



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL

**Análisis Comparativo del Diseño Hidráulico del Sistema de
Agua Potable Empleando Tubería HDPE y PVC, Asociación de
Vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho-Chosica 2020**

TESIS PARA OBTENER TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Miranda Rios, Jesus Enrique (ORCID: 0000-0003-0359-3537)

ASESOR:

Mgtr. Segura Terrones, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-9320-0540)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación va dedicado a mi madre, pareja e hijo por ser mi motivo, motor, inspiración y por todo ese apoyo incondicional para llegar a culminar la carrera de ingeniería civil.

AGRADECIMIENTO

Dar gracias a Dios por darme vida, salud y fuerzas para llegar donde estoy ahora. Existe enumerarles personas a quien debo agradecer por su ayuda directa e indirecta; en primer lugar, a mi madre y mi pareja por su permanente apoyo durante estos cinco años de estudio, ellas han sido fundamentales para poder llegar a este momento.

A mis profesores que me repartieron su conocimiento, consejos y experiencia, que durante el tiempo de estudio generó mayor interés en esta hermosa carrera.

A los diferentes ingenieros que me guiaron para la elaboración de este proyecto de investigación de pre grado.

A mis amigos y compañeros de aula que nos apoyamos mutuamente para estar a un paso de ser ingenieros civiles.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. MÉTODO	16
3.1. Tipo y Diseño De Investigación	17
3.2. Variables y Operacionalización.....	17
3.3. Población, muestra y muestreo	18
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	18
3.5. Procedimientos	19
3.6. Método De Análisis De Datos	20
3.7. Aspectos Éticos	21
IV. RESULTADO	22
V. DISCUSIÓN	30
VI. CONCLUSIÓN	35
VII. RECOMENDACION	37
REFERENCIAS	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Calculo de caudal de diseño	23
Tabla 2.	Resultado de análisis de calidad de agua en los pozos tubulares SEDAPAL 758-770-876, sector Carapongo	25
Tabla 3.	Reporte de reservorio	74
Tabla 4.	Reporte de cámara rompe presión	75
Tabla 5.	Reporte de tubería primaria y secundaria HDPE	76
Tabla 6.	Reporte de nodos HDPE	78
Tabla 7.	Reporte de tubería primaria y secundaria PVC	81
Tabla 8.	Reporte de nodos PVC	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de Carapongo	24
Figura 2.	Mapa de curvas de nivel sector de Carapongo	25
Grafico 1.	Calidad del agua de pozo tubular SEDAPAL	26
Grafico 2.	Comparación de presión entre tubería HDPE y PVC.....	27
Grafico 3.	Comparacion de velocidad del caudal entre tuberia HDPE y PVC.....	27
Grafico 4.	Análisis de costo instalación por ml	28
Grafico 5.	Rendimiento de instalación de tubería por ml	29
Figura 3.	Índice de tasa de crecimiento anual del distrito de Lurigancho	53
Figura 4.	cálculo de población de diseño.....	54
Figura 5.	Asociación de vivienda El Mirador de Carapongo-Lurigancho.....	55
Figura 6.	Asociación de vivienda El Mirador de Carapongo-Lurigancho.....	56
Figura 7.	Clasificación de nivel Socioeconómico	56
Figura 8.	Dotación según nivel socioeconómico	57
Figura 9.	Configuración del proyecto	60
Figura 10.	Guardar proyecto en software Watercad	60
Figura 11.	Configuración de unidades	61
Figura 12.	Creación de prototipos.....	62
Figura 13.	Importación de plano a watercad 1	62
Figura 14.	Importación de plano a watercad 2.....	63
Figura 15.	Importación de plano a watercad 3.....	63
Figura 16.	Configuración del plano importado al software watercad.....	64
Figura 17.	Configuración del plano importado al software watercad 2.....	65
Figura 18.	Vista de importación del plano AutoCAD a watercad	65
Figura 19.	Importación de curvas de nivel al software watercad.....	66
Figura 20.	Ingreso de reservorio	67
Figura 21.	Validación de datos de reservorio proyectado.....	67
Figura 22.	Configuración de nodos.....	68
Figura 23.	Identificación de nodos con presión superior al permitido.....	69
Figura 24.	Ingreso de cámara rompe presión	69
Figura 25.	Ingreso de la segunda cámara rompe presión	70
Figura 26.	Identificación de tuberías primarias y secundaria	71
Figura 27.	Plano de línea de impulsión.....	100

