el servicio de agua potable llegue a su fase de operación óptima, las mismas que deben seguir las normas CPE INEN 5 parte 9-1:1992, parte 9-2:1997 y NTE 2655; adicionalmente realizó simulaciones hidráulicas con ayuda del programa EPANET 2.0. Por ello, analizaron la Propuesta #1 al año 2047 que presentó problemas en cuanto a presiones ya que se vuelven negativas, no cumpliendo así, con lo dispuesto por las normas y con las necesidades de la población; a diferencia de la propuesta #2, la cual cumplió con lo requerido, logrando así que esta sea en cuanto a funcionalidad la mejor solución. También, analizaron otros parámetros como costo - efectividad, aceptación social y tiempo de ejecución con el objetivo de confirmar la propuesta seleccionada”

Cruz C, M.P.(2018) en su Investigación “*Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable del C.P. de barrio Piura y Puerto Casma, distrito de Comandante Noel, provincia de Casma – Ancash*, tuvo como objetivo Evaluar el actual sistema de abastecimiento de agua, por lo que se realizó una evaluación del volumen de almacenamiento de agua que deben tener el reservorio, los diámetros de las líneas de impulsión y aducción y las presiones en la red de distribución para las condiciones actuales de la población existente. Luego con la proyección realizada para 20 años, se podrá garantizar una buena calidad de vida y se podrá evitar casos de enfermedades gastrointestinales y parasitarias en los centros poblados en especial a los niños y ancianos”

Ramírez S, Z. J. (2019) en su investigación “Evaluación y propuesta de un sistema de agua potable y alcantarillado en el H.U.P. Villa Santa Rosa del Sur, distrito Nuevo Chimbote, provincia de Santa-Ancash. Tuvo como objetivo la evaluación y propuesta de diseño de un sistema de agua potable y alcantarillado en el H.U.P Villa Santa Rosa del Sur, Distrito Nuevo Chimbote, Provincia de Santa-Ancash basado en el diseño hidráulico. Identificó que el más grave problema que existe en la zona fue deficiente sistema de agua potable y alcantarillado, además de que no existe propuestas mejoramiento para una posterior ejecución. Los resultados de esta investigación se sustentaron los parámetros del Reglamento Nacional de Edificaciones, logrando satisfacer la demanda de consumo de agua, evacuación de aguas residuales y por lo tanto contribuir al mejoramiento de la calidad de vida en la comunidad y del medio ambiente”

Gutierrez Tenorio & Huamani Vega (2019) en su trabajo de investigación refiere que el proyecto San Antonio de Mala no cuenta con agua potable, solo captan el agua subterránea mediante un pozo perforado, por lo que el principal objetivo de su tesis es el diseño una red de abastecimiento de agua potable utilizando el software Watercad, para poder abastecer la demanda de consumo de agua para la población en estudio. Para realizar este diseño fue necesario determinar la cantidad poblacional y realizar diversos cálculos tales como: Cálculo de caudales de agua, Volumen de almacenamiento, Ubicación del pozo subterráneo (captación), Cálculo de tuberías de Impulsión.

Delgado Salazar, E. M. (2019) en su investigación: “Evaluación al sistema de agua potable y saneamiento básico de los sectores del C.P San Antonio, distrito de Socota, provincia de Cutervo –Cajamarca , tuvo como objetivo, evaluar el sistema de agua potable y saneamiento básico de los sectores del C.P. San Antonio, distrito de Sócota, provincia de Cutervo – Cajamarca; respondiendo la interrogante ¿qué tipo de sistema de agua potable y saneamiento básico se adapta a los sectores del C.P. san Antonio, distrito de Sócota, provincia de Cutervo – Cajamarca?. Teniendo en cuenta las diferentes propuestas de sistemas de saneamiento sustentables recomienda la utilización del biodigestor autolimpiable por la facilidad de instalación, operación y mantenimiento y por los accesibles precios de mercado; así como también la conformación de los comités de agua potable con los pobladores beneficiarios de este centro poblado para que garanticen el correcto funcionamiento de este sistema”

Vera Pereyra, D. M. (2018) en su investigación “*Evaluación del comportamiento hidráulico de redes de distribución de agua potable, mediante métodos computacionales convencionales en el Distrito de Chupaca*”; tuvo como objetivo evaluar la velocidad de flujo y la presión de carga en conexiones, de la red de distribución de agua potable en el Distrito de Chupaca; mediante métodos computacionales convencionales: Loop, WaterCAD, Epanet y WatDIS, softwares diferentes e independientes entre sí. Al desarrollar la investigación comprobaron que los 4 métodos computacionales convencionales son útiles para el análisis del comportamiento hidráulico, los cuales coinciden en resultados y demuestran que la red de distribución de agua potable de Chupaca presenta tuberías y nudos que no satisfacen los requerimientos hidráulicos que exige la normativa y por ende tiene mal funcionamiento como sistema integrado, estos efectos negativos pueden ser corregidos a través de un diseño optimizado. También concluye, que el software WaterCAD posee algoritmos

directos para plantear un diseño óptimo, sin embargo, Epanet y WatDIS también pueden presentar un diseño óptimo, pero con herramientas adicionales no propias del programa. La variación porcentual promedio comparativa en resultados de cálculos es de 3.92% en relación de Loop, WaterCAD y Epanet, y de 0.53% entre WaterCAD y Watdis, lo cual demuestra que los resultados son muy próximos y válidos entre sí”

1.2. Formulación del problema

Duran Juárez, Torres Rodríguez(2005),La disponibilidad del agua es un problema actual y complejo en el que interviene una serie de factores que van más allá del incremento poblacional que demanda cada vez más este recurso para uso del consumo humano, así como para llevar a cabo actividades económicas.

Un inadecuado sistema de abastecimiento de agua potable que exista trae consigo el desabastecimiento, contaminación, limitando desarrollo de actividades productivas y suspensiones periódicas del sistema, evidenciando la falta de buena planificación en la gestión, administración, operación y mantenimiento.

En este caso los habitantes de la localidad de Tuyo del Distrito de Marcará, cuentan con un sistema de agua potable que otorga una dotación insuficiente para el abastecimiento de su población, pues el servicio que se les brinda de este recurso es solo unas horas a la semana, esto conlleva a sus habitantes almacenar el agua inadecuadamente, causando enfermedades parasitarias y dérmicas, epidemias contagiosas, entre otras enfermedades, siendo los más vulnerables los menores de edad y ancianos que habitan dicha localidad.

Teniendo en cuenta estos problemas, nos planteamos la siguiente interrogante:

¿Cuál será el sistema más eficiente para mejorar el abastecimiento de agua potable en la Localidad de Tuyo del distrito de Marcará?

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivos generales

- Realizar la evaluación y mejoramiento el sistema de agua potable de la localidad de Tuyo, Distrito de Marcará, provincia de Carhuaz,

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar una evaluación hidráulica del sistema de agua potable existente, de la localidad de Tuyo, Distrito de Marcara
- Proponer un sistema de Agua potable, que garantice el abastecimiento de la localidad, con las presiones adecuadas verificando que cumpla con los requisitos que establece el Reglamento Nacional de Edificaciones.

1.4. Formulación de la hipótesis

Si se mejora el sistema de agua potable, se conseguirá una mejor calidad de vida en salubridad de la Localidad de Tuyu, del distrito de Marcara.

1.5. Justificación

El bienestar de la población depende de la satisfacción de sus necesidades básicas, tanto en términos económicos, sociales como ambientales, dentro de los cuales el agua potable segura es crucial para combatir la pobreza, aportar al desarrollo y mejorar la calidad de vida de la población. En tal sentido y teniendo en cuenta los aspectos de salubridad, se plantea evaluar el sistema y plantear su mejoramiento que permita un adecuado almacenamiento y distribución del agua, con lo cual los pobladores de la localidad de Tuyo del distrito de Marcará satisficieran una de las necesidades importantísimas dentro de su desarrollo; así mismo permitirá disminuir los riesgos de

enfermedades parasitarias y dérmicas, la cual dará origen a la disminución de la morbilidad y mortalidad infantil, tal como lo demuestran la OMS (Organismo Mundial de la salud y la OPS Organismo Panamericano de la Salud)

1.6. Limitaciones del trabajo

En la presente investigación las limitaciones presentadas fueron del tipo económico, respecto al desplazamiento hacia la zona de estudio para la recolección de datos. Así también, el Municipio local, proporcionó escasa información requerida para esta investigación.

1.7. Variables

1.7.1. Variable Independiente

Población de Tuyu

1.7.1. Variable Dependiente

Propuesta de diseño del sistema de agua potable

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Se le llama sistema al conjunto de tuberías que viene ser parte de la estructura hidráulica que alberga una red de distribución de agua potable, el abastecimiento de agua potable se realiza a base de tuberías de PVC las cuales se utilizaron diámetros distintos debido a los distintos caudales que se transitara por su interior se sabe que para un diseño de agua potable tiene que tener una lida de captación el cual va a captar agua, tiene que tener una línea de aducción, por consiguiente una cisterna y su line de conducción que hará posible que las red de distribución este contactada paralelamente con la línea de conducción y poder abastecer a una determinada zona. Sánchez, (2011, p.1)

Se considera como sistema de abastecimiento de agua potable al conjunto de obras de captación, conducción, regulación y distribución intradomiciliaria de agua potable.

2.1.1 Componentes hidráulicos de un sistema de abastecimiento

Los principales componentes hidráulicos en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, de acuerdo al tipo de suministro, son los siguientes:

1. Estructuras de captación para aguas superficiales o subterráneas;
2. Pozos;
3. Reservorios;
4. Cámaras de bombeos y rebombeo;
5. Cámara rompe presión;
6. Planta de tratamiento;
7. Líneas de aducción, conducción y red de distribución;
8. Punto de suministro

2.2 FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

La clasificación de las fuentes de agua depende de la procedencia del recurso hídrico y de la facilidad de tratamiento que se le puede dar. De acuerdo al tipo ubicación, caudal y calidad de agua y presión de servicio, se evaluará y se definirá el tipo de sistema de abastecimiento adecuado.

2.2.1. Tipos de Fuentes

- **Agua de lluvia**

La captación de agua de lluvia se emplea en aquellos casos en los que no es posible obtener aguas superficiales y subterráneas de buena calidad. Para ello se utilizan superficies de menor costo y del régimen pluviométrico. En la Figura 01, se muestra la captación del agua de lluvia mediante el techo de una vivienda. Agüero (1997)

Figura 01 : Sistema de cosecha de agua de lluvia



Sistema de cosecha de agua de lluvia

Fuente:https://www.jica.go.jp/Resource/project/ecuador/001/materials/ku57pq000011cym2-att/water_harvest_sp.pdf

- **Aguas superficiales**

Las aguas superficiales están constituidas por arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen en zonas de pastoreo animal. Sin embargo a veces no existe otra fuente alternativa a ésta en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua. En la figura 02, se muestra la captación de agua superficial mediante una estructura hidráulica llamada barraje. Agüero (1997)

Fig. 02 Captación de agua superficial. Vista en planta



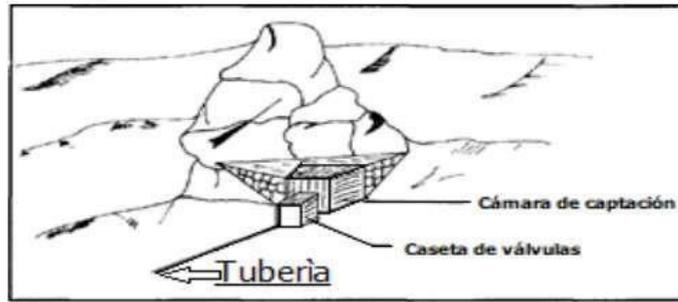
Fuente: https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2011/2/CI5104/1/material_docente/bajar?id_material=404156

- **Aguas subterráneas**

El agua subterránea se forma a partir de las infiltraciones por parte de las precipitaciones en una determinada cuenca, estas infiltraciones avanzan en el subsuelo hasta alcanzar zonas de saturación o estratos impermeables y surgen como manantiales. La explotación de estas aguas subterráneas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero. La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos (excavados y tubulares). En la Figura 03, se observa

una de las muchas formas de aprovechamiento del agua subterránea con fines de consumo humano. Agüero (1997)

Figura 03. Captación de agua subterránea



Fuente : Agüero (1997)

2.3. CAPTACION DE AGUA

Elegida la fuente de agua e identificada como el primer punto del sistema de agua potable en el lugar del afloramiento, se construye una estructura de captación que permita recolectar el agua, para que luego pueda ser transportada mediante las tuberías de conducción hacia el reservorio de almacenamiento. La fuente en lo posible no debe ser vulnerable a desastres naturales, en todo caso debe contemplar las seguridades del caso (del Ambiente, 2004, p.6)

2.3.1 Tipos de captación

Se denomina “obras de captación” a las obras civiles y electromecánicas que permiten disponer del agua superficial o subterránea de la fuente de abastecimiento.

A continuación, se clasifican las principales obras de captación que pueden aplicarse a los proyectos de abastecimiento de agua para fines urbanos:

a) Captación de aguas superficiales

Se les encuentra mayormente en lagos, lagunas y ríos, la primordial ventaja es que se logran usar sencillamente, fácil de visualizar, cuando están sucias se logran purificar con simplicidad y a un precio admisible. La captación de aguas superficial se realiza mediante:

- Captación directa
- Presas de derivación
- Presas de almacenamiento

b) Captación de aguas subterráneas

En estas obras las más utilizadas son: Manantiales, galerías filtrantes, pozos someros y pozos profundos.

2.3.2. Captación de agua de manantial

Esta captación viene hacer el punto de partida del sistema de agua potable. En el punto de afloramiento se construye una estructura que pueda captar de la forma más eficiente y así poder recolectar el agua en una estructura de concreto impermeabilizada, para que luego pueda ser conducida mediante la línea de conducción hacia un reservorio. El diseño hidráulico y dimensionamiento de la captación dependerá de la topografía de la zona, de la textura del suelo y del tipo de manantial; buscando no alterar la calidad y la temperatura del agua ni modificar la corriente y el caudal natural del manantial, ya que cualquier obstrucción puede tener consecuencias fatales; el agua crea otro cauce y el manantial desaparece. Agüero (1997).

Se puede definir un manantial como un punto, zona o lugar de la superficie del terreno, en la que de modo natural fluye o aflora una cantidad determinada de agua proveniente de un acuífero (Custodio y Llamas, 2001)

2.3.2.1 Clasificación de manantiales

En la zona alto andina, los manantiales están relacionados sobre todo con las condiciones del relieve, en donde los acuíferos son cortados por la topografía. Una forma práctica de clasificar los manantiales que nos permitirá luego diferenciar el tipo de captación que vamos a realizar puede ser:

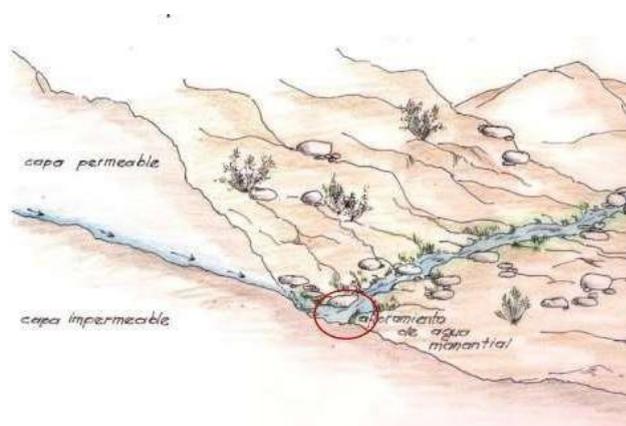
2.3.2.1.1 Manantial de ladera

A partir de un sustrato impermeable, el agua realiza un recorrido por acción de la gravedad, apareciendo en forma superficial en las laderas de los cerros. Es bastante común encontrarlos en la región alto andina, y pueden ser utilizados para abastecimiento de agua en comunidades rurales. De ellos hablaremos en el presente manual. A su vez, de acuerdo con la forma en que el agua aparece en la superficie, los manantiales de ladera pueden ser clasificados como:

a.- Manantial de ladera concentrado

Se identifican a estos manantiales cuando el agua surge en un espacio bien definido, localizado en forma puntual.

Figura 04. Manantial de ladera concentrada

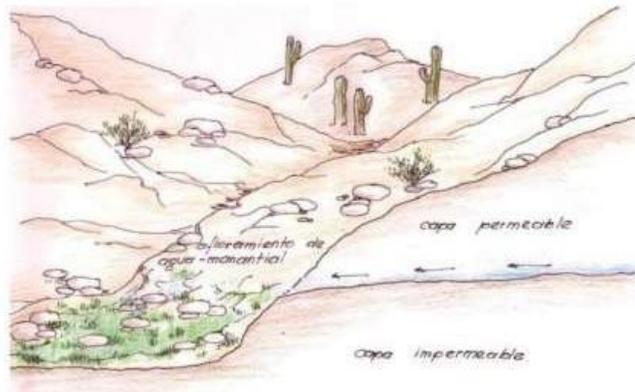


Fuente. FONCODES

b.- Manantial de ladera difuso

También puede suceder que el agua surja en un sector más amplio, de diverso tamaño y en forma difusa, lo que genera un sector anegado sobre la superficie. En la región andina a este tipo de manantiales los conocemos como vegas o ciénegos.

Figura 05. Manantial de ladera difusa



Fuente. FONCODES

2.3.2.1.2 Manantial de fondo

El agua surge de manera ascendente, en zonas bajas o fondos de valles. En general están relacionados con agua subterránea proveniente de un acuífero confinado, que sale a la superficie por la presión ejercida en el acuífero. También los manantiales de fondo pueden ser clasificados como concentrados o difusos, según la forma en que el agua aparece en la superficie.

Figura 06. Manantial de fondo concentrado



Fuente. FONCODES

Figura 07. Manantial de fondo difuso



Fuente. FONCODES

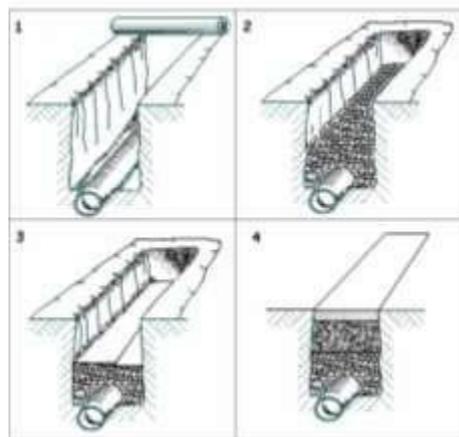
2.3.3 Galerías filtrantes

El agua captada por medio de una galería filtrante generalmente se conduce a un cárcamo de bombeo donde se inicia la obra de conducción.

En la captación de agua por medio de galerías filtrantes, se utilizan tuberías perforadas, instaladas casi horizontalmente en zanja excavada a cielo abierto, y rellenas con material limpio debidamente seleccionado, esto es, con una granulometría adecuada para conformar el filtro.

Actualmente se recomienda la utilización de tubería de acero inoxidable o de PVC ranurados tipo cedazo, también se construyen galerías perforadas o excavadas generalmente en laderas de montaña, cortando formaciones acuíferas como las que presentan las rocas calizas (Lineamientos Técnicos para Factibilidades, S. 2014, p.5)

Figura 08. Proceso constructivo galería filtrante



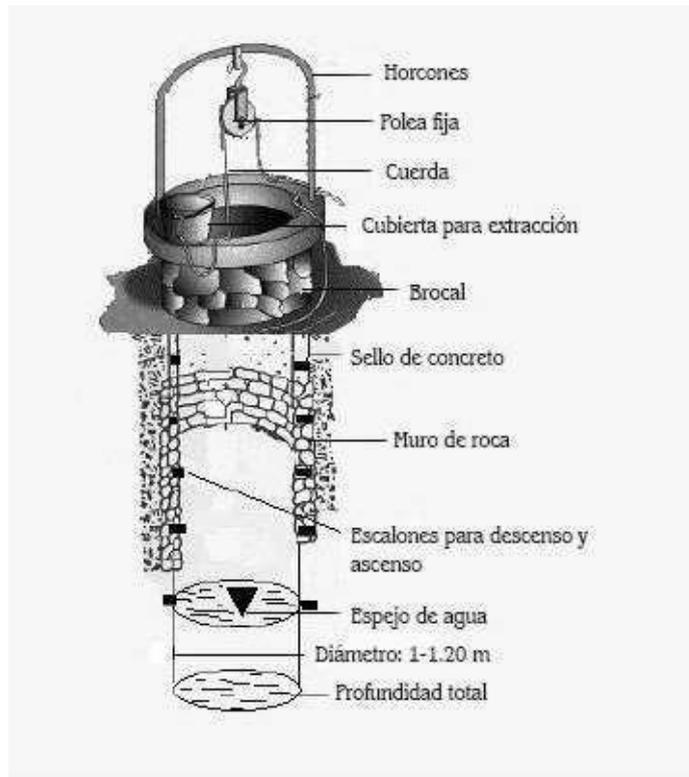
Fuente. OPS/CEPIS/02.61 UNATSABAR

2.3.4 Pozos someros

Se define como “pozo” una perforación vertical en general de forma cilíndrica y de diámetro menor que su profundidad. Así, el agua disponible en el subsuelo penetra a lo largo de las paredes creando un flujo de tipo radial. En la práctica, se clasifican los pozos en poco profundos o someros y en pozos profundos (Lineamientos Técnicos para Factibilidades, S. 2014, p.6)

Los pozos someros o excavados, se construyen cuando es conveniente explotar el agua freática y/o del subálveo. El diámetro mínimo del pozo circular es 1.5 m y debe permitir que su construcción sea fácil. Cuando la sección sea rectangular, la dimensión mínima debe ser 1.5 m. Para pozos con ademe de concreto, y cuando se utiliza el procedimiento de construcción llamado “indio”, los anillos que queden dentro del estrato permeable, deben llevar perforaciones dimensionadas de acuerdo con un estudio granulométrico previo en el caso de carecer de estos datos, se recomienda que el diámetro de las perforaciones esté comprendido entre 25 y 250 mm, colocadas en tresbolillo, a una distancia de 15 a 25 cm, centro a centro. Para pozos con ademe de mampostería de piedra ó tabique, se dejan espacios sin juntar en el estrato impermeable, procurando apegarse a la consideración anterior (Lineamientos Técnicos para Factibilidades, S. 2014, p.6)

Figura 09. Pozo somero



Fuente. R. Bonfil,1970

2.3.5 Pozos profundos

En los pozos profundos o perforados la exploración realiza por medio de un sistema de percusión o rotación. En donde el material perforado será retirado de la excavación con una cuchara, atreves de una presión hidráulica, o algún otro material perforado. Cada clase de pozo poseen sus propias ventajas, estas pueden ser, en la comodidad de construcción, el tipo de instrumento necesitado, espacio para la acumulación, simplicidad de perforación. También tiene la ventaja para proteger el agua de la contaminación (Organización panamericana de la salud, 2004, p. 24)

Figura 10. Pozo profundo



Fuente. Adaptado de París Marta del Carmen, (2009)

2.4 LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Se denomina obras de conducción a las estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la captación hasta al reservorio o planta de tratamiento. La estructura deberá tener capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario (R.N.E. 2006, p.36)

La línea de conducción está conformada por el conjunto de tuberías, válvulas de control, accesorios, estructuras complementarias y obras de arte, su función en el sistema es transportar el agua desde la captación hasta el punto final de su recorrido que generalmente es un reservorio de regularización o una planta de tratamiento, dependiendo de las características del sistema. Generalmente las líneas de conducción siguen el alineamiento del perfil natural del terreno, pero se debe tratar que el alineamiento sea lo más recto posible y evitar zonas deslizables o propensas a inundaciones. Debe utilizarse al máximo la energía disponible para conducir el gasto deseado, lo que en la mayoría de los casos nos llevara a la selección del diámetro mínimo

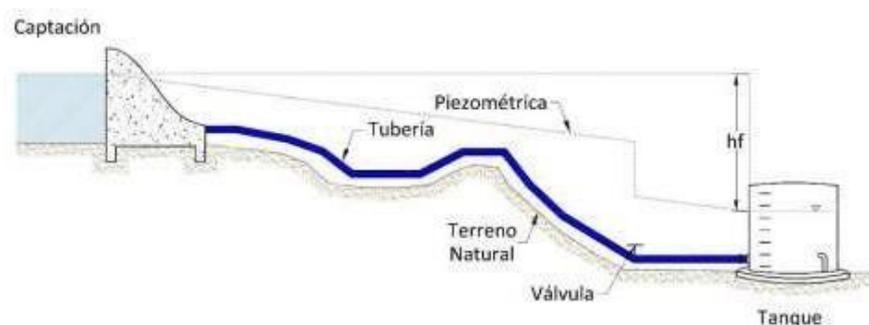
que permita presiones iguales o menores a la resistencia física que el material de la tubería soporte, Agüero (1997).