Figura 28.	Plano general del sistema de agua potable tubería PVC	101
Figura 29.	Plano general del sistema de agua potable tubería HDPE.....	102

RESUMEN

La presente tesis como objetivo realizar un análisis comparativo y determinar la mejor alternativa para el diseño de la red de agua potable en la asociación de Vivienda El Mirador de Carapongo, donde tenemos dos opciones para el proyecto que es la tubería HDPE y PVC, la zona de estudio está ubicado en el distrito de Lurigancho-Chosica, la cual carece del servicio de agua potable, por tanto para realizar el diseño de la red se requiere realizar el análisis comparativo a nivel hidráulico, técnico y económico.

El método de investigación es científico, tipo de investigación aplicada, de alcance descriptivo, de diseño no experimental, de corte transversal, la población son lotes que se encuentran dentro de la zona de estudio.

El resultado al realizar el modelamiento de la red de agua potable con el software Watercad con ambas tuberías por separado que a través de los reportes se concretó que fue de vital importancia contar con la información de la zona de estudio; por otro lado, en el rendimiento hidráulico existe diferencia mínima, y por último que, de acuerdo al análisis de precios unitarios, y vida útil de ambas tuberías, el PVC es viable para el desarrollo del proyecto.

Se concluye que al realizar la comparación de la tubería HDPE y PVC, este último es óptimo para la ejecución del proyecto por presentar las mismas cualidades y tener un menor costo.

ABSTRACT

The objective of this thesis is to carry out a comparative analysis and determine the best alternative for the design of the drinking water network in the El Mirador de Carapongo Housing Association, where we have two options for the project, which is the HDPE and PVC pipe, the area The study is located in the district of Lurigancho-Chosica, which lacks drinking water service, therefore, in order to design the network, a comparative analysis is required at the hydraulic, technical and economic level.

The research method is scientific, type of applied research, descriptive in scope, non-experimental design, cross-sectional, the population consists of lots that are within the study area.

The result when modeling the drinking water network with the Watercad software with both pipes separately, that through the reports it was specified that it was of vital importance to have the information from the study area; on the other hand, there is a minimal difference in hydraulic performance, and finally, according to the analysis of unit prices, and the useful life of both pipes, PVC is viable for the development of the project.

It is concluded that when comparing the HDPE and PVC pipe, the latter is optimal for the execution of the project because it has the same qualities and has a lower cost

I. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se presenta la realidad problemática a nivel internacional, nacional y local respaldándose de diferentes autores, nacionales como extranjeros; citando el lugar y lo valioso que es contar con un proyecto de agua potable con el tipo de tubería idóneo, tanto técnica y económica. Además, se menciona la justificación, problema general, problemas específicos, inclusive objetivos generales y específicos.

Gozar de un servicio de agua y alcantarillado, según UNICEF (2000) son elementos importantes para el inicio del desarrollo humano, al mismo tiempo son reconocidos como condición de derecho humanos. El escaso porcentaje de agua dulce que existe actualmente en el mundo según diferentes organismos, junto a su calidad y la red de saneamiento inadecuado afectan en la condición de vida (alimentación, fuente de trabajo y educación), más aún en las familias pobres del mundo.

Martínez (2015) que, para brindar un buen servicio de agua potable, este recurso debe tener la suficiente presión y caudal determinado. Así mismo, el sistema en deterioro presenta síntomas de rotura, estas se producen por diferentes maneras como exceso de presión, antigüedad de las instalaciones, así como exceso de carga que puede soportar una tubería.

En el Perú según el INEI (2018) el 78.3% de población tienen la prestación de agua potable, tanto dentro del hogar, externamente pero dentro del condominio o desde una pila compartida (ver gráfico e imagen n° 01). Lo que indica que hay un gran porcentaje de la población que aún falta abastecerse de estos servicios básicos. Un hogar que cuente con la prestación de agua potable reducirá las enfermedades, generará desarrollo físico, económico y social para desempeñar las diferentes actividades diarias del hogar.

Para Gabriel (2018) menciona que, con referencia a los tipos de tuberías a utilizar en las instalaciones de agua potable, no influye solo la parte técnica, sino también el lado económico, esta última hace que se incline la elección a la hora de elegir el material a emplear. El uso de la tubería HDPE frente al de PVC hace que se obtenga una mayor trabajabilidad y mejora de la dotación del agua potable.

Así mismo según Oxfam Perú (2015) para Lima, existe un millón y medio de limeños que no disfrutan del servicio de agua potable y alcantarillado. Hay una clara diferencia entre la zona urbana y periurbana, donde existen asentamientos humanos, pueblos jóvenes que aún no disfrutan de los servicios básicos, a comparación de las zonas

céntricas. Ellos se abastecen a través de cisternas que ponen en duda su calidad para el consumo humano.

Bajo esta perspectiva, la presente investigación tiene la finalidad de realizar un análisis comparativo del diseño hidráulico de la red de agua potable empleando tubería Hdpe y Pvc, por tanto, apoya en identificar al tipo de tubería a utilizar de acuerdo a las condiciones técnicas, económicas y ambiental que se presenta en la zona de estudio, enfocando a las zonas periurbanas de lima, en este caso en el distrito de Lurigancho-Chosica, la población de la Asociación de Vivienda Mirador de Carapongo, que presenta falta de red de agua potable. En consecuencia, esta investigación procura ser el punto de partida para que dicha población pueda incrementar la calidad de vida que aún no gozan.

La justificación teórica se enfoca ser el principio de futuros proyectos de investigación, concediendo información general y permitir discernir las diferencias que cuenta la tubería HDPE y PVC para la instalación de la red de agua potable de acuerdo a las normas del reglamento nacional de edificaciones y reglamento de elaboración de proyectos de Sedapal para la población de la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, ubicado en el distrito de Lurigancho. Para ello se utilizaron teorías relacionadas a la tubería HDPE y PVC, ya que nos permitirá desarrollar el proyecto de manera segura y confiable. Tal como nos mencionan Arias (2017) que al realizar una comparación actual de las tuberías se percibe que la instalación de tubería pvc poseen en similitud la vida útil, pero se diferencian en las uniones y la flexibilidad que cuenta la tubería HDPE.

Esta investigación tiene como propósito de comparar los dos tipos de tuberías que son utilizadas para la instalación de la red de agua potable, y optar por la mejor opción para el desarrollo del proyecto y así evitar costos en reparación, pérdida de del recurso hídrico y reducir los problemas de rotura de tubería tal como indica Fernández (2019) se analiza bajo los criterios del reglamento para la elaboración de proyectos SEDAPAL cuál de las dos tuberías es la más favorable considerando su diseño hidráulico, trabajabilidad, vida útil y costo. Asimismo, Infante et al. (2020) indica que la investigación busca comparar el sistema de tubería PVC y el sistema de tubería de polipropileno o PPR; este último recientemente ingresado a la industria de la construcción en el Perú, que presenta diferentes ventajas a corto y largo plazo.

En base a la realidad problemática mostrada se planteó el problema general y los problemas específicos del proyecto de investigación. Donde el problema general de este proyecto de investigación fue ¿Cuál es el resultado técnico y económico del análisis comparativo del diseño hidráulico del sistema de agua potable empleando tubería HDPE y PVC, En la Asociación de Vivienda mirador de Carapongo, Lurigancho-Chosica 2020??

Mencionando también como problemas específicos de la investigación los siguientes:

PE1: ¿Es importante contar con la información básica de la zona de estudio para el diseño hidráulico del sistema de agua potable empleando tubería HDPE y PVC en la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho 2020?

PE2: ¿Es beneficioso realizar un diseño hidráulico empleando tubería HDPE y PVC en la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho 2020?