La línea de conducción es la parte del sistema que transporta el agua desde el sitio de la captación ya sea por medio de bombeo y/o rebombeo, o a gravedad, hasta un tanque de regulación, Planta potabilizadora o un crucero predeterminado de la red. También se considera como parte de la línea de conducción al conjunto de conductos, estructuras de operación y especiales y cruceros (Lineamientos Técnicos para Factibilidades, S. 2014, p.10)

2.4.1 Conducción por gravedad

El escurrimiento del agua de las conducciones por gravedad se puede efectuar de dos maneras: trabajando a superficie libre o funcionando a presión en donde se hace uso de tuberías, siendo este caso el que se considera en casi la mayoría de las obras de conducción. En el cálculo hidráulico de una conducción a gravedad, el caso más frecuente que se presenta es el de determinar el diámetro, tipo de tubería y clases (Lineamientos Técnicos para Factibilidades, S. 2014, p.11)

Figura 11. Línea de conducción por gravedad



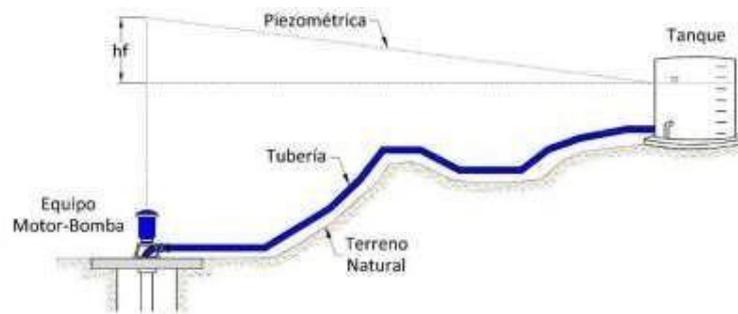
Fuente. Sagarpa s.f., p.8

2.4.2. Conducción por bombeo

El bombeo del agua se hace generalmente de un pozo o un cárcamo. El equipo de bombeo produce un incremento brusco en el gradiente hidráulico para vencer todas las pérdidas de energía en la tubería de conducción. Para definir las características de una línea de conducción, debe realizarse un análisis del diámetro más económico (Lineamientos Técnicos para Factibilidades, S. 2014, p.12)

Se deben analizar los fenómenos transitorios en la línea de conducción, con el objeto de revisar si los tipos y las clases de la tubería seleccionada son los adecuados, y si se requieren estructuras de protección, como son: tanques unidireccionales, válvulas aliviadoras de presión, torres de oscilación y cámaras de aire (Lineamientos Técnicos para Factibilidades, S. 2014, p.12)

Figura 12. Línea de conducción por bombeo



Fuente. Rodolfo Martinez.2016

2.4.3. Caudal de diseño

En proyectos de diseño de sistemas de abastecimiento de agua el caudal de diseño corresponde al caudal máximo diario (Q_{md}) que se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año, y es un factor importante utilizado en el diseño de captaciones, líneas de conducción e impulsión y reservorios de los sistemas de abastecimiento de agua potable y se considerará entre el 120% y 150% del consumo promedio diario anual (Q_m), recomendándose el valor promedio de 130% por Agüero, (1997).

2.4.4. Carga disponible

Generalmente la carga disponible viene representada por la diferencia de elevación entre la obra de captación (nivel mínimo de aguas en la captación) y el estanque de almacenamiento (nivel máximo de aguas en el estanque). Sin embargo en ocasiones pueden presentarse puntos altos intermedios, que no satisfacen el flujo por gravedad para un diseño adoptado bajo esa consideración, por lo cual esta verificación debe hacerse (Arocha, 1980).

Figura 13. Línea de conducción por gravedad, carga disponible



Fuente. Agüero 1997

2.5. Tuberías

Para el diseño de la conducción con tuberías se tendrá en cuenta las condiciones topográficas, las características del suelo y la climatología de la zona a fin de determinar el tipo y calidad de la tubería (R.N.E. 2006, p.36)

La velocidad mínima no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de 0,60 m/s (R.N.E. 2006, p.36)

La velocidad máxima admisible será:

En los tubos de concreto 3 m/s

En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC 5 m/s

Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima admisible. (R.N.E. 2006, p.36)

Para el cálculo hidráulico de las tuberías que trabajen como canal, se recomienda la fórmula de Manning, con los siguientes coeficientes de rugosidad:

Asbesto-cemento y PVC 0,010

Hierro Fundido y concreto 0,015

Para otros materiales deberá justificarse los coeficientes de rugosidad.

Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla N°01. Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado (R.N.E. 2006, p.36)

Tabla 01

Coeficientes de fricción «C» en la fórmula de Hazen y Williams

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

Fuente; R.N.E. 2006, p.36

2.5.1 Clases de Tubería

Las clases de tubería de PVC a seleccionarse estarán definidas por las máximas presiones que ocurran en la línea representada por la línea de carga estática. Para la selección se debe considerar una tubería que resista la presión más elevada que pueda producirse, ya que la presión máxima no ocurre bajo condiciones de operación, sino cuando se presenta la presión estática, al cerrar la válvula de control en la tubería.

Tabla 02

Clase de tuberías PVC y máxima presión de trabajo

CLASE	PRESIÓN MÁXIMA DE PRUEBA (m.)	PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO (m.)
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

Fuente: Agüero. 1997, P. 57

2.5.2. Accesorios

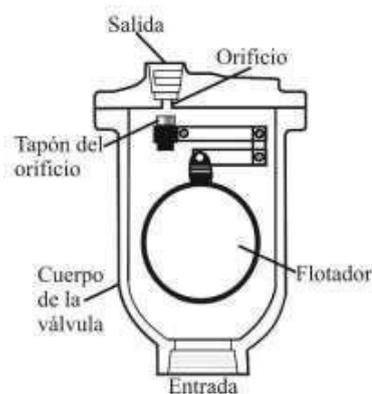
a) Válvulas de aire

En las líneas de conducción por gravedad y/o bombeo, se colocarán válvulas extractoras de aire cuando haya cambio de dirección en los tramos con pendiente positiva (R.N.E. 2006, p.36)

En los tramos de pendiente uniforme se colocarán cada 2.0 km como máximo. Si hubiera algún peligro de colapso de la tubería a causa del material de la misma y de las condiciones de trabajo, se colocarán válvulas de doble acción (admisión y expulsión) (R.N.E. 2006, p.36)

El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función del caudal, presión y diámetro de la tubería (R.N.E. 2006, p.36)

Figura 14. Válvula expulsora de aire



Fuente. Rodolfo Martinez.2016

b) Válvulas de purga

Se colocará válvulas de purga en los puntos bajos, teniendo en consideración la calidad del agua a conducirse y la modalidad de funcionamiento de la línea. Las válvulas de purga se dimensionarán de acuerdo a la velocidad de drenaje, siendo

recomendable que el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro de la tubería (R.N.E. 2006, p.36)

Estas válvulas deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento (R.N.E. 2006, p.37)

Figura 15. Válvula de purga



Fuente. Rodolfo Martinez.2016

2.6 VARIACIONES PERIODICAS

2.6.1. Consumo promedio medio anual (Qp)

Es el promedio de los consumos diarios en un año, y está expresado en litros/segundo [lt/seg].

$$Q_p = \frac{P \times \text{dotación} \left(\frac{L}{\text{hab}} \right) / \text{dia}}{86400} \left(\frac{Lt}{s} \right)$$

(Agüero Pittman, 1997, pag.24)

Donde:

Qp= consumo promedio diario anual (lt/s)

Pf= población de diseño (hab)

Dotacion: Lt/hab/dia

2.6.2. Consumo máximo diario (Qmd)

El consumo Máximo Diario, es el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante un año.

$$Q_{md} = k_1 x Q_p \text{ (Lt/s)}$$

(Agüero Pittman, 1997, pag.24)

Donde:

Qmd= caudal máximo diario (lt/s)

K1= coeficiente máximo anual de la demanda diaria

Dotacion: Lt/hab/día

2.6.3. Consumo máximo horario (Qmh)

El consumo Máximo Horario, es la hora de máximo consumo del día de máximo consumo.

$$Q_{mh} = k_2 x Q_p \text{ (Lt/s)}$$

Donde:

Qmd= caudal máximo diario (lt/s)

K2= coeficiente máximo anual de la demanda horaria

Dotacion: Lt/hab/día

2.7 RESERVORIO

Los sistemas de almacenamiento tienen como función suministrar agua para consumo humano a las redes de distribución, con las presiones de servicio adecuadas y en cantidad necesaria que permita compensar las variaciones de la demanda. Asimismo, deberán contar con un volumen adicional para suministro en casos de emergencia como incendio, suspensión temporal de la fuente de abastecimiento y/o paralización parcial de la planta de tratamiento (R.N.E. 2006, p.51)

El volumen deberá determinarse con las curvas de variación de la demanda horaria de las zonas de abastecimiento o de una población de características similares (R.N.E. 2006, p.51)

Los reservorios se deben ubicar en áreas libres. El proyecto deberá incluir un cerco que impida el libre acceso a las instalaciones (R.N.E. 2006, p.51)

2.7.1 Volumen de almacenamiento

El volumen total de almacenamiento estará conformado por la suma de los volúmenes de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva (R.N.E. 2006, p.51)

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

2.7.1.1 Volumen de Regulación(V1)

El volumen de regulación será calculado con el diagrama masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda. Cuando se comprueba la no disponibilidad de esta información, se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación, siempre que el suministro de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de

funcionamiento. En caso contrario deberá ser determinado en función al horario del suministro (R.N.E. 2006, p.51)

$$V_r = 0.25 * Q_{md} * \frac{86400}{1000}$$

Q_{md} =caudal máximo diario (L/s)

V_r = volumen de regulación(m³)

2.7.1.2 Volumen Contra Incendio(V₂)

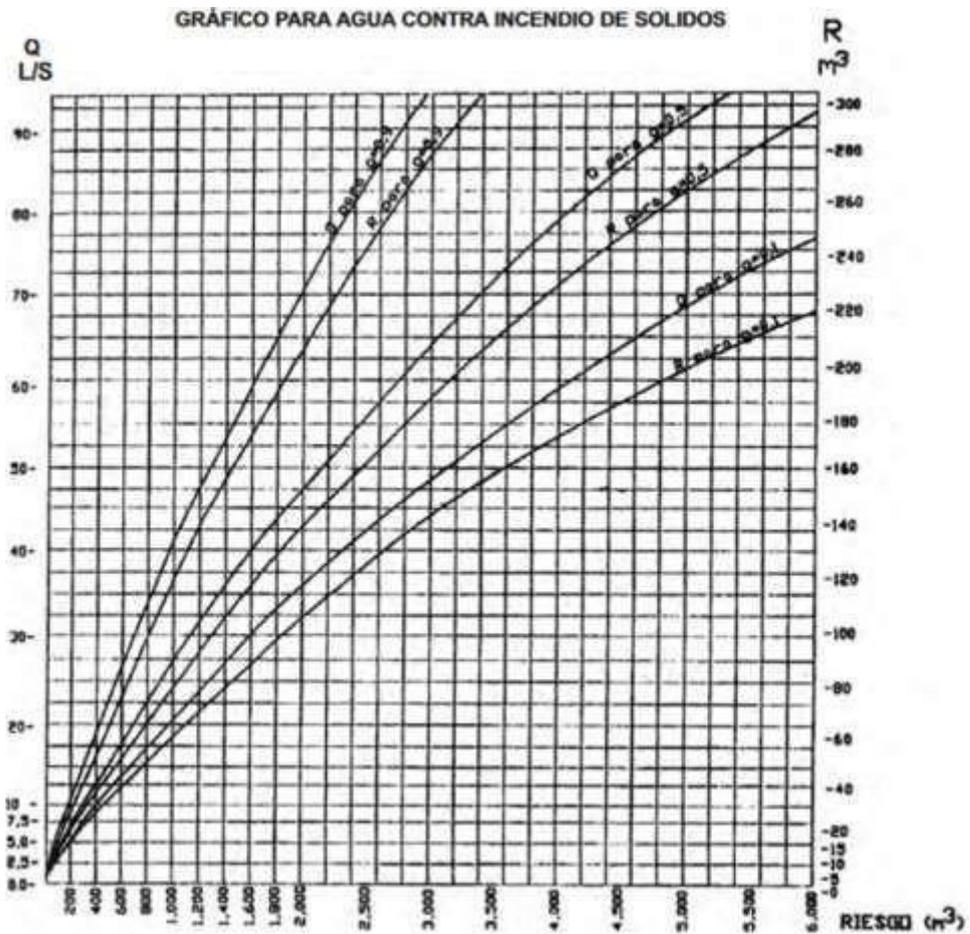
En los casos que se considere demanda contra incendio, deberá asignarse un volumen mínimo adicional de acuerdo al siguiente criterio:

- 50 m³ para áreas destinadas netamente a vivienda.

- Para áreas destinadas a uso comercial o industrial deberá calcularse utilizando el gráfico para agua contra incendio de sólidos de la Figura 16, considerando un volumen aparente de incendio de 3000 metros cúbicos y el coeficiente de apilamiento respectivo (R.N.E. 2006, p.51)

Independientemente de este volumen los locales especiales (Comerciales, Industriales y otros) deberán tener su propio volumen de almacenamiento de agua contra incendio (R.N.E. 2006, p.51)

Figura 16 Gráfico para agua contra incendio de sólidos



2.7.1.3 Volumen de Reserva(V_R)

De ser el caso, deberá justificarse un volumen adicional de reserva. Se considerara.

$$V_R = 0.05 * Q_{md} * \frac{86400}{1000}$$

Q_{md} =caudal máximo diario (L/s)

V_R= volumen de reserva(m³)

2.7.2 Características e instalaciones

Funcionamiento

Deberán ser diseñados como reservorio de cabecera. Su tamaño y forma responderá a la topografía y calidad del terreno, al volumen de almacenamiento, presiones necesarias y materiales de construcción a emplearse. La forma de los reservorios no debe representar estructuras de elevado costo (R.N.E. 2006, p.52)

Instalaciones

Los reservorios de agua deberán estar dotados de tuberías de entrada, salida, rebose y desagüe. En las tuberías de entrada, salida y desagüe se instalará una válvula de interrupción ubicada convenientemente para su fácil operación y mantenimiento. Cualquier otra válvula especial requerida se instalará para las mismas condiciones (R.N.E. 2006, p.52)

Las bocas de las tuberías de entrada y salida deberán estar ubicadas en posición opuesta, para permitir la renovación permanente del agua en el reservorio (R.N.E. 2006, p.52)

2.7.3 Tipos de reservorios

Los reservorios de agua son un elemento fundamental en una red de abastecimiento de agua potable ya que permiten la preservación del líquido para el uso de la comunidad donde se construyen y a su vez compensan las variaciones horarias de su demanda.

Reservorios enterrados y semi enterrados

Son aquellos que tienen el depósito de agua totalmente enterrados o semienterrados, se les conoce también como CISTERNAS. Las formas más empleadas son las rectangulares y circulares, esta última presenta ventajas para la resistencia de las presiones interiores. Los materiales empleados para su construcción pueden ser de albañilería de piedra, ladrillo y concreto armado.

Figura 17 Reservorio semienterrado



Reservorios apoyados

Estos reservorios son aquellos cuya cimentación y piso están directamente colocados sobre la superficie del terreno. Las formas más empleadas son las rectangulares y circulares, esta última presenta ventajas para la resistencia de las presiones interiores. Los materiales empleados en su construcción pueden ser de albañilería de piedra, ladrillo, concreto armado y metálicos según su capacidad de abastecimiento.

Figura 18 Reservorios apoyados



Reservorios elevados

Los reservorios elevados son estanques de almacenamiento de agua que se encuentran por encima del nivel del terreno natural y son soportados por columnas y pilotes o por paredes. Desempeñan un rol importante en los sistemas de distribución de agua, tanto desde el punto de vista económico, así como del funcionamiento hidráulico del sistema y del mantenimiento de un servicio eficiente (Ops/cepis, U. 2005, p.4)

Figura 19 Reservorios elevados



Considerando el tipo de alimentación los reservorios elevados son de dos tipos:

a) Reservorios de cabecera

Se alimentan directamente de la fuente o planta de tratamiento mediante gravedad o bombeo. Causa una variación relativamente grande de la presión en las zonas extremas de la red de distribución (Ops/cepis, U. 2005, p.5)

b) Reservorios flotantes

Se ubican en la parte más alejada de la red de distribución con relación a la captación o planta de tratamiento, se alimentan por gravedad o por bombeo. Almacena agua en las horas de menor consumo y auxilia el abastecimiento de la ciudad durante las horas de mayor consumo (Ops/cepis, U. 2005, p.5)

2.8 LÍNEA DE ADUCCIÓN

Es la línea que conduce agua desde el reservorio hasta la red de distribución, ya sea por tubería, canal o túnel.

El sistema por gravedad, solo funcionan cuando las condiciones topográficas tienen pendiente favorable al flujo de circulación de agua y pueden darse de dos maneras

a) Por conducción de canales y conductos con superficie libre

Estos están sometidos a la presión atmosférica, tienen que tener un revestimiento. Se establece que la conducción se puede hacer en una superficie libre según la ecuación de Manning. Para efectuar un sistema de aducción mediante canales por gravedad es importante establecer la topografía del área circundante y se trabaja con el perfil longitudinal del trazo para volcar la información en planta.

b) Por conductos cerrados a presión (tubería)

Trabajan generalmente a tubería llena (sección llena) manteniendo una presión igual a la presión atmosférica. Generalmente se emplean tuberías de diferente material cuyo trazo estará determinado por las condiciones topográficas del tramo de diseño teniendo como punto de inicio la cota de ingreso al punto de captación de aguas y el punto final de la aducción también definido

2.8.1 Tuberías

Se debe analizar el material a emplear considerando las condiciones de operación teniendo en cuenta lo siguiente:

- Resistente a la corrosión y la agresividad del suelo.
- Debe ser un material resistente a esfuerzos mecánicos producidos por cargas externas e internas.

- Las características de comportamiento hidráulico como para asimilar presiones de trabajo, considerar también el golpe de ariete.
- Es importante prever que la instalación se encuentre en un terreno que permita confinar y/o anclar debidamente la tubería debiéndose evitar la incrustación de la tubería.

Se recomienda que toda tubería existente en el mercado tenga una norma internacional de verificación de su calidad.

Calculo hidráulico en tuberías por gravedad siguiendo las ecuaciones de hidráulica y sus rangos de validez

- Ecuación de Darcy-Weisbach $\phi=10-600\text{mm}$.
- Ecuación de Hazen y Williams $\phi=50-3500\text{mm}$

Presión máxima y presión mínima de trabajo

En líneas de aducción por gravedad la presión máxima de trabajo no deberá pasar el valor del 80% de la presión especificada de la tubería (como presión máxima)

2.8.2 Velocidad

Se debe considerar en velocidad máxima 3 m/s en las tuberías de concreto y para las tuberías de asbesto-cemento, hierro dúctil y PVC se considerará 5m/s como máximo.

Recomendándose de 3m/s.

2.9 REDES DE DISTRIBUCIÓN

Es el conjunto de tuberías trabajando a presión, que se instalan en las vías de comunicación de los urbanismos y a partir de las cuales serán abastecidas las diferentes parcelas o edificaciones de un desarrollo.

Para el diseño de la red de distribución es necesario definir la ubicación tentativa del reservorio de almacenamiento con la finalidad de suministrar el agua en cantidad y presión adecuadas a todos los puntos de la red.