PE3: ¿Cuál es la diferencia técnica y económica del diseño hidráulico del sistema de agua potable empleando tubería HDPE y PVC en la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho 20200?

El objetivo general es determinar cuál es la tubería óptima para el diseño hidráulico del sistema de agua potable en la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho-Chosica 2020. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

OE1: Determinar la información básica para el diseño hidráulico del sistema de agua potable empleando tubería HDPE y PVC en la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho 2020.

OE2: Diseñar el sistema de agua potable empleando tubería HDPE y PVC en la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho-Chosica 2020.

OE3: Identificar la diferencia técnica y económica del diseño hidráulico del sistema de agua potable empleando tubería HDPE y PVC en la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho 2020

..

II. MARCO TEÓRICO

Para la presente investigación nos basamos en antecedentes de alcance internacional, nacional y local, como libros, tesis, informes y comentarios de especialistas; la cual nos impulsa a realizar el proyecto.

Caf (2017) en su informe tuvo como objetivo redefinir el concepto rural para que tome más importancia en los nuevos proyectos de agua y saneamiento. Es por ello que nos recomienda para que las familias rurales de América Latina puedan acceder a los servicios de agua y alcantarillado, además de incrementar las inversiones, la presidencia de los diferentes países del continente genere proyectos para el desarrollo insertando conceptos, tecnología y diferentes tipos de gestión que apunten a la sostenibilidad de los servicios prestados.

Los especialistas de la ONU (2019) mencionó en su informe que su objetivo es proporcionar un criterio global del estado y las tendencias generales en el tema correspondiente al agua, incluyendo la situación de los recursos hídricos del mundo, las últimas cifras de la cobertura global de los servicios de abastecimiento de agua, saneamiento e higiene. Además, concluyó que exceder los retos financieros en torno al cumplimiento de los derechos humanos, del agua y saneamiento es posible, identificando el nivel de servicio óptimo, donde pueda ser alcanzable y sostenible para poblaciones en posición de desventaja. Recomienda que contar con buena gestión abastecimiento de agua y alcantarillado ayudará con la reducción de la pobreza, logrando que todos puedan avanzar, hacia el procedimiento del desarrollo sostenible.

Caf (2015) tiene como objetivo analizar los servicios de agua potable y saneamiento en la región latinoamericana. Concluye que para alcanzar los objetivos se requieren inversiones equivalentes al 0.3% del PBI, con el fin de cubrir las inversiones de operación de servicios, factor ambiental y social, y creación de diferentes proyectos de agua y saneamientos. Recomienda aspirar la universalización de servicios de calidad, así como la gestión de los servicios debe vincularse con la gestión de recursos hídricos.

BID & CEPAL (2018) menciona que su objetivo del informe foro mundial de agua 2018 dar a conocer la manera de cómo administran el agua los diferentes

países de América Latina y los desafíos que presentan para su desarrollo. En consecuencia, se ve que los estados de la región han hecho importantes esfuerzos por mejorar los recursos hídricos, servicio de saneamiento y agua potable.

INEI (2017) en su informe Perfil sociodemográfico Perú 2017 tiene como objetivo brindar información sociodemográfica y económica al menor nivel de desagregación geográfica, en el área urbana hasta el nivel de manzana y en el rural hasta el nivel de centro poblado. Se realizó a través de censo nacional en octubre del 2017 de manera experimental, para luego presentarlo en un panorama demográfico social y económico a nivel nacional y departamental. Como resultado, en el censo del 2017 existe un déficit de abastecimiento de red de agua de 9.7% que representa a 744 mil 343 hogares que consumen a través de camión cisterna, río, acequia, manantial y cómo solicitar agua a un vecino.

Pehovaz (2014) tiene el objetivo de desarrollar los servicios básicos, en efecto bajará el índice de enfermedades. La investigación es no experimental porque no realiza modificaciones en sus variables. Como resultado del estudio se concluyó que el estudio cumple con las especificaciones requeridos por la Norma OS. 050 como la presión estática, condición de demanda máxima diaria, velocidad máxima de la red de distribución de agua, diámetro mínimo de las tuberías principales de agua potable. Asimismo, Pehovaz (2014) recomendó que más adelante se coloquen válvulas en las zonas más bajas, la construcción de una PETAR.