Las cantidades de agua se han definido en base a las dotaciones y en el diseño se contempla las condiciones más desfavorables, para lo cual se analizaron las variaciones de consumo considerando en el diseño de la red el consumo máximo horario (Q_{mh}) (Agüero. 1997, P. 93)

Las presiones deben satisfacer las condiciones máximas y mínimas para las diferentes situaciones de análisis que puedan ocurrir. En tal sentido, la red debe mantener presiones de servicio mínima, que sean capaces de llevar agua al interior de las viviendas (parte alta del pueblo). También en la red deben existir limitaciones de presiones máximas tales que no provoquen daños en las conexiones y que permitan el servicio sin mayores inconvenientes de uso (parte baja) (Agüero. 1997, P. 93)

Caudal de diseño

La red de distribución se calculará con la cifra que resulte mayor al comparar el gasto máximo horario con la suma del gasto máximo diario más el gasto contra incendios para el caso de habilitaciones en que se considere demanda contra incendio (R.N.E. 2006, p.54)

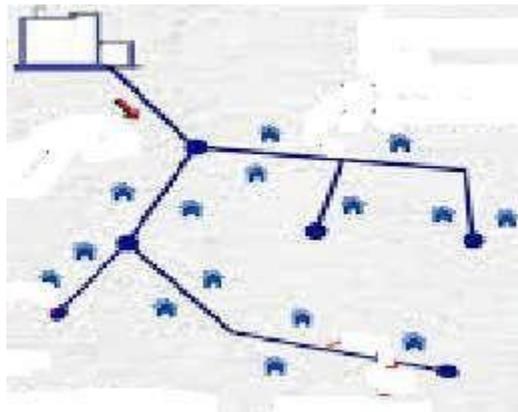
2.9.1 Tipos de red de distribución

En esta red existen dos tipos las cuales pueden ser por el sistema abierto o de ramales y también por el sistema de circuito cerrado o malla.

a) Sistema abierto o ramificado

Está compuesta por una línea principal y una sucesión de ramales. Esta es utilizada cuando la topografía impide o no permite la interconexión entre ramales y cuando las poblaciones tienen un desarrollo lineal, por lo normal va a lo largo de un río o camino. La tubería matriz o principal se establece a lo largo de una calle, avenida, de la cual se derivan las tuberías secundarias (Agüero. 1997, P. 95)

Fig. 20 red abierta

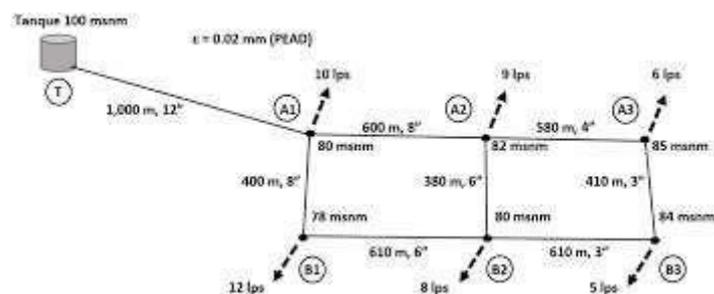


b) Sistema cerrado

Estas redes están formadas por tubos que están conectadas unas con otras creando unas mallas. En este tipo de sistema es originar un circuito cerrado que proporcione una función eficaz y continuo por lo que la ventaja con este es que eliminen los puntos muertos, así cuando se realice reparaciones en un sector, el área no se quedara sin suministro, esto depende de la localización de las válvulas.

La otra ventaja tiene es que es menos costoso, ya que los tramos son abastecidos por ambos extremos consiguiéndose así reducir las pérdidas de carga y por lo tanto son menores los diámetros; por lo cual brinda más ayuda cuando se presente un incendio, donde se podría cerrar las válvulas para que pueda llegar hacia el lugar del desastre (Agüero. 1997, P. 97)

Fig. 21 red cerrada



2.9.2 Tuberías

Las redes de distribución se proyectarán, en principio, en circuito cerrado formando malla. Su dimensionamiento se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red.

Para el análisis hidráulico del sistema de distribución, podrá utilizarse el método de Hardy Cross o cualquier otro equivalente (R.N.E. 2006, p.54)

Para el cálculo hidráulico de las tuberías, se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla 6. Para el caso de tuberías no contempladas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado (R.N.E. 2006, p.54)

Diámetro mínimo

El diámetro mínimo será de 75 mm para uso de vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial.

En casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tuberías de 50 mm de diámetro, con una longitud máxima de 100 m si son alimentados por un solo extremo ó de 200 m si son alimentados por los dos extremos, siempre que la tubería de alimentación sea de diámetro mayor y dichos tramos se localicen en los límites inferiores de las zonas de presión. En los casos de abastecimiento por piletas el diámetro mínimo será de 25mm (R.N.E. 2006, p.54)

Presiones

La presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m. En caso de abastecimiento de agua por piletas, la presión mínima será 3,50 m a la salida de la pileta (R.N.E. 2006, p.54)

Válvulas

La red de distribución estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud. Se proyectarán válvulas de interrupción en todas las derivaciones para ampliaciones. Las válvulas deberán ubicarse, en principio, a 4 m. de la esquina o su proyección entre los límites de la calzada y la vereda (R.N.E. 2006, p.54)

Las válvulas utilizadas tipo reductoras de presión, aire y otras, deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento. Toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección y operación. Deberá evitarse

los «puntos muertos» en la red, de no ser posible, en aquellos de cotas más bajas de la red de distribución, se deberá considerar un sistema de purga (R.N.E. 2006, p.54)

Hidrantes contra incendio

Los hidrantes contra incendio se ubicarán en tal forma que la distancia entre dos de ellos no sea mayor de 300m. Los hidrantes se proyectarán en derivaciones de las tuberías de 100mm de diámetro o mayores y llevarán una válvula de interrupción (R.N.E. 2006, p.54)

2.9.3 Conexiones domiciliarias

Una conexión domiciliaria está compuesta de accesorios y conductos que permite la alimentación a partir una línea matriz hasta la propiedad del beneficiario, y en su caja de registro hará instalación de un medidor.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

Los materiales de la investigación son el terreno, la población y el sistema de abastecimiento de agua, a los cuales correspondió realizar su estudio y análisis.

Dicho análisis se realizó a través del software WaterCad V10i , este software permitió modelar el sistema actual verificando los diámetros del sistema y presiones de servicio y plantear su mejoramiento.

3.1.1 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

Los estudios topográficos tuvieron a cargo de la Municipalidad Distrital de Marcará. Y cuyos planos fueron proporcionados, con los cuales se realizó el análisis respectivo de la distribución del sistema de agua potable.

3.1.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO

El cálculo de la población de estudio se realizó en base al plano proporcionado por la Municipalidad Distrital de Marcará, donde figura los predios distribuidos del lugar de estudio. el cual se pudo verificar en campo, además teniendo en cuenta la densidad población brindada por la Municipalidad que es de 5 hab/lote(predio).

3.1.3 AGUA POTABLE

El estudio del agua, comprendió en determinar la calidad del agua para consumo humano, las condiciones de su extracción, tratamiento y almacenamiento.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Tipo y diseño de Investigación

Tipo de investigación:

Según su objetivo, la investigación fue aplicada porque se buscó conocer, analizar, establecer y modificar la realidad problemática del sector de Tuyu

Según su profundidad, la investigación fue descriptiva, logrando detallar los hechos del estudio, mediante de la indagación y análisis de la realidad.

Diseño de investigación:

La investigación fue cuantitativa pues los resultados obtenidos mediante la recopilación de datos y su procesamiento fueron medidos. En este caso los componentes del sistema hidráulico, caudal, diámetros de tuberías, presión, volumen de reservorio, etc.

De acuerdo a la técnica de contrastación fue No experimental de tipo Descriptivo pues, detallamos las características de los componentes del sistema de agua potable, como son: captacion, reservorios, línea de aducción, red de distribución, conexión domiciliaria, sin alterar la realidad.

3.2.2 Variables y Operacionalización

A. VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE:

Centro poblado de Tuyu

VARIABLE DEPENDIENTE:

Propuesta de mejoramiento del Sistema de agua potable

B. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Definición Operacional de Variable Independiente

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional		
		Dimensión	Indicador	Unidad
Población CP Tuyu	Población:			
	Es necesario determinar la población futura de la localidad, así como de la clasificación de su nivel socioeconómico dividido en tres tipos: popular, media y residencial. Igualmente se debe distinguirse son zonas comerciales o industriales, sobre todo, al final del periodo económico de la obra.		Demografía	unid
		Sector de Tuyu	dotación	lt/hab/dia
			Superficie	m ²

Fuente: Elaboración del tesista

Tabla 2

Definición Operacional de Variable dependiente

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional		
		Dimensión	Indicador	Unidad
Sistema de agua potable	Sistema de agua potable	Estructuras de Captación	Topografía	m
			Caudal	lt/seg
		Conducción	material	C
			Presión	mca
		Almacenamiento	volumen	m ³
			Altitud	m
		Distribución	Caudal	lt/seg
			Presión	mca

Fuente: Elaboración del tesista

3.2.3 Población, Muestra, unidad de análisis

Población

La población de estudio se tomará al Centro Poblado de Tuyu. Marcara – Carhuaz - Ancash

Muestra

La muestra es no probabilística, ya que se considerará toda la infraestructura del Sistema de Agua Potable del Centro Poblado de Tuyu.

3.2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En este estudio se recolectaron datos mediante la observación en campo con la participación de los representantes involucrados directamente.

Se consideró el plano proporcionado por la municipalidad de la distribución del sistema de abastecimiento de agua potable a los predios del Centro poblacional de Tuyu.

Técnica de observación

Para esta investigación se utilizó la técnica de observación con la que se pudo hacer la recolección de los datos que se confrontaron con el plano, logrando identificar la distribución del sistema de abastecimiento del Centro Poblado de Tuyu.

Instrumento

Se utilizó metodología SIRAS 2010, con los formatos N° 01 Y N° 03, obtenidos del compendio SIRAS 2010 – Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

El Formato N° 01: Estado del Sistema de Abastecimiento de Agua; permitió identificar el estado físico del sistema de abastecimiento de agua. Se elaboró durante un recorrido del sistema junto al encargado municipal, quien respondió las preguntas pertinentes al formato y explicó la funcionabilidad de cada componente.

3.2.5. Procedimientos

Primero.

Se realizó una visita al CP San José, identificando los elementos del Sistema de agua potable: Pozo tubular, línea de impulsión, reservorio, línea de aducción y redes de distribución.

Se realizó un recorrido general por la zona de estudio para conocer el estado actual de acuerdo a los ítems del SIRAS 2010.

Segundo:

Se procedió a realizar una recolección y análisis de datos, mediante un levantamiento topográfico para elaborar los planos correspondientes según la NORMA TÉCNICA DE DISEÑO: OPCIONES TECNOLÓGICAS PARA SISTEMAS DE SANEAMIENTO EN EL ÁMBITO RURAL del Ministerio de Vivienda.

Verificamos el listado del Padrón de beneficiarios del CP San José, de acuerdo a los datos proporcionado por la Municipalidad distrital de Nepeña que se adjuntan en el Anexo 5.

3.2.6. Método de análisis de datos

El método para la evaluación del estado del sistema, gestión y operación-mantenimiento se empleó la metodología SIRAS 2010, que reunió información en campo a través de formatos normados en el compendio, a fin de determinar si el sistema de agua potable es sostenible en la demanda actual y en la demanda proyectada.

El análisis y evaluación del sistema se fijó en 3 factores que determinaron el índice de sostenibilidad. El estado del sistema corresponde a un 50%, la gestión de los servicios a un 25% y la operación-mantenimiento en un 25%.

3.2.7. Aspectos éticos

En el desarrollo de la presente investigación, trabajamos con veracidad pues, se procuró obtener datos reales para ayudar a resolver los problemas de la comunidad de San José.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Descripción del área de estudio

Ubicación geográfica y política

El proyecto se encuentra ubicado en el departamento de Ancash, en el Centro Poblado Tuyu perteneciente al Distrito de Marcará, Provincia de Carhuaz – Región Ancash.

El distrito de Marcará tiene los siguientes límites:

Por el norte	:	Con el Distrito de Acopampa.
Por el sur	:	Con el Distrito de Anta
Por el este	:	Con el Distrito de Anta
Por el oeste	:	Con el Distrito de Acopampa.

Clima:

La zona presenta muchas precipitaciones en verano y en invierno el clima es bastante seco. La temperatura media anual es 23°C y la precipitación media anual es 16mm. La humedad media es de 77 % y el índice UV es 6.

Topografía:

El terreno de la zona presenta una topografía con desniveles muy pronunciados en las zonas de los límites del proyecto.

Los trabajos de levantamiento topográfico fueron realizados por la municipalidad EL procesamiento de la información se realizó en el software AutoCAD Civil 3d, para diagramar los lotes , las curvas de nivel y posteriormente la representación de las tuberías existentes, que componen la red de distribución de Tuyu.

Figura 22

Mapa de Ubicación Localidad de Marcará



Figura 23

Mapa de Ubicación Distrito Carhuaz



Vías de acceso:

La principal vía de acceso es mediante la carretera Panamericana, desde Chimbote se utilizó el servicio de colectivos para llegar en 40 minutos a la ciudad de Nepeña y luego utilizando el mismo transporte o moto taxis se llegó en 15 minutos al CP San José.

Servicios básicos

La localidad de Marcara tiene servicios básicos necesarios, tales como telefonía móvil, agua, luz, servicio de limpieza pública, desagüe, comunicaciones, servicios de salud, educación, mercado de abasto, servicios comunales, servicio permanente de transporte de pasajeros.

4.1.2 Población muestral de la investigación

Para determinar la población muestral de la investigación se consideró datos proporcionados por la Municipalidad Distrital de Marcara El Centro Poblado de Tuyu con 202 predios, la densidad poblacional distrital es de 5 hab/vivienda, por lo cual la población de estudio fue 1010 habitantes.

4.1.3 Evaluación del Sistema

A. POBLACIÓN DE DISEÑO

La población de diseño es la cantidad de personas que se estima que habitarán un área determinada en un período de tiempo determinado.

Su fórmula es la siguiente:

Ecuación 1

Población de Diseño

$$Población\ de\ diseño = \#lotes \times Densidad\ de\ población$$

En nuestro caso:

TUYU ALTO Y BAJO

$$Población\ de\ diseño = 202\ lotes \times 5 \left(\frac{habitantes}{lotes} \right) = 1010\ hab$$

TUYU ALTO

$$Población\ de\ diseño = 68\ lotes \times 5 \left(\frac{habitantes}{lotes} \right) = 340\ hab$$

TUYU BAJO

$$Población\ de\ diseño = 134\ lotes \times 5 \left(\frac{habitantes}{lotes} \right) = 670\ hab$$

B. CAUDAL PROMEDIO

Es aquel promedio del consumo de todos los días del año se expresa en litros por segundos (lt/sg), este valor es muy importante para el diseño.

Representado por Q_p .

Su fórmula es la siguiente:

Ecuación 2

Caudal Promedio

$$Q_p = \frac{P_d \times Dot}{86400}$$

Donde

$Q_p =$ Caudal promedio (lt/seg)

$P_d =$ Población de diseño (hab)

$Dot =$ Dotación (lt/hab/día)

C. CAUDAL MÁXIMO HORARIO

Consumo máximo horario (Q_{mh}); se debe considerar un valor de K_2 del consumo promedio diario anual, Q_p de este modo:

Ecuación 3

Caudal Máximo Horario

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_p$$

Donde

$Q_{mh} =$ Caudal máximo horario (lt/seg)

$K_2 =$ Coeficiente de variación horaria

$Q_p =$ Caudal promedio (lt/seg)

$Dot =$ Dotación en l/hab.d

$P_d =$ Población de diseño en habitantes (hab)

2000-10000 hab: $K_2= 2.0$

Mayor a 10000 hab: $K_2= 1.8$

En donde el coeficiente de variación horaria, será de:

$$K_2 = 2$$

D. MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE PROYECCIÓN DE POBLACIÓN.

- Método aritmético

El método aritmético es un método de proyección poblacional que asume que el crecimiento de la población es constante a lo largo del tiempo. Se basa en la siguiente fórmula:

Ecuación 4

Método Aritmético

$$P_f = P_a + r_p(t)$$

Donde

P_f = Población futura

P_a = Población actual

r_p = Promedio de las razones de crecimiento

t = tiempo en años

r = Razón de crecimiento intercensal

- Método Geométrico

Es un método que complementa la parte teórica para proyectar el tiempo de diseño y rara vez una población presenta este tipo de crecimiento. Al estimar la población de diseño, este método requiere solo el tamaño de la población en dos diferentes tiempos. La población futura a través de este método se calcula mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 5

Método Geométrico

$$Pd = Pi * \left(1 + \frac{r * t}{100}\right)$$

Por lo tanto, se dice que:

Pd = Población de diseño (se mide por ciudadanos)

Pi = población actual (se calcula por habitantes)

r = índice de crecimiento (habitantes por año)

t = proyección de diseño (medida en años)

- **Método Exponencial.**

Al aplicar este método se requiere tener la experiencia al menos tres mediciones, donde el cálculo de la media de k requiere como mínimo dos valores.

Ecuación 6

Método Exponencial

$$Pd = Pa * e^{k * t}$$

Se conoce como:

Pd = Población de diseño (Se mide por habitantes)

Pa = población actual (se estima por habitantes)

k = es una constante

t = Período de diseño (años)

Siendo:

$$r = \frac{P_f - P_a}{t}$$

$$r_p = \frac{\Sigma r}{n}$$

En nuestro caso:

Gracias a datos censales en los respectivos años obtenemos la cantidad de población, en el Distrito de Marcará. Gracias a estos datos brindados se obtendrá la población futura.

Tabla 3

Población CENSOS - INEI

AÑO	POBLACIÓN (hab)	Razón	Tiempo	Razón promedio
2023	1010	90	1	90
2022	920	80	5	16
2017	840	80	5	16
2012	760	60	5	12
2007	700	100	5	20
2002	600			30,8

$$\Sigma r = 90 + 16 + 16 + 12 + 20 = 154$$

$$r_p = \frac{154}{5} = 30.8$$

Por lo cual:

$$P_f = P_a + r_p(t)$$

Tenemos:

$$P_f = 1010 + 30.8(20) = 1626 \text{ habitantes}$$

Gracias al método aritmético se estimó una población futura en Marcará de 1626 habitantes para 2043.

Además, la nueva densidad para el futuro año será:

$$\text{Densidad de población} = \text{Población de diseño} / \#\text{lotes}$$

Tenemos:

$$\text{Densidad de población} = \frac{1626 \text{ hab}}{202 \text{ lotes}} = 8.04 \text{ hab} = 8 \text{ habitantes/lotes}$$

E. DOTACIÓN

Demanda per cápita o la cantidad de agua requerida por una persona en un día y se expresa en lt/hab/día.

Tabla 3

Dotación por el número de habitantes

Población (Habitantes)	Dotación (lt/hab/día)
Hasta 500	60
500 – 1000	60 – 80
1000 - 2000	80 - 100

▪ Dotación por región

Las dotaciones de agua según la opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas y la región en la cual se implemente son:

Tabla 4

Dotación por Región

REGIÓN	DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCIÓN TECNOLÓGICA (l/hab.d)	
	Sin arrastre hidráulico (compostera y hoyo seco ventilado)	Con arrastre hidráulico (tanque séptico mejorado)
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

- **Dotación según (RNE)**

La dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas. Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificará su ejecución se considerará, los valores indicados en la siguiente tabla:

Tabla 5

Dotación según RNE

Item	Criterio	Clima Templado	Clima Frio	Clima Cálido
	sistemas con conexiones	220	180	220
	lotes de área menor o igual a 90 m ²	150	120	150
	sistema de abastecimiento por surtidores, camión cisterna o piletas públicas	30-50	30-50	30-50

En donde la dotación, de acuerdo a lo establecido será de:

$$Dot = 50 \text{ lt/hab}$$

- **Caudal máximo diario**

Consumo máximo diario (Qmd): Se debe considerar un valor de k_1 del consumo promedio diario anual, Q_p de este modo:

$$Qmd = k_1 \times Q_p$$

Donde:

Q_p : Caudal promedio diario anual en l/s

Qmd : Caudal máximo diario en l/s

Dot : Dotación en l/hab.d

Pd: Población de diseño en habitantes (hab)

K1: coeficiente de variación diaria.

Urbano: 1.3-1.8

Rural: 1.2-1.5

F. VOLUMEN DE RESERVORIO

El volumen de un reservorio es la cantidad de agua que puede contener.

Ecuación 7

Volumen Total de Reservorio

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

- ✓ Volumen de Regulación (V1). - este volumen se calcula para compensar las continuas diferencias entre el agua que se capte y el agua que se consume en un día. Cuando no se disponga de información de variaciones de consumo se adoptará como capacidad de regulación el 25% del consumo promedio. Cuando se disponga de información de variación de consumo, el volumen de regulación se obtiene del diagrama de masas

$$V_1 = 0.25 Q_p$$

Donde:

$$V_1 = \text{Volumen de regulación} \left(\frac{lt}{seg} \right)$$

$$Q_p = \text{Caudal promedio} \left(\frac{lt}{seg} \right)$$

- ✓ Volumen Contra Incendios (V2). - En los casos que se considere demanda contra incendio, deberá asignarse un volumen mínimo adicional de acuerdo al siguiente criterio:
 - 50 m3 para áreas destinadas netamente a vivienda.
 - Para áreas destinadas a uso comercial o industrial deberá calcularse utilizando el gráfico para agua contra incendio de sólidos del anexo 1(RNE), considerando un volumen aparente de incendio de 3000 metros cúbicos y el coeficiente de apilamiento respectivo.

- ✓ Volumen de reserva (V3). - es el volumen que se considera para abastecer a la población en caso de anomalías en el servicio (como fallas mecánicas, desperfectos en la línea de impulsión o interrupción del fluido eléctrico).

$$V_3 = 33\% (V_1 + V_2)$$

Donde:

$$V_3 = \text{Volumen de reserva} \left(\frac{\text{lt}}{\text{dia}} \right)$$

$$V_1 = \text{Volumen de regulación} \left(\frac{\text{lt}}{\text{dia}} \right)$$

$$V_2 = \text{Volumen contra incendios} \left(\frac{\text{lt}}{\text{dia}} \right)$$

4.1.4. Recolección de datos condiciones actuales

TUYU GENERAL

NODOS EN TUYU GENERAL (actual)

Nodo	Lotes	Población	Qp (L/s)	Qmh (L/s)	OBSERVACIÓN	COTAS (msnm)
1	-				RESERVORIO	2952
1'	3	15	0,0086806	0,0173611		2925
2	6	30	0,0173611	0,0347222	Válvula de Control	2910
3	1	5	0,0028935	0,005787	Válvula de Control	2911
4	2	10	0,005787	0,0115741		2910
4'	0	0	0	0		2913
5	5	25	0,0144676	0,0289352	Válvula de Control	2915
5	0	0	0	0		2948
6	3	15	0,0086806	0,0173611		2906
7	2	10	0,005787	0,0115741		2906
8	1	5	0,0028935	0,005787		2905
9	2	10	0,005787	0,0115741		2893
10	0	0	0	0	CRP - 7	2890
11	7	35	0,0202546	0,0405093		2850
12	4	20	0,0115741	0,0231481		2864
13	2	10	0,005787	0,0115741	Válvula de Control	2905
14	1	5	0,0028935	0,005787		2900
15	2	10	0,005787	0,0115741		2905
16	2	10	0,005787	0,0115741	Válvula de Control	2890
17	4	20	0,0115741	0,0231481		2890
18	0	0	0	0	CRP - 7	2860
19	1	5	0,0028935	0,005787		2847
20	2	10	0,005787	0,0115741	Válvula de Control	2838
21	5	25	0,0144676	0,0289352		2834
21'	3	15	0,0086806	0,0173611		2836
22	4	20	0,0115741	0,0231481		2832
22'	0	0	0	0		2834
23	0	0	0	0	Válvula de Control	2837
24	3	15	0,0086806	0,0173611		2839
25	2	10	0,005787	0,0115741		2833
25'	0	0	0	0		2838
26	11	55	0,0318287	0,0636574	Válvula de Control	2830
27	2	10	0,005787	0,0115741	Válvula de Control	2830
28	3	15	0,0086806	0,0173611		2822
29	4	20	0,0115741	0,0231481		2819
30	10	50	0,0289352	0,0578704	Válvula de Purga	2798
31	8	40	0,0231481	0,0462963		2823
32	2	10	0,005787	0,0115741	Válvula de Control	2821
32'	0	0	0	0		2839
33	0	0	0	0	CRP - 7	2800

34	8	40	0,0231481	0,0462963		2796
35	3	15	0,0086806	0,0173611		2782
36	7	35	0,0202546	0,0405093		2784
36	0	0	0	0		2795
37	20	100	0,0578704	0,1157407		2750
38	0	0	0	0	CRP - 7	2889
39	17	85	0,0491898	0,0983796		2909
40	0	0	0	0	CRP - 7	2862
41	14	70	0,0405093	0,0810185		2868
42	3	15	0,0086806	0,0173611		2835
43	5	25	0,0144676	0,0289352	Válvula de Control	2816
44	1	5	0,0028935	0,005787		2830
45	0	0	0	0	Válvula de Control	2810
46	3	15	0,0086806	0,0173611		2855
47	1	5	0,0028935	0,005787	Válvula de Purga	2795
48	0	0	0	0	CRP - 7	2806
49	9	45	0,0260417	0,0520833		2790
50	4	20	0,0115741	0,0231481	Válvula de Purga	2794
TOTAL	202	1010	0,5844907	1,1689815		

TRAMOS EN TUYU GENERAL (ACTUAL)

TRAMO		Long(m)	Ø plg	Ø mm	C
Del	Al				
1	2	474,76	3 1/2"	90	140
2	3	92,04	1 1/2"	40	140
3	4	17,76	3/4"	20	140
4	5	132,72	1 1/2"	40	140
5	5'	196,91	1"	25	140
5	6	58,53	1"	25	140
6	7	20,96	1"	25	140
7	8	117,03	3/4"	20	140
6	9	141,73	1"	25	140
3	10	221,33	1"	25	140
10	11	172,55	1"	25	140
11	12	117,95	1"	25	140
2	13	105,36	3 1/2"	90	140
13	14	100,6	2 1/2"	63	140
14	15	68,75	3/4"	20	140
14	16	154,96	2 1/2"	63	140
16	17	196,99	1"	25	140
16	18	121,86	2 1/2"	63	140
18	19	53,1	2 1/2"	63	140
19	20	117,75	2 1/2"	63	140
20	21	134,13	2 1/2"	63	140
21	22	78,81	2 1/2"	63	140
20	23	51,1	2 1/2"	63	140

23	24	28,54	2 1/2"	63	140
24	25	159,23	1 1/2"	40	140
23	26	91	2 1/2"	63	140
27	28	195,1	2 1/2"	63	140
28	29	178,33	1"	25	140
28	30	214,55	1 1/2"	40	140
26	31	168,46	2 1/2"	63	140
31	32	29,6	2 1/2"	63	140
32	42	346,65	1"	25	140
32	33	339,5	2 1/2"	63	140
33	34	100,45	1 1/2"	40	140
34	35	261,25	1 1/2"	40	140
34	36	244,83	1 1/2"	40	140
36	37	684,74	1 1/2"	40	140
13	38	359,46	2 1/2"	63	140
38	39	323,56	1"	25	140
38	40	502,46	2 1/2"	63	140
40	41	114,95	1"	25	140
40	42	234,84	1"	25	140
40	43	541,71	2 1/2"	63	140
43	44	117,23	1"	25	140
43	45	147,6	2 1/2"	63	140
45	46	225,14	1"	25	140
45	47	228,94	1 1/2"	40	140
47	48	166,2	1 1/2"	40	140
48	49	85,31	1"	25	140
49	50	87,07	1"	25	140

POBLACIÓN FUTURA EN TUYU GENERAL (EN 20 AÑOS):

Datos obtenidos en el INEI:

AÑO	POBLACIÓN	Razón	Tiempo	rp
2023	1010	90	1	90
2022	920	80	5	16
2017	840	80	5	16
2012	760	60	5	12
2007	700	100	5	20
2002	600			30,8

$$P_f = P_a + r_p(t)$$

Donde

P_f = Población futura

$P_a =$ Población actual

$r_p =$ Promedio de las razones de crecimiento

$t =$ tiempo en años

$r =$ Razón de crecimiento intercensal

Siendo:

$$r = \frac{P_f - P_a}{t} \qquad r_p = \frac{\Sigma r}{n}$$

$$P_f = 1010 + (30.8 * 20)$$

Nueva densidad = Nueva Población / # Lotes

Población Futura	1616	hab
NUEVA DENSIDAD	8	Hab/lotes

VOLUMEN DEL RESERVORIO ACTUAL EN TUYU GENERAL:

A) Volumen de Regulación (V1)

$$Q_p = 0.584 \text{ lt/s}$$

$$V1 = 0.25 Q_p * 86400 \frac{\text{seg}}{\text{dia}}$$

B) Volumen contra incendios (V2)

Considerando una población pequeña

$$V2 = 0$$

C) Volumen de reserva (V3)

$$V3 = 33\%(V1 + 0)$$

A) Volumen de Regulación (V1)	12625	lt	=	12,625	m ³
B) Volumen contra incendios (V2)	0	lt	=	0	m ³
C) Volumen de reserva (V3)	4166,25	lt	=	4,16625	m ³
VOLUMEN TOTAL diario:	16791,25	lt	=	16,79125	m ³

4.1.5. Recolección de datos condiciones futuras:

Nodo	Lotes	Población	Qp (L/s)	Qmh (L/s)	OBSERVACIÓN	COTAS (msnm)
1	-				RESERVORIO	2952
1'	3	24	0,0138889	0,0277778		2925
2	6	48	0,0277778	0,0555556	Válvula de Control	2910
3	1	8	0,0046296	0,0092593	Válvula de Control	2911
4	2	16	0,0092593	0,0185185		2910
4'	0	0	0	0		2913
5	5	40	0,0231481	0,0462963	Válvula de Control	2915
5	0	0	0	0		2948
6	3	24	0,0138889	0,0277778		2906
7	2	16	0,0092593	0,0185185		2906
8	1	8	0,0046296	0,0092593		2905
9	2	16	0,0092593	0,0185185		2893
10	0	0	0	0	CRP - 7	2890
11	7	56	0,0324074	0,0648148		2850
12	4	32	0,0185185	0,037037		2864
13	2	16	0,0092593	0,0185185	Válvula de Control	2905
14	1	8	0,0046296	0,0092593		2900
15	2	16	0,0092593	0,0185185		2905
16	2	16	0,0092593	0,0185185	Válvula de Control	2890
17	4	32	0,0185185	0,037037		2890
18	0	0	0	0	CRP - 7	2860
19	1	8	0,0046296	0,0092593		2847
20	2	16	0,0092593	0,0185185	Válvula de Control	2838
21	5	40	0,0231481	0,0462963		2834
21'	3	24	0,0138889	0,0277778		2836
22	4	32	0,0185185	0,037037		2832
22'	0	0	0	0		2834
23	0	0	0	0	Válvula de Control	2837
24	3	24	0,0138889	0,0277778		2839
25	2	16	0,0092593	0,0185185		2833
25'	0	0	0	0		2838
26	11	88	0,0509259	0,1018519	Válvula de Control	2830
27	2	16	0,0092593	0,0185185	Válvula de Control	2830
28	3	24	0,0138889	0,0277778		2822
29	4	32	0,0185185	0,037037		2819
30	10	80	0,0462963	0,0925926	Válvula de Purga	2798
31	8	64	0,037037	0,0740741		2823
32	2	16	0,0092593	0,0185185	Válvula de Control	2821
32'	0	0	0	0		2839
33	0	0	0	0	CRP - 7	2800
34	8	64	0,037037	0,0740741		2796
35	3	24	0,0138889	0,0277778		2782
36	7	56	0,0324074	0,0648148		2784

36	0	0	0	0		2795
37	20	160	0,0925926	0,1851852		2750
38	0	0	0	0	CRP - 7	2889
39	17	136	0,0787037	0,1574074		2909
40	0	0	0	0	CRP - 7	2862
41	14	112	0,0648148	0,1296296		2868
42	3	24	0,0138889	0,0277778		2835
43	5	40	0,0231481	0,0462963	Válvula de Control	2816
44	1	8	0,0046296	0,0092593		2830
45	0	0	0	0	Válvula de Control	2810
46	3	24	0,0138889	0,0277778		2855
47	1	8	0,0046296	0,0092593	Válvula de Purga	2795
48	0	0	0	0	CRP - 7	2806
49	9	72	0,0416667	0,0833333		2790
50	4	32	0,0185185	0,037037	Válvula de Purga	2794
TOTAL	202	1616	0,9351852	1,8703704		

VOLUMEN DEL RESERVORIO A 20 AÑOS EN TUYU GENERAL:

A) Volumen de Regulación (V1)

$$Qp = 0.935 \text{ lt/s}$$

$$V1 = 0.25 Qp * 86400 \frac{\text{seg}}{\text{dia}}$$

B) Volumen contra incendios (V2)

Considerando una población pequeña

$$V2 = 0$$

C) Volumen de reserva (V3)

$$V3 = 33\%(V1 + 0)$$

A) Volumen de Regulación (V1)	20200	lt	=	20,2	m ³
B) Volumen contra incendios (V2)	0	lt	=	0	m ³
C) Volumen de reserva (V3)	6666	lt	=	6,666	m ³
VOLUMEN TOTAL diario:	26866	lt	=	26,866	m³

TUYU ALTO

NODOS EN TUYU ALTO (actual)

Nodo	Lotes	Población	Qp (L/s)	Qmh (L/s)	OBSERVACIÓN	COTAS (msnm)
1	-				RESERVORIO	2952
1'	3	15	0,0086806	0,0173611		2925
2	6	30	0,0173611	0,0347222	Válvula de Control	2910
13	2	10	0,005787	0,0115741	Válvula de Control	2905
4	0	0	0	0	CRP - 7	2889
5	17	85	0,0491898	0,0983796		2909
6	0	0	0	0	CRP - 7	2862
7	14	70	0,0405093	0,0810185		2868
8	3	15	0,0086806	0,0173611		2835
9	5	25	0,0144676	0,0289352	Válvula de Control	2816
10	1	5	0,0028935	0,005787		2830
11	0	0	0	0	Válvula de Control	2810
12	3	15	0,0086806	0,0173611		2855
13	1	5	0,0028935	0,005787	Válvula de Purga	2795
14	0	0	0	0	CRP - 7	2806
15	9	45	0,0260417	0,0520833		2790
16	4	20	0,0115741	0,0231481	Válvula de Purga	2794
TOTAL	68	340	0,1967593	0,3935185		

TRAMOS EN TUYU ALTO (Actual)

TRAMO		Long(m)	Ø plg	Ø mm	C
Del	Al				
1	2	474,76	3 1/2"	90	140
2	3	105,36	3 1/2"	90	140
3	4	359,46	2 1/2"	63	140
4	5	323,56	1"	25	140
5	6	502,46	2 1/2"	63	140
6	7	114,95	1"	25	140
6	8	234,84	1"	25	140
6	9	541,71	2 1/2"	63	140
9	10	117,23	1"	25	140
9	11	147,6	2 1/2"	63	140
11	12	225,14	1"	25	140
11	13	228,94	1 1/2"	40	140
13	14	166,2	1 1/2"	40	140
14	15	85,31	1"	25	140
15	16	87,07	1"	25	140

POBLACIÓN FUTURA EN TUYU ALTO (A 20 AÑOS)

Utilizamos la densidad obtenida con la población en el Tuyu general

DENSIDAD	8	Hab/lotos
POBLACIÓN	544	Hab

$$\text{Población} = \text{Densidad (hab/lotos)} * \#\text{Lotes}$$

VOLUMEN DEL RESERVORIO ACTUAL EN TUYU ALTO:

A) Volumen de Regulación (V1)

$$Qp = 0.1967 \text{lt/s}$$

$$V1 = 0.25Qp * 86400 \frac{\text{seg}}{\text{dia}}$$

B) Volumen contra incendios (V2)

Considerando una población pequeña

$$V2 = 0$$

C) Volumen de reserva (V3)

$$V3 = 33\%(V1 + 0)$$

A) Volumen de Regulación (V1)	4250	lt	=	4,25	m ³
B) Volumen contra incendios (V2)	0	lt	=	0	m ³
C) Volumen de reserva (V3)	1402,5	lt	=	1,4025	m ³
VOLUMEN TOTAL diario:	5652,5	lt	=	5,6525	m ³

NODOS EN TUYU ALTO A PROYECCIÓN DE 20 AÑOS

Nodo	Lotes	Población	Qp (L/s)	Qmh (L/s)	OBSERVACIÓN	COTAS (msnm)
1	-				RESERVORIO	2952
1'	3	24	0,0138889	0,0277778		2925
2	6	48	0,0277778	0,0555556	Válvula de Control	2910
13	2	16	0,0092593	0,0185185	Válvula de Control	2905
4	0	0	0	0	CRP - 7	2889
5	17	136	0,0787037	0,1574074		2909
6	0	0	0	0	CRP - 7	2862
7	14	112	0,0648148	0,1296296		2868
8	3	24	0,0138889	0,0277778		2835
9	5	40	0,0231481	0,0462963	Válvula de Control	2816
10	1	8	0,0046296	0,0092593		2830
11	0	0	0	0	Válvula de Control	2810
12	3	24	0,0138889	0,0277778		2855

13	1	8	0,0046296	0,0092593	Válvula de Purga	2795
14	0	0	0	0	CRP - 7	2806
15	9	72	0,0416667	0,0833333		2790
16	4	32	0,0185185	0,037037	Válvula de Purga	2794
TOTAL	68	544	0,3148148	0,6296296		

VOLUMEN DEL RESERVORIO A 20 AÑOS EN TUYU ALTO

A) Volumen de Regulación (V1)

$$Qp = 0.3148 \text{ lt/s}$$

$$V1 = 0.25 Qp * 86400 \frac{\text{seg}}{\text{dia}}$$

B) Volumen contra incendios (V2)

Considerando una población pequeña

$$V2 = 0$$

C) Volumen de reserva (V3)

$$V3 = 33\%(V1 + 0)$$

A) Volumen de Regulación (V1)	6800	lt	=	6,8	m3
B) Volumen contra incendios (V2)	0	lt	=	0	m3
C) Volumen de reserva (V3)	2244	lt	=	2,244	m3
VOLUMEN TOTAL diario:	9044	lt	=	9,044	m3

TUYU BAJO

NODOS EN TUYU BAJO (actual)

Nodo	Lotes	Población	Qp (L/s)	Qmh (L/s)	OBSERVACIÓN	COTAS (msnm)
1	-				RESERVORIO	2952
1'	3	15	0,0086806	0,0173611		2925
2	6	30	0,0173611	0,0347222	Válvula de Control	2910
3	1	5	0,0028935	0,005787	Válvula de Control	2911
4	2	10	0,005787	0,0115741		2910
4'	0	0	0	0		2913
5	5	25	0,0144676	0,0289352	Válvula de Control	2915
5	0	0	0	0		2948
6	3	15	0,0086806	0,0173611		2906
7	2	10	0,005787	0,0115741		2906
8	1	5	0,0028935	0,005787		2905
9	2	10	0,005787	0,0115741		2893

10	0	0	0	0	CRP - 7	2890
11	7	35	0,0202546	0,0405093		2850
12	4	20	0,0115741	0,0231481		2864
13	2	10	0,005787	0,0115741	Válvula de Control	2905
14	1	5	0,0028935	0,005787		2900
15	2	10	0,005787	0,0115741		2905
16	2	10	0,005787	0,0115741	Válvula de Control	2890
17	4	20	0,0115741	0,0231481		2890
18	0	0	0	0	CRP - 7	2860
19	1	5	0,0028935	0,005787		2847
20	2	10	0,005787	0,0115741	Válvula de Control	2838
21	5	25	0,0144676	0,0289352		2834
21'	3	15	0,0086806	0,0173611		2836
22	4	20	0,0115741	0,0231481		2832
22'	0	0	0	0		2834
23	0	0	0	0	Válvula de Control	2837
24	3	15	0,0086806	0,0173611		2839
25	2	10	0,005787	0,0115741		2833
25'	0	0	0	0		2838
26	11	55	0,0318287	0,0636574	Válvula de Control	2830
27	2	10	0,005787	0,0115741	Válvula de Control	2830
28	3	15	0,0086806	0,0173611		2822
29	4	20	0,0115741	0,0231481		2819
30	10	50	0,0289352	0,0578704	Válvula de Purga	2798
31	8	40	0,0231481	0,0462963		2823
32	2	10	0,005787	0,0115741	Válvula de Control	2821
32'	0	0	0	0		2839
33	0	0	0	0	CRP - 7	2800
34	8	40	0,0231481	0,0462963		2796
35	3	15	0,0086806	0,0173611		2782
36	7	35	0,0202546	0,0405093		2784
36	0	0	0	0		2795
37	20	100	0,0578704	0,1157407		2750
TOTAL	145	725	0,4195602	0,8391204		

TRAMOS EN TUYU BAJO

TRAMO		Long(m)	Ø plg	Ø mm	C
Del	Al				
1	2	474,76	3 1/2"	90	140
2	3	92,04	1 1/2"	40	140
3	4	17,76	3/4"	20	140
4	5	132,72	1 1/2"	40	140
5	5'	196,91	1"	25	140
5	6	58,53	1"	25	140
6	7	20,96	1"	25	140
7	8	117,03	3/4"	20	140

6	9	141,73	1"	25	140
3	10	221,33	1"	25	140
10	11	172,55	1"	25	140
11	12	117,95	1"	25	140
2	13	105,36	3 1/2"	90	140
13	14	100,6	2 1/2"	63	140
14	15	68,75	3/4"	20	140
14	16	154,96	2 1/2"	63	140
16	17	196,99	1"	25	140
16	18	121,86	2 1/2"	63	140
18	19	53,1	2 1/2"	63	140
19	20	117,75	2 1/2"	63	140
20	21	134,13	2 1/2"	63	140
21	22	78,81	2 1/2"	63	140
20	23	51,1	2 1/2"	63	140
23	24	28,54	2 1/2"	63	140
24	25	159,23	1 1/2"	40	140
23	26	91	2 1/2"	63	140
27	28	195,1	2 1/2"	63	140
28	29	178,33	1"	25	140
28	30	214,55	1 1/2"	40	140
26	31	168,46	2 1/2"	63	140
31	32	29,6	2 1/2"	63	140
32	42	346,65	1"	25	140
32	33	339,5	2 1/2"	63	140
33	34	100,45	1 1/2"	40	140
34	35	261,25	1 1/2"	40	140
34	36	244,83	1 1/2"	40	140
36	37	684,74	1 1/2"	40	140

POBLACIÓN FUTURA (A 20 AÑOS) EN TUYU BAJO

Utilizamos la densidad obtenida con la población en el Tuyu general

DENSIDAD	8	Hab/lotés
POBLACIÓN	1160	Hab

$$\text{Población} = \text{Densidad (hab/lotés)} * \#\text{Lotes}$$

VOLUMEN DEL RESERVORIO ACTUAL EN TUYU BAJO

A) Volumen de Regulación (V1)

$$Qp = 0.41956 \text{ t/s}$$

$$V1 = 0.25Qp * 86400 \frac{\text{seg}}{\text{dia}}$$

B) Volumen contra incendios (V2)

Considerando una población pequeña

$$V2 = 0$$

C) Volumen de reserva (V3)

$$V3 = 33\%(V1 + 0)$$

A) Volumen de Regulación (V1)	9062,5	lt	=	9,0625	m3
B) Volumen contra incendios (V2)	0	lt	=	0	m3
C) Volumen de reserva (V3)	2990,625	lt	=	2,990625	m3
VOLUMEN TOTAL diario:	12053,125	lt	=	12,053125	m3

NODOS A PROYECCIÓN DE 20 AÑOS EN TUYU BAJO

Nodo	Lotes	Población	Qp (Lt/s)	Qmh (Lt/s)	OBSERVACIÓN	COTAS (msnm)
1	-				RESERVORIO	2952
1'	3	24	0,0138889	0,0277778		2925
2	6	48	0,0277778	0,0555556	Válvula de Control	2910
3	1	8	0,0046296	0,0092593	Válvula de Control	2911
4	2	16	0,0092593	0,0185185		2910
4'	0	0	0	0		2913
5	5	40	0,0231481	0,0462963	Válvula de Control	2915
5'	0	0	0	0		2948
6	3	24	0,0138889	0,0277778		2906
7	2	16	0,0092593	0,0185185		2906
8	1	8	0,0046296	0,0092593		2905
9	2	16	0,0092593	0,0185185		2893
10	0	0	0	0	CRP - 7	2890
11	7	56	0,0324074	0,0648148		2850
12	4	32	0,0185185	0,037037		2864
13	2	16	0,0092593	0,0185185	Válvula de Control	2905
14	1	8	0,0046296	0,0092593		2900
15	2	16	0,0092593	0,0185185		2905
16	2	16	0,0092593	0,0185185	Válvula de Control	2890
17	4	32	0,0185185	0,037037		2890
18	0	0	0	0	CRP - 7	2860
19	1	8	0,0046296	0,0092593		2847
20	2	16	0,0092593	0,0185185	Válvula de Control	2838
21	5	40	0,0231481	0,0462963		2834
21'	3	24	0,0138889	0,0277778		2836
22	4	32	0,0185185	0,037037		2832
22'	0	0	0	0		2834
23	0	0	0	0	Válvula de Control	2837
24	3	24	0,0138889	0,0277778		2839

25	2	16	0,0092593	0,0185185		2833
25'	0	0	0	0		2838
26	11	88	0,0509259	0,1018519	Válvula de Control	2830
27	2	16	0,0092593	0,0185185	Válvula de Control	2830
28	3	24	0,0138889	0,0277778		2822
29	4	32	0,0185185	0,037037		2819
30	10	80	0,0462963	0,0925926	Válvula de Purga	2798
31	8	64	0,037037	0,0740741		2823
32	2	16	0,0092593	0,0185185	Válvula de Control	2821
32'	0	0	0	0		2839
33	0	0	0	0	CRP - 7	2800
34	8	64	0,037037	0,0740741		2796
35	3	24	0,0138889	0,0277778		2782
36	7	56	0,0324074	0,0648148		2784
36	0	0	0	0		2795
37	20	160	0,0925926	0,1851852		2750
TOTAL	145	1160	0,6712963	1,3425926		

VOLUMEN DEL RESERVORIO EN 20 AÑOS EN TUYU BAJO

A) Volumen de Regulación (V1)

$$Q_p = 0.6712963 \text{ lt/s}$$

$$V1 = 0.25Q_p * 86400 \frac{\text{seg}}{\text{dia}}$$

B) Volumen contra incendios (V2)

Considerando una población pequeña

$$V2 = 0$$

C) Volumen de reserva (V3)

$$V3 = 33\%(V1 + 0)$$

A) Volumen de Regulación (V1)	14500	lt	=	14,5	m3
B) Volumen contra incendios (V2)	0	lt	=	0	m3
C) Volumen de reserva (V3)	4785	lt	=	4,785	m3
VOLUMEN TOTAL diario:	19285	lt	=	19,285	m3

4.2 DISCUSIÓN

Vera Pereyra, D. M. (2018) en su tesis *Evaluación del comportamiento hidráulico de redes de distribución de agua potable, mediante métodos computacionales convencionales en el Distrito de Chupaca*; mostró que el software WaterCAD, posee algoritmos directos para plantear un diseño óptimo del sistema de agua potable; recomendación que aceptamos para elaborar nuestra propuesta de diseño que se presentan en los planos del Anexo 7.