Mendoza (2018) en su estudio mencionó como objetivo el diseño de red de agua potable y alcantarillado usando el sistema condominal para lograr mejor condición de vida de la zona de estudio. Asimismo, nos menciona que esta investigación es no experimental, porque no son manipuladas en forma directa las variables. Como resultado de su estudio se concluyó que el proyecto contiene una duración de 20 años, considerando el aumento de la población futura en la etapa mencionada, así mismo menciona que el diseño de red de alcantarillado y distribución de agua producirá impactos positivos mejorando la condición de vivir de los moradores.

Flores (2018) en su investigación propone realizar un diseño del sistema de agua potable y alcantarillado para AA.HH. Los Constructores del Nuevo Chimbote.

Este diseño de investigación lo realiza sin manipular deliberadamente las variables es decir es un diseño no experimental. El autor concluyó que los diámetros de las tuberías de agua y alcantarillado cumplen con la Norma OS. 050 y 070 respectivamente. También da como recomendación al proyectista y supervisor encargados de la ejecución del proyecto que las cañerías sean de material PVC NTP ISO 14-52 clase PN-7.5, de junta flexible, así como también de respetar las especificaciones técnicas y planos, al gerente de SEDACHIMBOTE le solicita desarrollar un plan de control y limpia una vez al año, para evitar las sedimentaciones en el fondo de las cañerías y así ampliar la vida útil del sistema.

Casique & Herrera (2018) en su estudio realizó un diseño del sistema del agua potable para lograr una mejor condición de vida en el distrito de Cuñumbuqui, San Martín. El autor realizó un análisis de una sola medición, tomó como muestra a 240 viviendas de 660 elegidas al azar. Como resultado del estudio se concluyó que, ejecutando un levantamiento topográfico, estudio de suelo y diseño hidráulico adecuado se logrará un correcto diseño. Asimismo, recomendó tomar en cuenta las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano y las distancias totales de las cañerías de red de distribución para el cálculo hidráulico.

Guevara (2018) busco en este estudio como realizar un diseño para que el sistema de agua potable pueda mejorar la situación de vida en la localidad de Huañipo-San Antonio, Picota, San Martín. Tomó una muestra de 314 viviendas, al azar, su análisis es de medición única, su investigación es pre experimental. Como resultado del estudio se concluyó que con los cálculos realizados hidráulicamente el sistema de agua potable muestra una opción práctica y eficaz. Para la captación que abastecerá de manera directa en los trabajos de regularización, debe comprobarse que cuenta con el máximo caudal diario para el periodo de diseño. Asimismo, Guevara (2018) recomendó que, al realizar adecuados diseños del sistema de agua potable, se debe contar con los instrumentos que se utilizan para realizar la topografía en el estudio de suelo y cálculo hidráulico.

Alayo & Safora (2017) estudiaron cómo ejecutar una propuesta para diseñar una obra de alcantarilla y/o unidades básicas de saneamiento en la localidad de

Carhuacocha. En el presente estudio los autores describen y miden la variable identificada recolectando los antecedentes para especificar y observar su comportamiento en simultáneo, determinando así una comunidad futura de 659 personas, en un tiempo de diseño a 20 años, la población base actual es 472 moradores. Como resultado del estudio se recomienda utilizar el reglamento de diseños y utilizar los criterios adecuados para la obra de alcantarillado para la población total estudiada. Asimismo, recomiendan utilizar programas adecuados que permitan optimizar el tiempo para un cálculo y diseño exacto, pero debe estimarse siempre incorporar la información de las normas técnicas peruanas.

Infante et al (2020) en su tesis de investigación tiene como finalidad evaluar el desempeño de la tubería de polipropileno para el sistema de red de agua potable de un proyecto de construcción. esta investigación no es experimental ya que no modifica sus variables. Como resultados se da que existe similitud y diferencia entre la tubería de polipropileno (PPR) y pvc con respecto a los diferentes usos más comunes que se le da en el país. Como conclusión se obtiene que la tubería de PVC es de usos común para la instalación sanitaria de las edificaciones, así como la tubería PPR es la mejor opción para un proyecto de agua potable a gran magnitud.