Julca Siccha Junior Josue, Maza Valenzuela, Ray Bryan. (2020) en su tesis *Diagnóstico del sistema de agua potable y alcantarillado para su mejora en la calidad y la vulnerabilidad de los sistemas en el centro poblado de Chicama, Distrito de Chicama – Ascope – La Libertad*; evaluaron el métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente para determinar el estado del sistema de agua potable y alcantarillado, evaluaron de los elementos del sistema de agua de manera descriptiva cuyos resultados permitieron plantear propuestas de mejoramiento.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Se realizó la evaluación del sistema de agua potable existente, analizando el comportamiento hidráulico en la red de distribución para determinar las presiones de salida que cumplan con lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones, así como también en condiciones futuras proyectada a 20 años. Haciendo uso del programa Esto teniendo en cuenta la red general y sectorizándolo en Tuyo Alto y Tuyo Bajo. Siendo el siguiente :

En Condiciones Actuales

Red General de Tuyo

Para este análisis se determinó que deben incluirse nuevas cámaras rompe presión tipo 7 en algunos tramos, así como mover algunas

- Tramo 33 colocar CRPT 07
- Tramo 18 mover CRPT 07 cerca al nudo 14
- Tramo 42 colocar CRPT 07
- Tramo 43 colocar CRPT07
- Tramo 44 colocar CRPT 07
- Tramo 53 mover CRPT 07 al tramo 52

Red de Tuyo Alto

Para este análisis se determinó que deben incluirse nuevas cámaras rompe presión tipo 7 en algunos tramos, así como mover algunas

- Tramo 02 colocar CRPT 07
- Tramo 16 mover CRPT 07 al tramo 14

Red de Tuyo Bajo

Para este análisis se determinó que deben incluirse nuevas cámaras rompe presión tipo 7 en algunos tramos, así como mover algunas

- Tramo 08 colocar CRPT 07
- Tramo 18 mover CRPT 07 mas cerca al nudo 14
- Tramo 33 colocar CRPT 07

En Condiciones Futuras

Red General de Tuyo

Para este análisis se determinó que deben incluirse nuevas cámaras rompe presión tipo 7 en algunos tramos, así como mover algunas

- Tramo 08 colocar CRPT 07
- Tramo 42 colocar CRPT 07
- Tramo 43 colocar CRPT07
- Tramo 44 colocar CRPT 07
- Tramo 53 mover CRPT 07 al tramo 52
- Tramo 18 mover CRPT 07 cerca al nudo 14
- Tramo 33 cambiar diámetro de tubería a ½ pulg.

Red de Tuyo Alto

Para este análisis se determinó que deben incluirse nuevas cámaras rompe presión tipo 7 en algunos tramos, así como mover algunas

- Tramo 02 colocar CRPT 07
- Tramo 16 mover CRP03-T 07 al tramo 14

Red de Tuyo Bajo

Para este análisis se determinó que deben incluirse nuevas cámaras rompe presión tipo 7 en algunos tramos, así como mover algunas

- Tramo 08 colocar CRPT 07
- Tramo 18 mover CRPT 07 mas cerca al nudo 14
- Tramo 33 colocar CRPT 07

Realizamos el rediseño del sistema de agua potable para el CP Tuyu utilizando el WaterCAD V8i, considerando los requisitos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

La presente tesis propone un mejoramiento de las condiciones de distribución por sectores, un nuevo reservorio en el mismo emplazamiento de los actuales, cambio del material de las tuberías de conducción de agua potable, así como ampliaciones de conexiones domiciliarias de agua potable.

5.2 RECOMENDACIONES

- *Incrementar los parámetros del control de calidad de agua que realiza el Minsa, así como la frecuencia de los ensayos, debiendo realizarse tanto en la fuente de agua como en el punto domiciliario.*
- *Capacitar e Involucrar a la población en el mantenimiento y conservación de la infraestructura del sistema de agua potable.*
- *Realizar recorrido periódico a las tuberías de conducción de agua potable, para verificar posibles fugas.*

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

- Agüero Pittman, R. (2022). Agua potable para poblaciones rurales [en línea]. [Consultado 18 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://www.ircwash.org/sites/default/files/221-16989.pdf>
- Baquerizo, J., Zambrano, Y. (2021). *Evaluación y diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua potable en la parroquia Juan Bautista Aguirre, sector los tintos, cantón Daule - provincia del Guayas*. Escuela Superior Politécnica del Litoral
- de Vivienda, M. (2018). *NORMA TÉCNICA DE DISEÑO: OPCIONES TECNOLÓGICAS PARA SISTEMAS DE SANEAMIENTO EN EL ÁMBITO RURAL*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1743222/ANEXO%20RM%20192-2018-VIVIENDA%20B.pdf.pdf>
- Delgado Salazar, E. M. (2019). *Evaluación al sistema de agua potable y saneamiento básico de los sectores del C.P San Antonio, distrito de Socota, provincia de Cutervo – Cajamarca*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo (p. 71). Retrieved from <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/4227>
- Ministerio de Salud (MINSA). Dirección General de Salud (2010). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1590.pdf>
- Huarcaya, D. A. H. (2017). “*Evaluación del Funcionamiento del Sistema de Agua Potable en el Pueblo Joven San Pedro, Distrito de Chimbote - Propuesta de Solución – Ancash – 2017*”. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO.
- Laurentt Rodrigues, G. D. (2019). *Evaluacion Y Mejoramiento Del Sistema De Saneamiento Básico Del Barrio De Santa Rosa En La Localidad De Yanacoshca, Distrito De Huaraz, Provincia De Huaraz, Departamento De Ancash – 2019*. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (p. 209). Retrieved from

<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/14702>

- Lineamientos Técnicos para Factibilidades, S. (2014). Sistemas de Agua Potable.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2006). *REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES*. SENCICO
- Ops/cepis, U. (2005). GUÍAS PARA EL DISEÑO DE RESERVORIOS ELEVADOS DE AGUA POTABLE.
https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/OPS%202005c%20Revervorios%20elevados.pdf
- Ramírez S, Z. J. (2019). *Evaluación y propuesta de un sistema de agua potable y alcantarillado en el H.U.P. Villa Santa Rosa del Sur, distrito Nuevo Chimbote, provincia de Santa-Ancash. Universidad del Santa*. Retrieved from <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3438>
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) - Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). (2004). La calidad del agua potable en el Perú. I.S.B.N.: 9972-2511-0-1.
- Vera Pereyra, D. M. (2018). *Evaluación del comportamiento hidráulico de redes de distribución de agua potable, mediante métodos computacionales convencionales en el Distrito de Chupaca*. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ.

7. ANEXOS

ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables
<i>Evaluación y propuesta de diseño del sistema de agua potable del CP. San José, Nepeña, Santa, Ancash-2021”</i>	Problema Central ¿Cuál será el sistema más eficiente para mejorar el abastecimiento de agua potable en el C.P. San José del distrito de Nepeña?	Objetivo General Realizar la evaluación y proponer un diseño del sistema de agua potable del Centro poblado San José, Distrito de Nepeña, provincia de Santa, Departamento de Ancash.	Si se realiza la evaluación del sistema de agua potable, se podrá determinar el estado situacional del sistema y se propondrá un sistema de agua potable óptimo en el Cp. San José, del distrito de Nepeña.	Variable Independiente: Población San José
	Problemas Específicos ¿Cuál es el estado actual del sistema de agua potable del CP. San José-Nepeña? ¿Cuáles son los estudios a realizarse para poder determinar los parámetros de diseño de agua potable?	Objetivos Específicos Realizar una evaluación hidráulica del sistema de agua potable existente, del centro poblado San José. Realizar el estudio topográfico de la zona en estudio. Proponer un sistema de Agua potable, verificando que cumpla con los requisitos que establece el reglamento nacional de Edificaciones.	Hipótesis Especifica Si se propone un nuevo sistema de agua potable se mejorará el abastecimiento de agua potable en el Cp. San José Si se determina los parámetros de diseño se realizará un óptimo sistema de agua potable.	Variable dependiente: Propuesta Sistema de agua potable

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	HERRAMIENTAS	MÉTODOS
VARIABLE INDEPENDIENTE: POBLACIÓN	<p>Población: Es necesario determinar la población futura de la localidad, así como de la clasificación de su nivel socioeconómico dividido en tres tipos: Popular, Media y Residencial. Igualmente se debe distinguirse son zonas comerciales o industriales, sobre todo, al final del periodo económico de la obra.</p>	<p>La población actual se determina en base a los datos proporcionados por el INEI, tomando en cuenta los últimos tres censos disponibles; mediante el Método Gráfico, Aritmético, Geométrico, de Incrementos Diferenciales, Malthus, Crecimiento por Comparación y Ajuste por Mínimos Cuadrados</p>	Sector de San José	Habitantes dotación Superficie	Estación Total Dron GPS Excel	Medición directa Observación
VARIABLE DEPENDIENTE: SISTEMA DE AGUA POTABLE	<p>Sistema de Agua Potable Un sistema de abastecimiento de agua potable, tiene como finalidad primordial, la de entregar a los habitantes de una localidad, agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades</p>	<p>El Sistema de Agua Potable consta de los siguientes elementos: captación, conducción, potabilización, regularización, distribución y entrega del agua hasta el domicilio del usuario. Un buen servicio de agua potable debe suministrar agua de buena calidad, en cantidad suficiente a presión necesaria, a toda hora y en todos los puntos de la población</p>	<p>Estructuras de: Captación Conducción Potabilización Regularización Distribución Entrega domiciliaria</p>	<p>Caudal Presión Suelo Topografía</p>	<p>Estación Total Dron GPS Excel AutoCAD civil 3d Water cad</p>	<p>Cálculo estructural e hidráulico</p>

1. TUYO GENERAL-ACTUAL

Scenario: Base
Current Time Step: 0.000 h
FlexTable: Tank Table

ID	Label	Zone	Elevation (Base) (m)	Elevation (Minimum) (m)	Elevation (Inflow) (m)	Elevation (Maximum) (m)	Volume (Inflow) (ML)	Diameter (m)	Flow (Out net) (L/s)	Hydraulic Grade (m)
641	RES-1	<None>	2.952.00	2.952.00	2.952.05	2.954.05	0.40	3.27	1.328	2.952.05

Scenario: Base
 Current Time Step: 0.000 h
 FlexTable: Junction Table

ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H ₂ O)
500	N-1	2.925 00	0.009	2.952 02	26.96
499	N-1'	2.935 00	0.009	2.952 02	16.96
501	N-2	2.910 00	0.017	2.951 96	41.90
502	N-3	2.911 00	0.003	2.951 96	40.66
503	N-4	2.910 00	0.005	2.951 92	41.64
504	N-4'	2.913 00	0.005	2.951 92	35.64
505	N-5	2.915 00	0.014	2.951 91	36.64
570	N-5'	2.948 00	0.000	2.951 91	3.91
506	N-6	2.905 00	0.009	2.951 90	45.61
507	N-7	2.905 00	0.005	2.951 90	45.61
508	N-8	2.905 00	0.003	2.951 90	46.61
509	N-9	2.891 00	0.005	2.951 90	56.76
511	N-11	2.890 00	0.020	2.899 94	39.66
512	N-12	2.864 00	0.012	2.899 94	26.66
513	N-13	2.905 00	0.005	2.951 96	46.67
514	N-14	2.900 00	0.003	2.951 93	51.63
515	N-15	2.905 00	0.005	2.951 93	46.63
516	N-16	2.890 00	0.005	2.899 76	9.74
517	N-17	2.890 00	0.012	2.899 75	9.73
525	N-19	2.847 00	0.003	2.899 99	12.96
526	N-20	2.838 00	0.006	2.899 96	21.91
527	N-21	2.834 00	0.014	2.899 95	26.90
533	N-21'	2.836 00	0.009	2.899 95	23.91
528	N-22	2.832 00	0.012	2.899 95	27.90
630	N-22'	2.834 00	0.014	2.899 95	26.90
529	N-23	2.837 00	0.005	2.899 95	22.90
530	N-24	2.839 00	0.009	2.899 95	20.90
531	N-25	2.833 00	0.005	2.899 95	26.89
532	N-25'	2.836 00	0.005	2.899 95	21.90
534	N-26	2.830 00	0.032	2.899 93	29.87
535	N-27	2.830 00	0.005	2.899 93	29.87
536	N-28	2.822 00	0.009	2.899 93	37.85
537	N-29	2.819 00	0.012	2.899 92	40.84
538	N-30	2.795 00	0.009	2.814 32	16.29
539	N-31	2.823 00	0.023	2.899 92	36.85
540	N-32	2.821 00	0.005	2.899 92	35.84
541	N-32'	2.839 00	0.005	2.899 92	20.86
543	N-34	2.796 00	0.023	2.799 97	3.96
544	N-35	2.782 00	0.009	2.799 97	17.93
545	N-36	2.764 00	0.020	2.799 92	15.89
546	N-37	2.750 00	0.056	2.799 86	49.75
547	N-38	2.809 00	0.049	2.899 06	10.04
548	N-39	2.809 00	0.049	2.851 13	42.05
549	N-40	2.862 00	0.049	2.862 30	20.26
550	N-41	2.868 00	0.041	2.862 24	14.21
551	N-42	2.835 00	0.009	2.862 29	47.20
552	N-43	2.816 00	0.014	2.861 76	45.66
553	N-44	2.830 00	0.003	2.861 76	31.69
554	N-45	2.810 00	0.014	2.861 75	51.65
555	N-46	2.853 00	0.009	2.861 75	6.73
556	N-47	2.795 00	0.003	2.808 53	13.51
558	N-49	2.790 00	0.026	2.808 42	16.36
559	N-50	2.794 00	0.012	2.808 41	14.36

Scenario: Base
 Current Time Step: 0.000 h
 FlexTable: Pipe Table

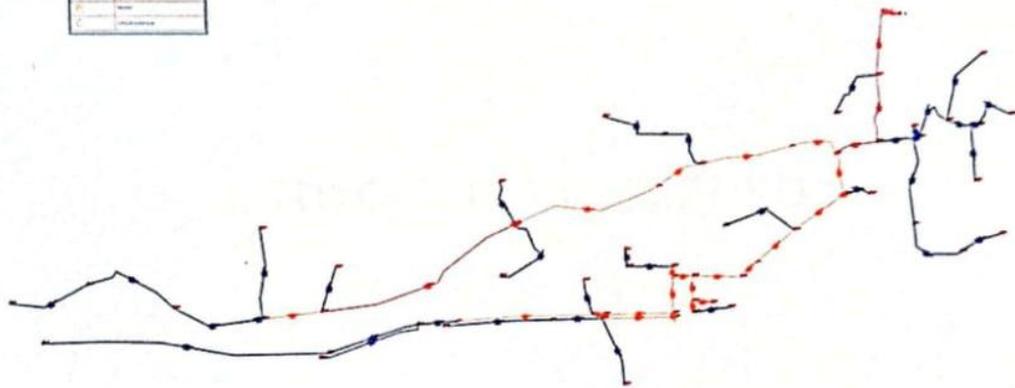
ID	Label	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (ft)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Mean Wet Area (m ²)	Flow (m ³ /s)	Velocity (m/s)	Pressure Head (ft)	Pressure Loss (ft)	Pressure Loss (ft)	Hydraulic Grade (ft)	Hydraulic Grade (ft)
502	1.05 N 1	True	143.94	RCB-3	N 1	30.00	PVC	140.0	0.144	0.117	2.21	0.05	28.95	2.262.12	2.262.12
503	1.05 N 2	True	117.25	N 1	N 1	40.00	PVC	140.0	0.309	0.367	0.02	14.98	28.95	2.262.12	2.262.12
504	1.05 N 3	True	173.95	N 1	N 2	30.00	PVC	140.0	0.144	0.118	2.11	25.85	41.80	2.261.95	2.262.12
505	1.05 N 4	True	80.04	N 2	N 3	40.00	PVC	140.0	0.309	0.367	2.95	41.80	40.88	2.261.95	2.261.95
506	1.05 N 5	True	17.70	N 3	N 4	20.00	PVC	140.0	0.050	0.159	22.47	40.88	41.84	2.261.83	2.261.95
507	1.05 N 6	True	132.72	N 4	N 5	40.00	PVC	140.0	0.309	0.367	0.85	41.84	38.84	2.261.81	2.261.83
508	1.05 N 7	True	99.51	N 5	N 6	25.00	PVC	140.0	0.101	0.303	0.90	38.84	3.21	2.261.81	2.261.81
509	1.05 N 8	True	58.53	N 6	N 6	25.00	PVC	140.0	0.101	0.347	1.84	38.84	45.61	2.261.85	2.261.81
510	1.05 N 9	True	20.98	N 6	N 7	25.00	PVC	140.0	0.101	0.118	0.28	45.61	45.61	2.261.80	2.261.81
511	1.05 N 10	True	117.73	N 7	N 8	25.00	PVC	140.0	0.101	0.367	0.95	45.61	45.61	2.261.80	2.261.80
512	1.05 N 11	True	141.73	N 8	N 9	25.00	PVC	140.0	0.101	0.117	0.14	45.61	58.78	2.261.80	2.261.80
513	1.05 N 12	True	221.53	N 9	CRP-6	25.00	PVC	140.0	0.101	0.367	1.90	40.88	61.78	2.261.89	2.261.80
514	1.05 N 13	True	172.55	CRP-6	N 11	25.00	PVC	140.0	0.101	0.367	1.29	0.00	59.85	2.261.84	2.261.80
515	1.05 N 14	True	117.95	N 11	N 12	25.00	PVC	140.0	0.101	0.124	0.52	59.85	2.261.84	2.261.84	
516	1.05 N 15	True	105.36	N 12	N 13	30.00	PVC	140.0	0.145	0.168	1.60	41.80	45.61	2.261.85	2.261.84
517	1.05 N 16	True	130.30	N 13	N 14	30.00	PVC	140.0	0.145	0.119	2.95	45.61	51.83	2.261.83	2.261.84
518	1.05 N 17	True	68.75	N 14	N 15	20.00	PVC	140.0	0.035	0.118	0.42	51.83	45.61	2.261.83	2.261.83
519	1.05 N 18(1)	True	3.08	N 14	CRP-3 MV	60.00	PVC	140.0	0.333	0.107	2.84	51.83	52.03	2.261.83	2.261.83
520	1.05 N 18(2)	True	151.61	CRP-3 MV	N 16	60.00	PVC	140.0	0.333	0.107	2.82	0.00	9.74	2.261.78	2.261.83
521	1.05 N 19	True	195.89	N 16	N 17	25.00	PVC	140.0	0.101	0.124	0.70	9.74	9.74	2.261.78	2.261.83
522	1.05 N 20	True	121.80	N 16	CRP-4	60.00	PVC	140.0	0.316	0.101	2.95	9.74	33.65	2.261.73	2.261.83
523	1.05 N 21	True	53.10	CRP-4	N 19	60.00	PVC	140.0	0.316	0.101	2.95	0.00	12.85	2.261.69	2.261.83
524	1.05 N 22	True	117.75	N 19	N 20	60.00	PVC	140.0	0.316	0.193	2.52	12.85	21.37	2.261.65	2.261.83
525	1.05 N 23	True	194.13	N 20	N 21	60.00	PVC	140.0	0.349	0.118	0.07	21.37	25.80	2.261.65	2.261.83
526	1.05 N 24	True	78.81	N 21	N 22	60.00	PVC	140.0	0.328	0.169	0.04	25.80	27.90	2.261.65	2.261.83
527	1.05 N 25	True	51.10	N 22	N 23	60.00	PVC	140.0	0.258	0.163	1.77	27.90	22.90	2.261.65	2.261.83
528	1.05 N 26	True	28.94	N 23	N 24	60.00	PVC	140.0	0.320	0.117	0.60	22.90	20.90	2.261.65	2.261.83
529	1.05 N 27	True	150.23	N 24	N 25	40.00	PVC	140.0	0.101	0.169	0.95	20.90	25.80	2.261.65	2.261.83
530	1.05 N 28	True	47.71	N 25	N 26	40.00	PVC	140.0	0.101	0.165	0.90	25.80	21.90	2.261.65	2.261.83
531	1.05 N 29	True	61.66	N 26	N 26	60.00	PVC	140.0	0.232	0.174	1.44	22.90	29.87	2.261.63	2.261.83
532	1.05 N 30	True	101.51	N 26	N 27	60.00	PVC	140.0	0.305	0.118	0.95	29.87	29.87	2.261.61	2.261.83
533	1.05 N 31	True	125.10	N 27	N 28	60.00	PVC	140.0	0.349	0.118	0.09	29.87	37.85	2.261.61	2.261.83
534	1.05 N 32	True	178.53	N 28	N 29	25.00	PVC	140.0	0.101	0.124	0.51	37.85	40.84	2.261.62	2.261.83
535	1.05 N 33	True	68.61	N 29	CRP-PP4	40.00	PVC	140.0	0.101	0.124	0.25	37.85	45.61	2.261.63	2.261.83
536	1.05 N 33(1)	True	145.94	CRP-PP4	N 30	40.00	PVC	140.0	0.101	0.124	0.28	0.00	16.29	2.261.52	2.261.83
537	1.05 N 34	True	168.46	N 30	N 31	60.00	PVC	140.0	0.345	0.145	0.61	29.87	36.85	2.261.62	2.261.83
538	1.05 N 35	True	29.80	N 31	N 32	60.00	PVC	140.0	0.322	0.139	0.58	36.85	38.84	2.261.62	2.261.83
539	1.05 N 36	True	69.57	N 32	N 32	25.00	PVC	140.0	0.101	0.112	0.16	38.84	20.88	2.261.62	2.261.83
540	1.05 N 37	True	339.50	N 32	CRP-5	60.00	PVC	140.0	0.310	0.135	0.37	38.84	39.79	2.261.61	2.261.83
541	1.05 N 38	True	130.45	CRP-5	N 34	40.00	PVC	140.0	0.110	0.167	3.34	0.00	3.96	2.261.67	2.261.83
542	1.05 N 39	True	251.25	N 34	N 35	40.00	PVC	140.0	0.101	0.167	0.02	3.96	11.93	2.261.67	2.261.83
543	1.05 N 40	True	244.83	N 34	N 36	40.00	PVC	140.0	0.101	0.167	1.76	11.93	15.89	2.261.62	2.261.83
544	1.05 N 41	True	684.74	N 36	N 37	40.00	PVC	140.0	0.101	0.167	0.01	15.89	49.75	2.261.65	2.261.83
545	1.05 N 42(1)	True	132.53	N 37	CRP-PP1	60.00	PVC	140.0	0.211	0.169	2.03	49.75	52.72	2.261.64	2.261.83
546	1.05 N 42(2)	True	227.13	CRP-PP1	N 38	60.00	PVC	140.0	0.277	0.169	2.01	0.00	10.04	2.261.65	2.261.83
547	1.05 N 43(1)	True	152.63	N 38	CRP-PP2	25.00	PVC	140.0	0.049	0.193	7.41	10.04	47.19	2.261.65	2.261.83
548	1.05 N 43(2)	True	170.81	CRP-PP2	N 39	25.00	PVC	140.0	0.049	0.193	7.40	0.00	42.18	2.261.13	2.261.83
549	1.05 N 44(1)	True	124.58	N 38	CRP-PP3	60.00	PVC	140.0	0.179	0.167	0.92	10.04	16.18	2.261.65	2.261.83
550	1.05 N 44(2)	True	378.41	CRP-PP3	N 40	60.00	PVC	140.0	0.179	0.167	0.99	0.00	20.16	2.261.30	2.261.83
551	1.05 N 45	True	114.95	N 40	N 41	25.00	PVC	140.0	0.041	0.165	5.17	20.16	14.21	2.261.24	2.261.83
552	1.05 N 46	True	234.64	N 40	N 42	25.00	PVC	140.0	0.041	0.118	0.30	20.16	47.00	2.261.29	2.261.83
553	1.05 N 47	True	2.85	N 40	CRP-1 MV	90.00	PVC	140.0	0.381	0.118	0.90	20.16	20.16	2.261.30	2.261.83
554	1.05 N 48	True	339.89	CRP-1 MV	N 43	90.00	PVC	140.0	0.381	0.118	0.96	0.00	45.60	2.261.78	2.261.83
555	1.05 N 49	True	117.23	N 43	N 44	25.00	PVC	140.0	0.101	0.168	0.02	45.60	51.59	2.261.78	2.261.83
556	1.05 N 50	True	147.80	N 43	N 45	60.00	PVC	140.0	0.163	0.120	0.12	45.60	61.85	2.261.78	2.261.83
557	1.05 N 51	True	225.14	N 45	N 46	25.00	PVC	140.0	0.101	0.118	0.30	61.85	6.73	2.261.78	2.261.83
558	1.05 N 52(1)	True	22.27	N 45	CRP-2 MV	40.00	PVC	140.0	0.041	0.132	0.52	61.85	53.10	2.261.78	2.261.83
559	1.05 N 52(2)	True	236.67	CRP-2 MV	N 47	40.00	PVC	140.0	0.041	0.132	0.52	0.00	13.91	2.261.53	2.261.83
560	1.05 N 53	True	251.51	N 47	N 49	25.00	PVC	140.0	0.101	0.177	4.51	13.91	18.58	2.261.42	2.261.83
561	1.05 N 55	True	67.07	N 49	N 50	25.00	PVC	140.0	0.101	0.124	0.70	18.58	14.18	2.261.41	2.261.83
562	1.05 N 56	True	80.30	N 49	N 52	25.00	PVC	140.0	0.101	0.124	0.79	21.90	25.80	2.261.41	2.261.83
563	1.05 N 57	True	27.47	N 4	N 4	20.00	PVC	140.0	0.035	0.118	0.42	41.84	58.94	2.261.42	2.261.83
564	1.05 N 58	True	62.34	N 21	N 21	60.00	PVC	140.0	0.309	0.163	0.00	25.80	23.91	2.261.35	2.261.83