Ramírez (2015) en su tesis de grado para obtener el título de ingeniería civil tiene como finalidad sustentar el uso de la tubería de polietileno de alta densidad para proyectos de instalación o rehabilitación de redes de agua potable. Esta investigación es no experimental. Como resultado se obtuvo que la tubería de polietileno tuvo una mayor resistencia que la de PVC. Como conclusión, de acuerdo a las diferentes pruebas realizadas, la tubería de polipropileno de alta densidad es la mejor opción para considerar.

Fernandez (2019) tiene como fin determinar mediante un análisis comparativo económico, tiempo y calidad de la tubería HDPE Y PVC para la instalación sanitaria. la investigación es de aplicativa, enfoque cuantitativo, de corte transversal. Cuenta como resultado que para la instalación con tubería PVC es necesario más recursos materiales que la tubería HDPE, ya que en la primera tubería ya mencionada se une mediante unión flexible (anillos de jebes), que ante un golpe la presión puede desprender la unión y provocar fuga. Por tanto, es

necesario colocar dados de anclaje de resistencia f^c 175 kg/cm². Sin embargo, la tubería HDPE no es necesario colocar dado de anclaje ya que tanto la tubería como sus accesorios se unen por fusión y pueden soportar la presión que exige Sedapal. Como conclusión, las tuberías PVC son más baratas que la HDPE, sin embargo, en el tiempo de ejecución la segunda tubería en mención logra reducir su tiempo de instalación, así como justificar su coste por las cualidades que tienes sobre el PVC.

Gabriel (2018) tiene como propósito evaluar el análisis de costo beneficio utilizando tubería de polietileno frente a policloruro de vinilo para la línea de conducción de agua potable. La investigación es aplicada no experimental, porque la variable no se modifica, de nivel descriptivo correlacional, ya que esta investigación busca describir el problema para luego analizar el costo beneficio comparando tubería HDPE Y PVC. tiene como resultado que la tubería HDPE que está enterrada a 0.50 m, no requiere de cama de apoyo, sin embargo la tubería PVC que está a 0.80 m. debajo del nivel de terreno requiere de una cama de apoyo de 0.10 m. Otra de las conclusiones es la vida útil del material, por un lado, el HDPE dura 50 años, mientras que el PVC 20 años; así como el tiempo de instalación que se necesita y su costo. Por lo cual se concluye la utilización de la tubería HDPE por presentar un menor costo, tiempo durante su instalación y superior vida útil.

Marceliano y Jamanca (2019) en su tesis para obtener su título de ingeniería civil tiene como fin evaluar la presión admisible del agua en uniones de tubería PVC-PAVCO aplicando pegamentos comerciales. Esta investigación es experimental, de enfoque cuantitativo porque pretende evaluar las presiones, de corte transversal. Obtiene como resultado que las cuatro pastas utilizadas para las uniones lograron soportar la capacidad que indica sus especificaciones, como en este caso fue de un peso de 500 psi. Así mismo como conclusión indica que se evaluó la presión admisible de agua a las uniones de tubería PVC - PAVCO con la aplicación de pegamento comercial (Oatey, Durman, Matusita y Foset) Yungay, Ancash-2018; donde no se presentó fugas, goteo ni desprendimiento del pegamento en un fraguado de 60 min/E.

Zevallos y Lopez (2018) este estudio busca un diseño para el abastecimiento de agua con tuberías PVC-O, en el sector de Minas del Pedregal Huarochirí, 2018. En esta investigación el autor no realiza una manipulación deliberada de las variables, por lo consiguiente es una investigación no experimental. Asimismo, se concluyó que para el abastecimiento de agua con tuberías PVC-O, es necesario conocer la topografía del terreno, conocer los datos necesarios para el modelamiento hidráulico y el espesor interno de las tuberías y así poder evaluar los cambios dentro del sistema.

Rodríguez (2017) estudió cómo ejecutar una proposición para las obras de saneamientos básicos del Caserío Guayabas del Distrito de Parcoy, la Libertad. El autor tomó como muestra a los 205 moradores del caserío, esta investigación no es empírica, sólo descriptiva. Como resultado se concluyó que el proyecto de unidad básica para sanear con un biodigestor, actualmente contará con 2 líneas de red de desagüe: una cañería de PVC 4" para el retrete que une al biodigestor y la otra cañería de PVC 2" para las aguas domesticas que se acoplara a la salida del biodigestor. Asimismo, recomendó para la obra y realización que propone, este debe estar especificado en los planos, ya que fueron diseñadas especialmente para esta investigación y para el caserío de Guayabas.

Prosiguiendo, se da a conocer el alcance de la variable independiente, dependiente, así como sus respectivas dimensiones e indicadores, para ello nos basamos a diferentes fuentes de información relevantes, como tesis, libros, informes, manual, guías, y reglamento de las entidades que tienen relación son rubro de suministro de agua y alcantarillado.

La evaluación de diseño hidráulico del sistema de agua potable empleando tubería HDPE Y PVC consiste en comparar el comportamiento hidráulico de ambos tipos de tubería, considerando sus características, así como también teniendo en cuenta los parámetros de la zona de estudio para el inicio del cálculo correspondiente en la zona de estudio. A continuación, se describe el significado de sus indicadores.

En la primera dimensión independiente que tipo de tubería consiste en mencionar las tuberías a utilizar en el diseño hidráulico para su posterior comparación; para así identificar cuál de estos dos productos es idónea para la ejecución del proyecto.

Las tuberías Hdpe, que según Plastiforte (2011) indica que es una tubería polietileno alta densidad, y está dirigido para el sector minero, industrial y obra, brindando alta resistencia al golpe, de larga duración, económico para su instalación y mantenimiento. Así mismo menciona que para una mejor respuesta de la tubería Hdpe se utiliza materia prima de alta calidad; donde las tuberías fabricadas con estas características son resistentes, durable, alta resistencia a la tracción y lista para transportar todo tipo de material, como químicos corrosivos, ácidos y sales; transportar materiales agresivos que generan la minería, así como para diferentes obras hidráulicas.

Para el Foro iberico PVC (2019) La tubería de PVC (Policloruro de de vinilo) conocido como PVC rígido, es un material cuya estructura no contiene plastificante. Esta tubería es idónea para la conducción de agua.

Las características como segunda dimensión independiente consisten en identificar cuál es su rugosidad y carga de trabajo que presenta la tubería HDPE y PVC en el diseño hidráulico del sistema de agua potable.

La rugosidad de las tuberías es en función del material la cual son construidos, su acabado y su vida útil. El recorrido del agua potable por la tubería se ve afectada la velocidad con la que va, este producto de la fuerza que ejerce las paredes de la tubería sobre el fluido; su valor es determinado en laboratorio como en campo.

En la primera dimensión dependiente está los parámetros básicos para el diseño, donde están toda información necesaria para iniciar el diseño hidráulico del sistema de agua potable. En seguida se describirá la definición de sus indicadores.

El levantamiento topográfico se realiza con la finalidad de determinar la conformación del terreno y posición que cuenta la zona de estudio sobre la tierra, así mismo para el levantamiento se necesitan datos de la zona para elaboración de los diferentes planos. Según los especialistas de Sedapal (2010) los levantamientos topográficos deben ser referenciado a coordenadas proyectadas UTM, basados en BM oficiales de IGN, SEDAPAL en escala, con equidistancias de la curva de nivel adecuada a su fin, ubicaciones de reservorio, cisternas u otras estructuras a cada 0.50 m, así como toda información superficial encontrada.

Así mismo la entidad menciona que el estudio de suelos se realiza a través de calicatas según NTP 339.162 (ASTM D 420) debe contar con descripción y objetivo, ubicación de la zona de estudio, características del proyecto, investigaciones realizadas,

perfiles estratigráficos y en describir la conformación del subsuelo de las áreas que se estudiará.