Scenario: Base
 Current Time Step: 0.000 h
 FlexTable: PRV Table

ID	Label	Elevation (m)	Diameter (Valve) (mm)	Minor Loss Coefficient (Loss)	Hydraulic Grade Setting (Head) (m)	Pressure Setting (PRV) (m H ₂ O)	Flow (L/s)	Hydraulic Grade (From) (m)	Hydraulic Grade (To) (m)	Headloss (m)	Pressure Setting (Calculated) (m H ₂ O)	Pressure Loss (m H ₂ O)
689	CRP 1 MV	2 801 76	152.40	0.000	2 801 76	0.00	0.081	2 802 30	2 801 76	20.54	0.00	20.5
696	CRP 2 MV	2 808 54	152.40	0.000	2 808 54	0.00	0.041	2 801 75	2 808 54	53.21	0.00	53.1
712	CRP 3 MV	2 809 80	152.40	0.000	2 809 80	0.00	0.333	2 351 93	2 809 80	52.13	0.00	52.0
521	CRP 4	2 802 00	152.40	0.000	2 802 00	0.00	0.316	2 899 73	2 802 00	39.73	0.00	39.6
522	CRP 5	2 800 00	152.40	0.000	2 800 00	0.00	0.110	2 859 91	2 800 00	59.91	0.00	59.8
523	CRP 6	2 890 00	152.40	0.000	2 890 00	0.00	0.032	2 351 93	2 890 00	61.89	0.00	61.8
655	CRP PV1	2 899 11	152.40	0.000	2 899 11	0.00	0.277	2 351 94	2 899 11	52.83	0.00	52.7
656	CRP PV2	2 851 26	152.40	0.000	2 851 26	0.00	0.049	2 898 95	2 851 26	47.69	0.00	47.6
663	CRP PV3	2 892 11	152.40	0.000	2 892 11	0.00	0.179	2 899 95	2 892 11	16.72	0.00	16.7
706	CRP PV4	2 814 11	152.40	0.000	2 814 11	0.00	0.029	2 859 91	2 814 11	45.60	0.00	45.5

LEGENDA

Simbol	Arti
—	Saluran Air



2. TUYO-GENERAL FUTURO

Scenario: Base
Current Time Step: 0.000 h
FlexTable: Tank Table

ID	Label	Zone	Elevation (Base) (m)	Elevation (Minimum) (m)	Elevation (Initial) (m)	Elevation (Maximum) (m)	Volume (Initial) (ML)	Diameter (m)	Flow (Out net) (L/s)	Hydraulic Grade (m)
641	RES-1	<None>	2.952.00	2.952.00	2.952.05	2.954.00	0.40	4.14	2.145	2.952.05

Scenario: Base
 Current Time Step: 0.000 h
 FlexTable: Junction Table

ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H ₂ O)
500	N-1	2.925 00	0.014	2.951 97	25.92
509	N-1'	2.935 00	0.014	2.951 97	16.94
501	N-2	2.910 00	0.028	2.951 88	41.80
502	N-3	2.911 00	0.005	2.951 84	40.76
503	N-4	2.910 00	0.009	2.951 84	41.76
504	N-4'	2.913 00	0.000	2.951 84	35.76
505	N-5	2.915 00	0.023	2.951 82	39.75
510	N-5'	2.945 00	0.000	2.951 82	3.52
506	N-6	2.905 00	0.014	2.914 73	8.71
507	N-7	2.905 00	0.009	2.914 73	8.71
508	N-8	2.905 00	0.005	2.914 73	9.71
509	N-9	2.893 00	0.009	2.914 73	21.68
511	N-11	2.850 00	0.032	2.899 86	39.76
512	N-12	2.864 00	0.019	2.899 86	25.79
513	N-13	2.905 00	0.009	2.951 78	46.69
514	N-14	2.900 00	0.005	2.951 70	51.60
515	N-15	2.905 00	0.009	2.951 69	46.60
516	N-16	2.890 00	0.009	2.899 86	9.53
517	N-17	2.890 00	0.019	2.899 86	9.50
525	N-19	2.847 00	0.005	2.859 96	12.94
526	N-20	2.838 00	0.009	2.859 88	21.84
527	N-21	2.834 00	0.023	2.859 88	25.83
533	N-21'	2.836 00	0.014	2.859 88	23.83
528	N-22	2.832 00	0.019	2.859 88	27.82
630	N-22'	2.834 00	0.000	2.859 88	25.83
529	N-23	2.837 00	0.000	2.859 85	22.81
530	N-24	2.839 00	0.014	2.859 85	20.81
531	N-25	2.833 00	0.009	2.859 85	26.80
532	N-25'	2.838 00	0.000	2.859 85	21.81
534	N-26	2.830 00	0.051	2.859 81	29.75
535	N-27	2.830 00	0.009	2.859 81	29.75
536	N-28	2.822 00	0.014	2.859 80	37.73
537	N-29	2.819 00	0.019	2.859 78	40.70
538	N-30	2.795 00	0.046	2.855 86	57.45
539	N-31	2.823 00	0.037	2.859 77	36.69
540	N-32	2.821 00	0.009	2.859 76	35.68
541	N-32'	2.839 00	0.000	2.859 76	20.72
543	N-34	2.795 00	0.074	2.799 83	3.83
544	N-35	2.782 00	0.028	2.799 83	17.79
545	N-36	2.784 00	0.065	2.799 67	15.64
546	N-37	2.750 00	0.093	2.799 50	49.40
547	N-38	2.809 00	0.079	2.859 90	10.88
548	N-39	2.809 00	0.079	2.854 25	45.16
549	N-40	2.802 00	0.079	2.864 97	22.93
550	N-41	2.865 00	0.065	2.864 83	16.79
551	N-42	2.835 00	0.014	2.864 96	49.85
552	N-43	2.816 00	0.023	2.861 98	45.89
553	N-44	2.830 00	0.005	2.861 98	31.92
554	N-45	2.810 00	0.000	2.861 98	51.87
555	N-46	2.855 00	0.014	2.861 96	6.95
556	N-47	2.795 00	0.005	2.807 73	12.70
558	N-49	2.790 00	0.042	2.807 70	17.67
559	N-50	2.794 00	0.019	2.807 69	13.66

Scenario: Base
 Current Time Step: 0.000 h
 FlexTable: Pipe Table

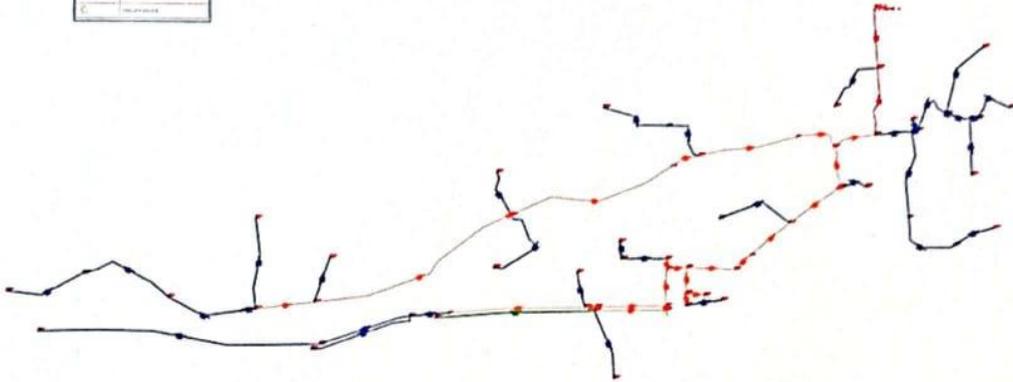
ID	Label	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Flow-Weighting C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Pressure Loss Gradient (Pa/m)	Pressure (Start) (mH ₂ O)	Pressure (Stop) (mH ₂ O)	Hydraulic Grade (Start) (m)	Hydraulic Grade (Stop) (m)	
643	TUB N-1	True	143.50	RES-1	N-1	30.00	PVC	140.0	1.191	0.187	5.28	0.05	26.92	2.951.97	2.952.05	
645	TUB N-2	True	157.20	N-1	N-1	40.00	PVC	140.0	-0.014	0.013	0.07	16.94	26.92	2.951.97	2.951.97	
500	TUB N-3	True	173.90	N-1	N-2	30.00	PVC	140.0	1.164	0.183	5.06	26.92	41.60	2.951.88	2.951.87	
507	TUB N-4	True	30.24	N-2	N-3	40.00	PVC	140.0	0.126	0.100	4.27	41.60	40.76	2.951.84	2.951.86	
509	TUB N-5	True	17.70	N-3	N-4	40.00	PVC	140.0	0.070	0.056	1.48	40.76	41.76	2.951.84	2.951.84	
509	TUB N-6	True	132.72	N-4	N-5	40.00	PVC	140.0	0.061	0.048	1.12	41.76	36.75	2.951.82	2.951.82	
571	TUB N-7	True	136.31	N-5	N-5	25.00	PVC	140.0	0.031	0.030	0.00	36.75	36.75	2.951.82	2.951.82	
574	TUB N-8(1)	True	1.58	N-5	CRP-PV1	25.00	PVC	140.0	0.037	0.075	3.69	36.75	36.99	2.951.82	2.951.82	
650	TUB N-9	True	50.95	CRP-PV1	N-6	25.00	PVC	140.0	0.037	0.075	4.35	0.00	8.71	2.914.73	2.914.70	
573	TUB N-9	True	20.95	N-6	N-7	25.00	PVC	140.0	0.014	0.020	0.83	8.71	8.71	2.914.73	2.914.73	
574	TUB N-10	True	117.23	N-7	N-8	20.00	PVC	140.0	0.005	0.015	0.27	8.71	8.71	2.914.73	2.914.73	
575	TUB N-11	True	141.73	N-6	N-9	25.00	PVC	140.0	0.039	0.014	0.35	8.71	21.68	2.914.73	2.914.73	
576	TUB N-12	True	221.33	N-3	CRP-6	25.00	PVC	140.0	0.051	0.104	7.90	40.76	51.54	2.915.66	2.915.84	
577	TUB N-13	True	172.55	CRP-6	N-11	25.00	PVC	140.0	0.051	0.104	7.88	0.00	39.78	2.915.66	2.916.30	
578	TUB N-14	True	117.95	N-11	N-12	25.00	PVC	140.0	0.019	0.035	1.21	39.78	25.75	2.915.66	2.915.80	
579	TUB N-15	True	105.30	N-2	N-13	75.00	PVC	140.0	1.010	0.229	9.46	41.60	46.00	2.915.78	2.915.88	
580	TUB N-16	True	100.80	N-13	N-14	63.00	PVC	140.0	0.579	0.190	7.91	46.00	51.60	2.915.70	2.915.78	
581	TUB N-17	True	68.75	N-14	N-15	20.00	PVC	140.0	0.009	0.029	0.97	51.60	46.00	2.915.69	2.915.70	
675	TUB N-18(1)	True	5.24	N-14	CRP-3 MV	63.00	PVC	140.0	0.965	0.181	7.23	51.60	51.93	2.915.70	2.915.70	
676	TUB N-18(2)	True	144.45	CRP-3 MV	N-16	63.00	PVC	140.0	0.965	0.182	7.96	0.00	9.53	2.915.52	2.916.00	
583	TUB N-19	True	106.99	N-16	N-17	25.00	PVC	140.0	0.019	0.038	1.21	9.53	9.53	2.915.52	2.916.00	
584	TUB N-20	True	121.80	N-16	CRP-4	63.00	PVC	140.0	0.538	0.173	6.66	9.53	39.38	2.916.40	2.916.50	
585	TUB N-21	True	53.10	CRP-4	N-19	63.00	PVC	140.0	0.538	0.172	6.96	0.00	12.94	2.916.40	2.916.30	
586	TUB N-22	True	117.75	N-19	N-20	63.00	PVC	140.0	0.533	0.171	6.78	12.94	21.84	2.916.55	2.916.80	
587	TUB N-23	True	134.15	N-20	N-21	63.00	PVC	140.0	0.095	0.078	0.11	21.84	25.53	2.916.55	2.916.80	
588	TUB N-24	True	78.81	N-21	N-22	63.00	PVC	140.0	0.019	0.036	0.00	25.53	27.82	2.916.55	2.916.80	
589	TUB N-25	True	51.10	N-20	N-23	63.00	PVC	140.0	0.465	0.150	5.30	21.84	22.81	2.916.55	2.916.80	
590	TUB N-26	True	28.54	N-23	N-24	63.00	PVC	140.0	0.028	0.028	0.26	22.81	20.81	2.916.55	2.916.85	
591	TUB N-27	True	159.23	N-24	N-25	40.00	PVC	140.0	0.009	0.007	0.04	20.81	26.90	2.916.55	2.916.85	
592	TUB N-28	True	47.71	N-25	N-25	40.00	PVC	140.0	0.000	0.000	0.00	26.90	21.81	2.916.55	2.916.85	
593	TUB N-29	True	91.00	N-23	N-26	63.00	PVC	140.0	0.445	0.143	4.83	22.81	29.75	2.916.55	2.916.85	
594	TUB N-30	True	10.51	N-26	N-27	63.00	PVC	140.0	0.000	0.000	0.00	29.75	29.75	2.916.55	2.916.85	
600	TUB N-31	True	106.10	N-27	N-28	63.00	PVC	140.0	0.079	0.025	0.19	29.75	37.73	2.916.90	2.916.91	
601	TUB N-32	True	178.33	N-28	N-29	25.00	PVC	140.0	0.019	0.038	1.23	37.73	40.70	2.916.90	2.916.90	
602	TUB N-33	True	214.55	N-28	N-30	12.00	PVC	140.0	0.946	0.377	193.47	37.73	51.45	2.916.90	2.916.90	
603	TUB N-34	True	105.40	N-26	N-31	63.00	PVC	140.0	0.300	0.068	2.44	29.75	36.62	2.916.90	2.916.91	
604	TUB N-35	True	29.00	N-31	N-32	63.00	PVC	140.0	0.269	0.066	1.87	36.62	36.62	2.916.90	2.916.91	
605	TUB N-36	True	80.57	N-32	CRP-5	25.00	PVC	140.0	0.031	0.001	0.00	36.62	20.72	2.916.90	2.916.90	
606	TUB N-37	True	339.50	N-32	CRP-5	63.00	PVC	140.0	0.259	0.063	1.78	36.62	59.58	2.916.90	2.916.90	
607	TUB N-38	True	100.45	CRP-5	N-34	40.00	PVC	140.0	0.259	0.061	1.62	16.27	0.00	3.83	2.796.93	2.796.93
610	TUB N-39	True	261.25	N-34	N-35	40.00	PVC	140.0	0.028	0.022	0.27	3.83	17.79	2.796.93	2.796.93	
611	TUB N-40	True	244.83	N-34	N-36	40.00	PVC	140.0	0.157	0.125	6.40	3.83	15.84	2.796.93	2.796.93	
613	TUB N-41	True	684.74	N-36	N-37	40.00	PVC	140.0	0.093	0.074	2.40	15.84	49.40	2.796.93	2.796.93	
614	TUB N-42(1)	True	112.03	N-13	CRP-PV2	63.00	PVC	140.0	0.421	0.135	4.37	40.68	51.61	2.917.13	2.917.13	
615	TUB N-42(2)	True	247.43	CRP-PV2	N-38	63.00	PVC	140.0	0.421	0.135	4.36	0.00	10.88	2.917.13	2.917.21	
616	TUB N-43(1)	True	130.19	N-38	CRP-PV3	25.00	PVC	140.0	0.079	0.160	17.67	10.88	44.97	2.917.05	2.917.40	
617	TUB N-43(2)	True	184.37	CRP-PV3	N-39	25.00	PVC	140.0	0.079	0.160	17.68	0.00	45.16	2.917.25	2.917.59	
618	TUB N-44(1)	True	73.45	N-35	CRP-PV4	63.00	PVC	140.0	0.264	0.085	1.82	10.88	14.81	2.916.99	2.916.80	
619	TUB N-44(2)	True	429.01	CRP-PV4	N-40	63.00	PVC	140.0	0.264	0.085	1.84	0.00	22.93	2.916.99	2.917.25	
617	TUB N-45	True	114.95	N-40	N-41	25.00	PVC	140.0	0.065	0.132	12.36	22.93	15.79	2.934.93	2.934.97	
618	TUB N-46	True	234.84	N-40	N-42	25.00	PVC	140.0	0.014	0.028	0.72	22.93	49.85	2.934.93	2.934.97	
620	TUB N-47	True	8.33	N-40	CRP-1	63.00	PVC	140.0	0.100	0.034	0.35	22.93	22.93	2.934.97	2.934.97	
621	TUB N-48	True	134.41	CRP-1	N-43	63.00	PVC	140.0	0.100	0.034	0.34	0.00	45.89	2.931.98	2.932.30	
629	TUB N-49	True	117.23	N-43	N-44	25.00	PVC	140.0	0.005	0.019	0.10	45.89	51.92	2.931.98	2.931.88	
621	TUB N-50	True	147.80	N-43	N-45	63.00	PVC	140.0	0.079	0.025	0.20	45.89	51.97	2.931.98	2.931.88	
622	TUB N-51	True	225.14	N-45	N-46	25.00	PVC	140.0	0.014	0.023	0.71	51.97	6.08	2.931.98	2.931.88	
668	TUB N-52(1)	True	34.27	N-45	CRP-2 MV	40.00	PVC	140.0	0.061	0.062	1.28	51.97	54.11	2.931.97	2.931.88	
669	TUB N-52(2)	True	194.67	CRP-2 MV	N-47	40.00	PVC	140.0	0.061	0.052	1.24	0.00	12.70	2.931.97	2.931.88	
666	TUB N-53	True	251.51	N-47	N-49	40.00	PVC	140.0	0.060	0.048	1.06	12.70	11.87	2.931.70	2.931.73	
627	TUB N-55	True	87.07	N-49	N-50	25.00	PVC	140.0	0.019	0.033	1.20	11.87	13.06	2.931.69	2.931.70	
631	TUB N-56	True	80.90	N-22	N-27	25.00	PVC	140.0	0.000	0.000	0.00	27.82	25.83	2.916.93	2.916.83	
634	TUB N-57	True	27.47	N-4	N-4	20.00	PVC	140.0	0.031	0.012	0.00	41.76	38.78	2.915.84	2.915.84	
630	TUB N-58	True	67.54	N-21	N-21	63.00	PVC	140.0	0.014	0.014	0.00	35.83	33.83	2.916.55	2.916.80	

Scenario: Base
 Current Time Step: 0.000 h
 FlexTable: PRV Table

ID	Label	Elevation (m)	Diameter (Valve) (mm)	Minor Loss Coefficient (Local)	Hydraulic Grade Setting (Static) (m)	Pressure Setting (Static) (m H ₂ O)	Flow (L/s)	Hydraulic Grade (From) (m)	Hydraulic Grade (To) (m)	Headloss (m)	Pressure Setting (Calculated) (m H ₂ O)	Pressure Loss (m H ₂ O)
518	CRP 1	2 802 00	152 40	0 000	2 802 00	0 00	0 106	2 804 87	2 802 00	27 87	0 00	22 9
667	CRP 2 MV	2 807 75	152 40	0 000	2 807 75	0 00	0 065	2 801 97	2 807 75	54 22	0 00	54 1
674	CRP 3 MV	2 809 66	152 40	0 000	2 809 66	0 00	0 565	2 801 70	2 809 66	12 03	0 00	11 9
521	CRP 4	2 800 00	152 40	0 000	2 800 00	0 00	0 338	2 809 40	2 800 00	39 40	0 00	39 4
522	CRP 5	2 800 00	152 40	0 000	2 800 00	0 00	0 259	2 809 70	2 800 00	59 70	0 00	59 6
523	CRP 6	2 800 00	152 40	0 000	2 800 00	0 00	0 051	2 801 66	2 800 00	61 66	0 00	61 5
653	CRP PV1	2 914 76	152 40	0 000	2 914 76	0 00	0 037	2 901 82	2 914 76	37 07	0 00	37 0
656	CRP PV2	2 900 01	152 40	0 000	2 900 01	0 00	0 421	2 901 73	2 900 01	51 72	0 00	51 6
660	CRP PV3	2 854 59	152 40	0 000	2 854 59	0 00	0 079	2 809 65	2 854 59	45 07	0 00	45 0
663	CRP PV4	2 805 05	152 40	0 000	2 805 05	0 00	0 264	2 809 69	2 805 05	14 84	0 00	14 8

LEGENDA

Simbol	Articulação
(M)	Movimento
(T)	Tubo
(A)	Articulação
(S)	Suporte
(D)	Diâmetro
(C)	Classe



3. TUYO ALTO ACTUAL

Scenario: Base
Current Time Step: 0.000 h
FlexTable: Tank Table

ID	Label	Zone	Elevation (Base) (m)	Elevation (Minimum) (m)	Elevation (Initial) (m)	Elevation (Maximum) (m)	Volume (Inactive) (ML)	Diameter (m)	Flow (Out net) (L/s)	Hydraulic Grade (m)
680	RES-1	<None>	2.952.00	2.952.00	2.952.05	2.954.00	0.40	1.90	0.472	2.952.05

Scenario: Base
Current Time Step: 0.000 h
FlexTable: Junction Table

ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H ₂ O)
642	N-1'	2,925.00	0.009	2,952.04	26.99
643	N-2	2,910.00	0.017	2,919.49	9.47
644	N-3	2,905.00	0.006	2,919.48	14.46
645	N-4	2,889.00	0.006	2,919.43	30.36
646	N-5	2,909.00	0.049	2,919.18	10.16
647	N-6	2,862.00	0.055	2,888.95	26.90
648	N-7	2,868.00	0.041	2,888.89	20.85
649	N-8	2,835.00	0.009	2,888.94	53.83
650	N-9	2,816.00	0.014	2,861.99	45.90
651	N-10	2,830.00	0.003	2,861.99	31.92
652	N-11	2,810.00	0.017	2,861.99	51.88
653	N-12	2,855.00	0.009	2,861.98	6.96
654	N-13	2,800.00	0.003	2,809.07	9.05
656	N-15	2,790.00	0.026	2,809.06	19.02
657	N-16	2,794.00	0.012	2,809.05	15.02

Scenario: Base
 Current Time Step: 0.000 h
 FlexTable: Pipe Table

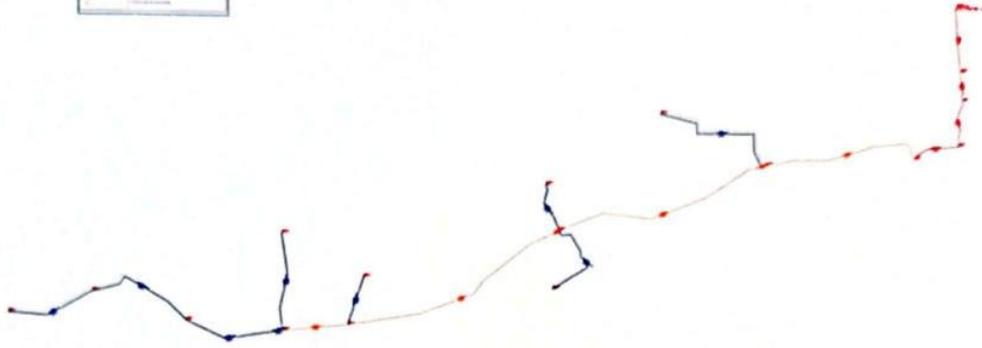
ID	Label	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Pressure Loss Gradient (Pa/m)	Pressure (Start) (m H ₂ O)	Pressure (Stop) (m H ₂ O)	Hydraulic Grade (Stop) (m)	Hydraulic Grade (Start) (m)
681	TUB N 1	True	144.72	RES-1	N-1	90.00	PVC	140.0	0.275	0.043	0.35	0.05	26.99	2.952.04	2.952
716	TUB N 2(1)	True	61.67	N-1	CRP-PY1	90.00	PVC	140.0	0.266	0.042	0.32	26.99	32.49	2.952.04	2.952
717	TUB N 2(2)	True	109.63	CRP-PY1	N-2	90.00	PVC	140.0	0.266	0.042	0.35	0.00	9.47	2.919.43	2.919
663	TUB N 3	True	105.36	N-2	N-3	90.00	PVC	140.0	0.249	0.039	0.28	9.47	14.46	2.919.43	2.919
664	TUB N 4	True	359.40	N-3	N-4	63.00	PVC	140.0	0.243	0.078	1.58	14.46	30.36	2.919.43	2.919
665	TUB N 5	True	32.150	N-4	N-5	25.00	PVC	140.0	0.549	0.150	7.40	30.36	19.18	2.919.18	2.919
678	TUB N 6 (1)	True	9.00	N-4	CRP-1	63.00	PVC	140.0	0.188	0.060	0.97	30.36	30.36	2.919.18	2.919
679	TUB N 6 (2)	True	433.40	CRP-1	N-6	63.00	PVC	140.0	0.188	0.060	0.99	0.00	26.90	2.888.95	2.889
667	TUB N 7	True	114.95	N-6	N-7	25.00	PVC	140.0	0.541	0.083	5.14	26.90	25.85	2.888.95	2.888
668	TUB N 8	True	234.84	N-6	N-8	25.00	PVC	140.0	0.509	0.078	0.30	26.90	51.83	2.888.94	2.888
669	TUB N 9	True	9.00	N-6	CRP-2	63.00	PVC	140.0	0.084	0.027	0.06	26.90	26.90	2.888.95	2.888
670	TUB N 10	True	532.71	CRP-2	N-9	63.00	PVC	140.0	0.084	0.027	0.22	0.00	45.90	2.861.99	2.862
671	TUB N 11	True	112.23	N-9	N-10	25.00	PVC	140.0	0.503	0.090	0.02	45.90	31.92	2.861.99	2.861
672	TUB N 12	True	147.60	N-9	N-11	63.00	PVC	140.0	0.567	0.025	0.14	45.90	51.88	2.861.99	2.861
673	TUB N 13	True	225.14	N-11	N-12	25.00	PVC	140.0	0.509	0.078	0.30	51.88	6.96	2.861.98	2.861
686	TUB N 14(1)	True	27.07	N-11	CRP-3 MOVIDA	40.00	PVC	140.0	0.041	0.032	0.55	51.88	52.80	2.861.98	2.861
687	TUB N 14(2)	True	207.87	CRP-3 MOVIDA	N-13	40.00	PVC	140.0	0.041	0.032	0.52	0.00	9.05	2.809.05	2.809
682	TUB N 15	True	251.51	N-13	N-15	40.00	PVC	140.0	0.038	0.030	0.46	9.05	19.02	2.809.05	2.809
677	TUB N 17	True	87.07	N-15	N-16	25.00	PVC	140.0	0.512	0.024	0.50	19.02	15.02	2.809.05	2.809

Scenario: Base
 Current Time Step: 0.000 h
 FlexTable: PRV Table

ID	Label	Elevation (m)	Diameter (Valve) (mm)	Minor Loss Coefficient (Local)	Hydraulic Grade Setting (Initial) (m)	Pressure Setting (Initial) (m H ₂ O)	Flow (L/s)	Hydraulic Grade (From) (m)	Hydraulic Grade (To) (m)	Headloss (m)	Pressure Setting (Calculated) (m H ₂ O)	Pressure Loss (m H ₂ O)
658	CRP-1	2.819 00	152.40	0.000	2.819 00	0.00	0.188	2.919.43	2.819.00	30.43	0.00	30.4
659	CRP-2	2.862 00	152.40	0.000	2.862 00	0.00	0.084	2.888.95	2.862.00	26.95	0.00	26.9
685	CRP-3 MV	2.879 08	152.40	0.000	2.879 08	0.00	0.041	2.861.98	2.879.08	52.90	0.00	52.8
715	CRP-4 V1	2.919.43	152.40	0.000	2.919.43	0.00	0.256	2.852.08	2.919.43	12.50	0.00	12.5

LEGENDA

Simbol	Articulação
(Ponto Verde)	Articulação Verde
(Ponto Amarelo)	Articulação Amarela
(Ponto Vermelho)	Articulação Vermelha
(Ponto Azul)	Articulação Azul
(Ponto Branco)	Articulação Branca
(Ponto Cinza)	Articulação Cinza
(Ponto Roxo)	Articulação Roxa
(Ponto Laranja)	Articulação Laranja
(Ponto Rosa)	Articulação Rosa
(Ponto Preto)	Articulação Preta



4. TUYO ALTO FUTURO

Scenario: Base
Current Time Step: 0.000 h
FlexTable: Tank Table

ID	Label	Zone	Elevation (Base) (m)	Elevation (Minimum) (m)	Elevation (Initial) (m)	Elevation (Maximum) (m)	Volume (Initial) (ML)	Diameter (m)	Flow (Out rate) (L/s)	Hydraulic Grade (m)
680	RE S-F	*None*	2.952.00	2.952.00	2.952.05	2.954.00	0.40	2.40	0.755	2.952.05

Scenario: Base
Current Time Step: 0.000 h
FlexTable: Junction Table

ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
642	N-1'	2,925.00	0.014	2,952.04	26.98
643	N-2	2,910.00	0.028	2,921.50	11.48
644	N-3	2,905.00	0.009	2,921.49	16.46
645	N-4	2,889.00	0.009	2,921.36	32.29
646	N-5	2,909.00	0.079	2,920.77	11.75
647	N-6	2,862.00	0.088	2,888.88	26.83
648	N-7	2,868.00	0.065	2,888.74	20.70
649	N-8	2,835.00	0.014	2,888.86	53.76
650	N-9	2,816.00	0.023	2,861.97	45.88
651	N-10	2,830.00	0.005	2,861.97	31.91
652	N-11	2,810.00	0.028	2,861.97	51.86
653	N-12	2,855.00	0.014	2,861.95	6.94
654	N-13	2,800.00	0.005	2,809.90	9.88
656	N-15	2,790.00	0.042	2,809.87	19.83
657	N-16	2,794.00	0.019	2,809.86	15.83

Scenario: Base
 Current Time Step: 0.000 h
 FlexTable: Pipe Table

ID	Label	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Pressure Loss Gradient (Pa-m)	Pressure (Start) (m H ₂ O)	Pressure (Stop) (m H ₂ O)	Hydraulic Grade (Stop) (m)	Hydraulic Grade (Start) (m)
681	TUB N-1	True	148.72	RES-1	N-1	90.00	PVC	140.0	0.440	0.009	0.84	0.05	26.98	2.922.04	2.922.05
686	TUB N-2(1)	True	40.31	N-1	CRP-PY1	90.00	PVC	140.0	0.420	0.067	0.73	26.98	30.46	2.922.03	2.922.04
687	TUB N-2(2)	True	133.05	CRP-PY1	N-2	90.00	PVC	140.0	0.420	0.067	0.73	0.00	11.48	2.921.50	2.921.51
663	TUB N-3	True	105.36	N-2	N-3	90.00	PVC	140.0	0.398	0.063	0.69	11.48	16.46	2.921.49	2.921.50
664	TUB N-4	True	359.46	N-3	N-4	63.00	PVC	140.0	0.389	0.125	3.77	16.46	32.29	2.921.36	2.921.49
665	TUB N-5	True	323.56	N-4	N-5	25.00	PVC	140.0	0.079	0.160	17.66	32.29	11.75	2.920.77	2.921.36
678	TUB N-6 (1)	True	9.00	N-4	CRP-1	63.00	PVC	140.0	0.301	0.097	2.59	32.29	32.29	2.921.35	2.921.36
679	TUB N-6 (2)	True	433.46	CRP-1	N-6	63.00	PVC	140.0	0.301	0.097	2.55	0.00	26.83	2.888.88	2.889.00
667	TUB N-7	True	114.95	N-6	N-7	25.00	PVC	140.0	0.065	0.132	12.32	26.83	20.73	2.888.74	2.888.88
668	TUB N-8	True	234.84	N-6	N-8	25.00	PVC	140.0	0.014	0.028	0.71	26.83	53.76	2.888.66	2.888.88
669	TUB N-9	True	9.00	N-6	CRP-2	63.00	PVC	140.0	0.114	0.043	0.32	26.83	26.83	2.888.88	2.888.88
670	TUB N-10	True	532.71	CRP-2	N-9	63.00	PVC	140.0	0.114	0.043	0.52	0.00	45.88	2.861.97	2.862.00
671	TUB N-11	True	117.23	N-9	N-10	25.00	PVC	140.0	0.005	0.009	0.10	45.88	31.91	2.861.97	2.861.97
672	TUB N-12	True	147.60	N-9	N-11	63.00	PVC	140.0	0.130	0.034	0.36	45.88	51.96	2.861.97	2.861.97
673	TUB N-13	True	225.14	N-11	N-12	25.00	PVC	140.0	0.014	0.029	0.71	51.96	6.94	2.861.95	2.861.97
703	TUB N-14(1)	True	1.64	N-11	CRP-3 MV	40.00	PVC	140.0	0.065	0.052	1.77	51.96	51.93	2.861.97	2.861.97
704	TUB N-14(2)	True	227.30	CRP-3 MV	N-13	40.00	PVC	140.0	0.065	0.052	1.24	0.00	9.88	2.809.30	2.809.33
689	TUB N-15	True	251.51	N-13	N-15	40.00	PVC	140.0	0.060	0.048	1.09	9.88	19.83	2.809.87	2.809.90
677	TUB N-17	True	87.07	N-15	N-16	25.00	PVC	140.0	0.019	0.038	1.24	19.83	15.83	2.809.86	2.809.87

Scenario: Base
 Current Time Step: 0.000 h
 FlexTable: PRV Table

ID	Label	Elevation (m)	Diameter (Valve) (mm)	Minor Loss Coefficient (Local)	Hydraulic Grade Setting (Initial) (m)	Pressure Setting (Initial) (m H ₂ O)	Flow (L/s)	Hydraulic Grade (From) (m)	Hydraulic Grade (To) (m)	Headloss (m)	Pressure Setting (Calculated) (m H ₂ O)	Pressure Loss (m H ₂ O)
658	CRP-1	2.889 00	152.40	0.000	2.889 00	0.00	0.301	2.921 35	2.889 00	32.35	0.00	32.3
659	CRP-2	2.862 00	152.40	0.000	2.862 00	0.00	0.134	2.888 88	2.862 00	26.88	0.00	26.8
702	CRP-3 MFV	2.809 93	152.40	0.000	2.809 93	0.00	0.065	2.861 97	2.809 93	52.04	0.00	51.9
685	CRP-3rv1	2.921 51	152.40	0.000	2.921 51	0.00	0.426	2.952 03	2.921 51	30.52	0.00	30.5

LEGENDA

Simbol	Arti
(Symbol)	(Description)



5. TUYO BAJO ACTUAL

Scenario: Base
Current Time Step: 0.000 h
FlexTable: Tank Table

ID	Label	Zone	Elevation (Base) (m)	Elevation (Minimum) (m)	Elevation (Initial) (m)	Elevation (Maximum) (m)	Volume (Inactive) (ML)	Diameter (m)	Flow (Out net) (L/s)	Hydraulic Grade (m)
661	RES-1	<None>	2 952.00	2 952.00	2 952.05	2 954.00	0.40	2.78	0.888	2 952.05

Scenario: Base
 Current Time Step: 0.000 h
 FlexTable: Junction Table

ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H ₂ O)
500	N-1	2.925 00	0.009	2.952 04	26.98
499	N-1'	2.935 00	0.009	2.952 04	17.00
501	N-2	2.910 00	0.017	2.952 02	41.93
502	N-3	2.911 00	0.003	2.952 00	40.92
503	N-4	2.910 00	0.006	2.951 97	41.88
504	N-4'	2.913 00	0.000	2.951 97	38.89
505	N-5	2.915 00	0.014	2.951 96	36.89
570	N-5'	2.948 00	0.000	2.951 96	3.95
506	N-6	2.906 00	0.009	2.914 61	8.59
507	N-7	2.906 00	0.006	2.914 61	8.59
508	N-8	2.905 00	0.003	2.914 61	9.59
509	N-9	2.893 00	0.006	2.914 61	21.56
511	N-11	2.850 00	0.020	2.819 94	39.86
512	N-12	2.864 00	0.012	2.819 94	25.88
513	N-13	2.905 00	0.006	2.952 01	46.92
514	N-14	2.900 00	0.003	2.951 98	51.88
515	N-15	2.905 00	0.006	2.951 98	46.88
516	N-16	2.890 00	0.006	2.899 95	9.93
517	N-17	2.890 00	0.012	2.899 94	9.92
525	N-19	2.847 00	0.003	2.859 98	12.96
526	N-20	2.838 00	0.006	2.859 95	21.91
527	N-21	2.834 00	0.014	2.859 95	25.90
533	N-21'	2.836 00	0.009	2.859 95	23.90
528	N-22	2.832 00	0.012	2.859 95	27.89
630	N-22'	2.834 00	0.012	2.859 95	25.89
529	N-23	2.837 00	0.006	2.859 94	22.89
530	N-24	2.839 00	0.009	2.859 94	20.90
531	N-25	2.833 00	0.006	2.859 94	26.89
532	N-25'	2.838 00	0.009	2.859 94	21.89
534	N-26	2.830 00	0.032	2.859 93	29.86
535	N-27	2.830 00	0.006	2.859 93	29.86
536	N-28	2.822 00	0.009	2.859 92	37.85
537	N-29	2.819 00	0.012	2.859 91	40.83
538	N-30	2.788 00	0.029	2.820 02	21.98
539	N-31	2.823 00	0.023	2.859 91	36.84
540	N-32	2.821 00	0.006	2.859 91	38.83
541	N-32'	2.839 00	0.023	2.859 89	20.85
543	N-34	2.796 00	0.023	2.799 97	3.96
544	N-35	2.782 00	0.009	2.799 97	17.93
545	N-36	2.784 00	0.020	2.799 92	15.89
546	N-37	2.750 00	0.058	2.799 85	49.75

Scenario: Base
 Current Time Step: 0.000 h
 FlexTable: Pipe Table

ID	Label	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Pressure Loss Gradient (Pa/m)	Pressure (Start) (m H ₂ O)	Pressure (Stop) (m H ₂ O)	Hydraulic Grade (Start) (m)	Hydraulic Grade (Stop) (m)
642	TUB N 1	True	143.56	RES-1	N 1	90.00	PVC	140.0	0.479	0.075	0.97	0.05	26.98	2.95254	2.95255
645	TUB N 2	True	157.26	N 1	N 1	40.00	PVC	140.0	-0.009	0.007	0.04	17.00	26.98	2.95254	2.95254
646	TUB N 3	True	173.96	N 1	N 2	90.00	PVC	140.0	0.465	0.073	0.92	26.98	41.93	2.95252	2.95254
647	TUB N 4	True	92.04	N 2	N 3	40.00	PVC	140.0	0.079	0.063	1.80	41.93	40.92	2.95200	2.95252
648	TUB N 5	True	17.76	N 3	N 4	20.00	PVC	140.0	0.045	0.142	18.37	40.92	41.88	2.95197	2.95255
649	TUB N 6	True	132.72	N 4	N 5	40.00	PVC	140.0	0.038	0.030	0.46	41.88	36.89	2.95196	2.95197
651	TUB N 7	True	196.91	N 5	N 5	25.00	PVC	140.0	0.001	0.001	0.00	36.89	3.95	2.95196	2.95196
660	TUB N 8(1)	True	2.49	N 5	CRP-PV1	25.00	PVC	140.0	0.023	0.047	2.34	36.89	37.27	2.95196	2.95196
661	TUB N 8(2)	True	56.04	CRP-PV1	N 6	25.00	PVC	140.0	0.023	0.047	1.82	0.00	8.59	2.91461	2.91462
673	TUB N 9	True	20.96	N 6	N 7	25.00	PVC	140.0	0.009	0.018	0.28	8.59	8.59	2.91461	2.91461
674	TUB N 10	True	117.03	N 7	N 8	20.00	PVC	140.0	0.003	0.009	0.12	8.59	9.59	2.91461	2.91461
675	TUB N 11	True	141.73	N 8	N 9	25.00	PVC	140.0	0.006	0.012	0.14	8.59	21.56	2.91461	2.91461
676	TUB N 12	True	221.33	N 9	CRP-6	25.00	PVC	140.0	0.032	0.065	3.30	40.92	61.80	2.95193	2.95200
677	TUB N 13	True	172.55	CRP-6	N 11	25.00	PVC	140.0	0.032	0.065	3.29	0.00	39.96	2.89194	2.89195
678	TUB N 14	True	117.95	N 11	N 12	25.00	PVC	140.0	0.012	0.024	0.52	39.96	25.89	2.89194	2.89194
679	TUB N 15	True	105.36	N 2	N 13	90.00	PVC	140.0	0.365	0.057	0.58	41.93	46.92	2.95201	2.95252
680	TUB N 16	True	100.50	N 13	N 14	63.00	PVC	140.0	0.359	0.115	3.24	46.92	51.88	2.95198	2.95251
681	TUB N 17	True	68.75	N 14	N 15	25.00	PVC	140.0	0.006	0.018	0.42	51.88	48.88	2.95198	2.95198
632	TUB N 18 (1)	True	5.00	N 14	CRP-3 MV	63.00	PVC	140.0	0.350	0.112	2.91	51.88	51.87	2.95198	2.95198
633	TUB N 18 (2)	True	149.69	CRP-3 MV	N 16	63.00	PVC	140.0	0.350	0.112	3.09	0.00	9.93	2.89935	2.90000
683	TUB N 19	True	196.99	N 16	N 17	25.00	PVC	140.0	0.012	0.024	0.52	9.93	9.92	2.89934	2.89935
684	TUB N 20	True	121.86	N 16	CRP-4	63.00	PVC	140.0	0.333	0.107	2.84	9.93	39.84	2.89932	2.89935
688	TUB N 21	True	53.10	CRP-4	N 19	63.00	PVC	140.0	0.333	0.107	2.85	0.00	12.96	2.85938	2.86000
689	TUB N 22	True	117.75	N 19	N 20	63.00	PVC	140.0	0.330	0.106	2.77	12.96	21.91	2.85935	2.85938
691	TUB N 23	True	134.13	N 20	N 21	63.00	PVC	140.0	0.046	0.015	0.09	21.91	25.90	2.85935	2.85935
692	TUB N 24	True	78.81	N 21	N 22	63.00	PVC	140.0	0.023	0.007	0.50	25.90	27.89	2.85935	2.85935
694	TUB N 25	True	51.10	N 20	N 23	63.00	PVC	140.0	0.278	0.089	2.05	21.91	22.89	2.85934	2.85935
695	TUB N 26	True	28.54	N 23	N 24	63.00	PVC	140.0	0.023	0.007	0.00	22.89	20.90	2.85934	2.85934
696	TUB N 27	True	159.23	N 24	N 25	40.00	PVC	140.0	0.014	0.012	0.07	20.90	20.89	2.85934	2.85934
697	TUB N 28	True	47.71	N 25	N 25	40.00	PVC	140.0	0.009	0.007	0.66	20.89	21.89	2.85934	2.85934
698	TUB N 29	True	91.00	N 23	N 26	63.00	PVC	140.0	0.249	0.080	1.63	22.89	29.86	2.85933	2.85934
699	TUB N 30	True	10.51	N 26	N 27	63.00	PVC	140.0	0.055	0.018	0.28	29.86	29.86	2.85933	2.85933
699	TUB N 31	True	195.10	N 27	N 28	63.00	PVC	140.0	0.049	0.016	0.07	29.86	37.85	2.85932	2.85933
601	TUB N 32	True	178.33	N 28	N 29	25.00	PVC	140.0	0.012	0.024	0.51	37.85	40.83	2.85931	2.85932
603	TUB N 33 (1)	True	17.66	N 28	CRP-PV2	40.00	PVC	140.0	0.029	0.023	0.33	37.85	39.82	2.85932	2.85932
664	TUB N 33 (2)	True	196.89	CRP-PV2	N 30	40.00	PVC	140.0	0.029	0.023	0.29	0.00	21.98	2.82032	2.82033
603	TUB N 34	True	168.46	N 26	N 31	63.00	PVC	140.0	0.162	0.052	0.74	29.86	36.84	2.85931	2.85933
604	TUB N 35	True	29.60	N 31	N 32	63.00	PVC	140.0	0.139	0.045	0.59	36.84	38.83	2.85931	2.85931
605	TUB N 36	True	89.57	N 32	N 32	25.00	PVC	140.0	0.023	0.047	1.82	38.83	20.85	2.85939	2.85931
608	TUB N 37	True	379.50	N 32	CRP-5	63.00	PVC	140.0	0.110	0.035	0.36	38.83	59.78	2.85930	2.85931
609	TUB N 38	True	100.45	CRP-5	N 34	40.00	PVC	140.0	0.105	0.087	3.44	0.00	3.96	2.79937	2.80000
610	TUB N 39	True	261.25	N 34	N 35	40.00	PVC	140.0	0.009	0.007	0.02	3.96	17.93	2.79937	2.79937
611	TUB N 40	True	244.83	N 34	N 36	40.00	PVC	140.0	0.078	0.062	1.70	3.96	15.89	2.79932	2.79937
613	TUB N 41	True	654.74	N 36	N 37	40.00	PVC	140.0	0.058	0.046	1.01	15.89	49.75	2.79935	2.79932
631	TUB N 56	True	80.00	N 22	N 22	25.00	PVC	140.0	0.012	0.024	0.51	27.89	28.89	2.85935	2.85935
634	TUB N 57	True	27.47	N 4	N 4	20.00	PVC	140.0	0.001	0.002	0.00	41.88	38.89	2.95197	2.95197
635	TUB N 58	True	42.54	N 21	N 21	63.00	PVC	140.0	0.009	0.003	0.00	25.90	23.90	2.85935	2.85935

Scenario: Base
 Current Time Step: 0.000 h
 FlexTable: PRV Table

ID	Label	Elevation (m)	Diameter (Valve) (mm)	Minor Loss Coefficient (Local)	Hydraulic Grade Setting (Initial) (m)	Pressure Setting (Initial) (m H ₂ O)	Flow (L/s)	Hydraulic Grade (From) (m)	Hydraulic Grade (To) (m)	Headloss (m)	Pressure Setting (Calculated) (m H ₂ O)	Pressure Loss (m H ₂ O)
520	CRP 3 MV	2 905.00	152.40	0.000	2 900.00	0.00	0.350	2 951.98	2 905.00	51.98	0.00	51.9
521	CRP 4	2 860.00	152.40	0.000	2 860.00	0.00	0.353	2 899.92	2 860.00	39.92	0.00	39.8
522	CRP 5	2 800.00	152.40	0.000	2 800.00	0.00	0.110	2 819.90	2 800.00	19.90	0.00	19.8
523	CRP 6	2 890.00	152.40	0.000	2 890.00	0.00	0.032	2 951.93	2 890.00	61.93	0.00	61.8
618	CRP PV1	2 914.62	152.40	0.000	2 914.62	0.00	0.021	2 951.96	2 914.62	17.34	0.00	17.3
652	CRP PV2	2 820.00	152.40	0.000	2 820.00	0.00	0.029	2 859.92	2 820.00	39.90	0.00	39.8

6. TUYO BAJO FUTURO

Scenario: Base
Current Time Step: 0.000 h
FlexTable: Tank Table

ID	Label	Zone	Elevation (Base) (m)	Elevation (Minimum) (m)	Elevation (Inside) (m)	Elevation (Maximum) (m)	Volume (Inactive) (ML)	Diameter (m)	Flow (Out net) (L/s)	Hydraulic Grade (m)
641	RES-1	<None>	2.952 00	2.952 00	2.952 05	2.954 00	0.40	3.51	1.436	2.952 05

Scenario: Base
 Current Time Step: 0.000 h
 FlexTable: Junction Table

ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H ₂ O)
499	N-1'	2.935 00	0.014	2.952 01	16.98
500	N-1	2.925 00	0.014	2.952 02	26.96
501	N-2	2.910 00	0.028	2.951.98	41.89
502	N-3	2.911 00	0.005	2.951.94	40.85
503	N-4	2.910 00	0.009	2.951.86	41.78
504	N-4'	2.913 00	0.000	2.951.86	38.78
505	N-5	2.915 00	0.023	2.951.85	36.77
506	N-6	2.906 00	0.014	2.914.54	8.53
507	N-7	2.906 00	0.009	2.914.54	8.52
508	N-8	2.905 00	0.005	2.914.54	9.52
509	N-9	2.893 00	0.009	2.914.54	21.50
511	N-11	2.850 00	0.032	2.889.86	39.78
512	N-12	2.864 00	0.019	2.889.85	25.79
513	N-13	2.905 00	0.009	2.951.96	46.87
514	N-14	2.900 00	0.005	2.951.88	51.78
515	N-15	2.905 00	0.009	2.951.88	46.78
516	N-16	2.890 00	0.009	2.899.89	9.87
517	N-17	2.890 00	0.019	2.899.86	9.84
525	N-19	2.847 00	0.005	2.859.96	12.94
526	N-20	2.838 00	0.009	2.859.88	21.84
527	N-21	2.834 00	0.023	2.859.88	25.83
528	N-22	2.832 00	0.019	2.859.88	27.82
529	N-23	2.837 00	0.009	2.859.86	22.81
530	N-24	2.839 00	0.014	2.859.86	20.82
531	N-25	2.833 00	0.009	2.859.86	26.80
532	N-25'	2.838 00	0.014	2.859.85	21.81
533	N-21'	2.836 00	0.014	2.859.88	23.83
534	N-26	2.830 00	0.051	2.859.82	29.76
535	N-27	2.830 00	0.009	2.859.82	29.76
536	N-28	2.822 00	0.014	2.859.82	37.74
537	N-29	2.819 00	0.019	2.859.80	40.71
538	N-30	2.798 00	0.046	2.820.95	22.91
539	N-31	2.823 00	0.037	2.859.79	36.72
540	N-32	2.821 00	0.009	2.859.79	38.71
541	N-32'	2.839 00	0.037	2.859.75	20.70
543	N-34	2.796 00	0.037	2.799.92	3.91
544	N-35	2.782 00	0.014	2.799.92	17.88
545	N-36	2.784 00	0.032	2.799.81	15.78
546	N-37	2.750 00	0.093	2.799.64	49.54
570	N-5'	2.948 00	0.000	2.951.85	3.84
630	N-22'	2.834 00	0.019	2.859.87	25.82

Scenario: Base
 Current Time Step: 0.000 h
 FlexTable: Pipe Table

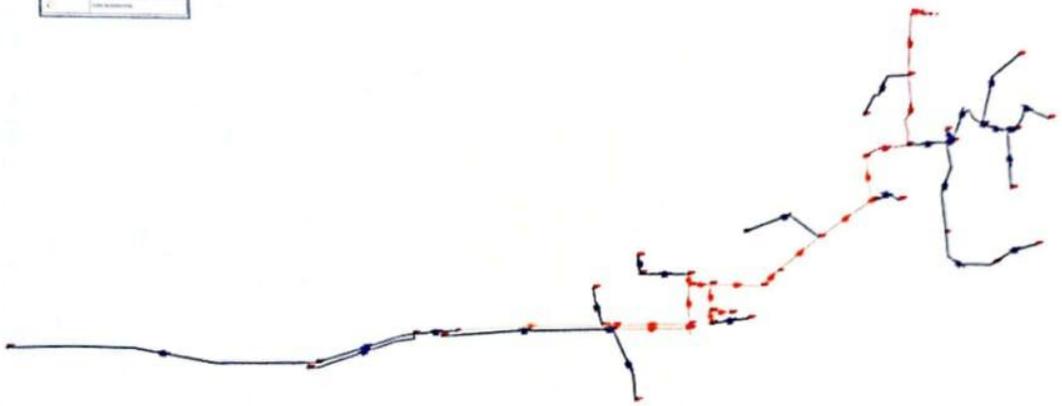
ID	Label	Has User Defined Length	Length (User Defined) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Pressure Loss (Gradient) (Pa/m)	Pressure (Start) (m H ₂ O)	Pressure (Stop) (m H ₂ O)	Hydraulic Grade (Stop) (m)	Hydraulic Grade (Start) (m)
642	TUB N 1	True	143.56	RES-1	N-1	90.00	PVC	140.0	0.764	0.120	2.31	0.05	26.96	2.952.02	2.952.05
665	TUB N 2	True	157.20	N-1	N-1	40.00	PVC	140.0	0.674	0.011	0.07	16.98	26.96	2.952.02	2.952.01
566	TUB N 3	True	173.96	N-1	N-2	90.00	PVC	140.0	0.737	0.116	2.18	26.96	41.89	2.951.98	2.952.02
567	TUB N 4	True	30.04	N-2	N-3	40.00	PVC	140.0	0.126	0.100	4.24	41.89	40.85	2.951.94	2.951.98
568	TUB N 5	True	17.76	N-3	N-4	20.00	PVC	140.0	0.070	0.223	42.16	40.85	41.78	2.951.96	2.951.94
569	TUB N 6	True	132.72	N-4	N-5	40.00	PVC	140.0	0.061	0.048	1.10	41.78	36.77	2.951.85	2.951.96
571	TUB N 7	True	196.91	N-5	N-5	25.00	PVC	140.0	0.001	0.001	0.00	36.77	3.64	2.951.85	2.951.85
644	TUB N 8(1)	True	2.81	N-5	CRP-PY1	25.00	PVC	140.0	0.037	0.075	4.34	0.00	37.20	2.951.84	2.951.85
645	TUB N 8(2)	True	55.72	CRP-PY1	N-6	25.00	PVC	140.0	0.037	0.075	4.34	0.00	8.53	2.914.54	2.914.57
573	TUB N 9	True	20.96	N-6	N-7	25.00	PVC	140.0	0.014	0.028	0.83	8.53	8.52	2.914.54	2.914.54
574	TUB N 10	True	117.03	N-7	N-8	20.00	PVC	140.0	0.005	0.015	0.27	8.52	9.52	2.914.54	2.914.54
575	TUB N 11	True	141.73	N-6	N-8	25.00	PVC	140.0	0.009	0.019	0.35	8.53	21.50	2.914.54	2.914.54
576	TUB N 12	True	221.33	N-3	CRP-1	25.00	PVC	140.0	0.051	0.104	7.88	40.85	61.63	2.951.76	2.951.94
577	TUB N 13	True	172.55	CRP-1	N-11	25.00	PVC	140.0	0.051	0.104	7.88	0.00	39.78	2.899.96	2.899.00
578	TUB N 14	True	117.95	N-11	N-12	25.00	PVC	140.0	0.019	0.038	1.21	39.78	25.79	2.899.85	2.899.96
579	TUB N 15	True	105.36	N-2	N-13	90.00	PVC	140.0	0.583	0.092	1.41	41.89	40.87	2.951.96	2.951.98
580	TUB N 16	True	100.60	N-13	N-14	63.00	PVC	140.0	0.574	0.184	7.76	46.87	51.78	2.951.88	2.951.96
581	TUB N 17	True	69.75	N-14	N-15	20.00	PVC	140.0	0.009	0.029	0.97	51.78	46.78	2.951.88	2.951.88
632	TUB N 18 (1)	True	5.00	N-14	CRP-3 MV	63.00	PVC	140.0	0.560	0.180	7.57	51.78	51.77	2.951.88	2.951.88
633	TUB N 18 (2)	True	149.69	CRP-3 MV	N-16	63.00	PVC	140.0	0.560	0.180	7.41	0.00	9.87	2.899.89	2.900.00
583	TUB N 19	True	196.99	N-16	N-17	25.00	PVC	140.0	0.019	0.038	1.21	9.87	9.84	2.899.86	2.899.89
584	TUB N 20	True	121.86	N-16	CRP-4	63.00	PVC	140.0	0.532	0.171	6.74	9.87	39.72	2.899.80	2.899.89
588	TUB N 21	True	53.10	CRP-4	N-19	63.00	PVC	140.0	0.532	0.171	6.75	0.00	12.94	2.859.96	2.860.00
589	TUB N 22	True	117.75	N-19	N-20	63.00	PVC	140.0	0.528	0.169	6.66	12.94	21.84	2.859.88	2.859.96
591	TUB N 23	True	134.13	N-20	N-21	63.00	PVC	140.0	0.074	0.024	0.17	21.84	25.83	2.859.88	2.859.88
592	TUB N 24	True	78.81	N-21	N-22	63.00	PVC	140.0	0.037	0.012	0.04	25.83	27.82	2.859.88	2.859.88
594	TUB N 25	True	51.10	N-20	N-23	63.00	PVC	140.0	0.444	0.143	4.85	21.84	22.81	2.859.86	2.859.88
595	TUB N 26	True	29.54	N-23	N-24	63.00	PVC	140.0	0.037	0.012	0.00	22.81	20.82	2.859.86	2.859.86
596	TUB N 27	True	159.23	N-24	N-25	40.00	PVC	140.0	0.023	0.018	0.18	20.82	26.80	2.859.86	2.859.86
597	TUB N 28	True	47.71	N-25	N-25	40.00	PVC	140.0	0.014	0.011	0.06	26.80	21.81	2.859.85	2.859.86
598	TUB N 29	True	91.00	N-23	N-26	63.00	PVC	140.0	0.398	0.128	3.94	22.81	29.76	2.859.82	2.859.86
599	TUB N 30	True	10.51	N-26	N-27	63.00	PVC	140.0	0.088	0.028	0.28	29.76	29.70	2.859.82	2.859.82
600	TUB N 31	True	195.10	N-27	N-28	63.00	PVC	140.0	0.079	0.025	0.19	29.70	37.74	2.859.82	2.859.82
601	TUB N 32	True	178.33	N-28	N-29	25.00	PVC	140.0	0.019	0.038	1.21	37.74	40.71	2.859.80	2.859.82
649	TUB N 33(1)	True	9.23	N-28	CRP-PY2	40.00	PVC	140.0	0.046	0.037	0.63	37.74	38.77	2.859.82	2.859.82
650	TUB N 33(2)	True	205.32	CRP-PY2	N-30	40.00	PVC	140.0	0.046	0.037	0.67	0.00	22.91	2.820.95	2.820.97
603	TUB N 34	True	168.46	N-26	N-31	63.00	PVC	140.0	0.259	0.083	1.78	29.76	36.72	2.859.79	2.859.82
604	TUB N 35	True	29.60	N-31	N-32	63.00	PVC	140.0	0.022	0.011	1.28	36.72	38.71	2.859.79	2.859.79
605	TUB N 36	True	89.57	N-32	N-32	25.00	PVC	140.0	0.037	0.075	4.39	38.71	20.70	2.859.75	2.859.79
608	TUB N 37	True	339.50	N-32	CRP-2	63.00	PVC	140.0	0.178	0.056	0.88	38.71	59.64	2.859.70	2.859.79
609	TUB N 38	True	100.45	CRP-2	N-34	40.00	PVC	140.0	0.178	0.140	7.95	0.00	3.91	2.799.82	2.800.00
610	TUB N 39	True	241.25	N-34	N-35	40.00	PVC	140.0	0.014	0.011	0.07	3.91	17.88	2.799.82	2.799.82
611	TUB N 40	True	244.83	N-34	N-36	40.00	PVC	140.0	0.125	0.099	4.21	3.91	15.78	2.799.81	2.799.82
613	TUB N 41	True	684.74	N-36	N-37	40.00	PVC	140.0	0.093	0.074	2.42	15.78	49.54	2.799.64	2.799.81
631	TUB N 36	True	80.00	N-22	N-22	25.00	PVC	140.0	0.019	0.038	1.20	27.82	25.82	2.859.87	2.859.88
634	TUB N 37	True	27.47	N-4	N-4	20.00	PVC	140.0	0.000	0.000	0.00	41.78	38.78	2.951.86	2.951.86
635	TUB N 38	True	43.54	N-21	N-21	63.00	PVC	140.0	0.014	0.004	0.00	25.83	23.83	2.859.88	2.859.88

Scenario: Base
 Current Time Step: 0.000 h
 FlexTable: PRV Table

ID	Label	Elevation (m)	Diameter (Valve) (mm)	Minor Loss Coefficient (Local)	Hydraulic Grade Setting (Initial) (m)	Pressure Setting (Initial) (m H ₂ O)	Flow (L/s)	Hydraulic Grade (From) (m)	Hydraulic Grade (To) (m)	Headloss (m)	Pressure Setting (Calculated) (m H ₂ O)	Pressure Loss (m H ₂ O)
523	CRP-1	2 890.00	152.40	0.000	2 890.00	0.00	0.051	2 951.75	2 890.00	61.75	0.00	61.6
522	CRP-2	2 800.00	152.40	0.000	2 800.00	0.00	0.176	2 859.76	2 800.00	59.76	0.00	59.6
520	CRP-3 MV	2 900.00	152.40	0.000	2 900.00	0.00	0.560	2 951.88	2 900.00	51.88	0.00	51.8
521	CRP-4	2 860.00	152.40	0.000	2 860.00	0.00	0.532	2 899.80	2 860.00	39.80	0.00	39.7
643	CRP-PV1	2 914.57	152.40	0.000	0.00	0.00	0.037	2 951.84	2 914.57	37.28	0.00	37.2
644	CRP-PV2	2 820.97	152.40	0.000	0.00	0.00	0.046	2 859.82	2 820.97	38.85	0.00	38.8

LEYENDA

Simbolo	Descripción
	Red de distribución de agua
	Red de distribución de gas
	Estación de bombeo
	Reservorio
	Edificio
	Carretera
	Centro de salud
	Escuela
	Centro comunal
	Centro de salud
	Escuela
	Centro comunal
	Centro de salud
	Escuela
	Centro comunal



ANEXO 2: PANEL FOTOGRÁFICO

Foto 01 : Plazuela de la localidad de Tuyu



Foto 02 : Plazuela de la localidad de Tuyu



Foto 03 : Cerco perimétrico de la captación



Foto 04 : Captación de fondo concentrado



Foto 05 : Reservorio



Figura 06 : Reservorio se observa su tanque de cloración



Foto 07 : Caja de paso - sector Tuyo Bajo



Foto 08 : Punto de bifurcación de la tubería de aducción hacia Tuyo Alto



Foto 09 : CRPT 07 – Sector Tuyo Alto



Foto 10 : Cámara Rompe Presión Tipo 07 - Sector Tuyo Bajo (Con presidente de la comisión de administración del sistema)



Foto 11 : CRPT 07 – Sector Tuyo Bajo



Foto 12 : CRPT 07 – Sector Tuyo Bajo(Antigua y Nueva)



ANEXO 7: PLANOS