Por otro lado, la fuente de abastecimiento de agua aquel punto donde se capta este recurso, se aparta de su cauce para su tratamiento y dar uso de ello. Por lo general suelen ser permanentes y suficientes, cuando éstas no cubren se fusionan con otras fuentes de abastecimiento para cubrir la demanda; estas pueden ser captadas de forma superficial (río, lagunas y mar) y subterránea (manantial y pozo). Asimismo, SEDAPAL (2017) menciona que la principal fuente de agua superficial es la del río rímac; este río presenta un cauce irregular, ya que en temporada de lluvia en la sierra central posee un caudal alto, pero en tiempo de estiaje es insuficiente para abastecer a la población. Por lo tanto es necesario de la ingeniería civil para construir grandes almacenes de agua (represas) para épocas de sequía.

Es necesario almacenar el agua potable para poder cubrir y mantener cubierta la demanda del recurso para la población en estudio, como reservorio elevado, apoyado o subterráneo. SEDAPAL (2017) indica que para garantizar el abastecimiento ininterrumpido hacia lima metropolitana, se han desarrollado diferentes obras en el sierra central, contando hasta la fecha con 3 grandes represas y un sistema de 19 lagunas controladas para el almacenamiento de agua, estas se encuentran en la parte alta del río Rímac con una capacidad de almacenamiento de 331 millones de m³; habiendo usado en el 2017 325 millones de m³, logrando así, que en épocas de estiaje regular el caudal del río Rímac para así garantizar la continuidad del servicio.

La calidad del agua para la OMS (2013) se puede controlar mediante una combinación de medidas como la protección de la fuente del abastecimiento, eficiente control del tratamiento, gestión de distribución y uso adecuado del agua, esto con el fin de evitar diferentes enfermedades a base de una mala calidad de agua.

Seguidamente menciona que la dotación promedio diaria anual se fija a base de estudios que estén justificados técnicamente. De no haber estudio y/o no justifique su ejecución, se considerarán dotaciones de acuerdo a la tabla N°01 (ver tabla N° 01) del reglamento elaboración de proyectos. Por otra parte, señala que los coeficientes de consumo vinculados al promedio diario anual serán según la tabla N°02 (ver tabla N° 02) del Reglamento de Elaboración de Proyectos Sedapal.

Los especialistas de Sedapal (2005) nos mencionan que la población se debe determinar de la siguiente manera, población actual, distribución espacial y densidad

poblacional para el periodo de diseño; para esto se deben basar en el organismo encargado de los censos debidamente organizados donde se encuentre la zona de estudio, esos mismos que se encargan de formular el índice de crecimiento por distrito. Una vez determinada la densidad poblacional de saturación, esta no deberá ser menor de 6 hab./lote. de no encontrar indicadores para proyección para el periodo de diseño, se considerará 6 hab./lote.

Para la variación de consumo la RNE.OS (2006) indica que son referidos en base al promedio diario anual de la demanda, esta se puede fijar de acuerdo al análisis de la información estadísticas corroborada o de lo contrario se considerará coeficiente de variación diaria (k_1) igual a 1.30 y el coeficiente de variación horaria (k_2) igual a 1.80 a 2.50

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2017) el reservorio en el sistema de agua potable, es la estructura destinada para el almacenamiento y posterior distribución del agua sin interrupciones en periodos, principalmente en el de mayor consumo.

En la segunda dimensión dependiente se encuentra el diseño hidráulico del sistema del agua potable, donde se desarrollará el diseño de la red de agua potable considerando la tubería HDPE y PVC para su posterior comparación y elección de uno de ellos como la mejor opción para el proyecto. A continuación, se describe el significado de sus indicadores.

El cálculo de caudal de diseño de agua potable para SEDAPAL (2005) indica que estos se determinan para el inicio y fin del proyecto, que son el caudal máximo horario actual (Q_{mha}) y el caudal máximo horario futuro (Q_{mhf}).

En cuanto a la presión del agua el MEF (2004) indica que debe ser suficiente para que el agua pueda llegar a todas las viviendas más alejadas del proyecto, la presión máxima debe ser aquella que no cause daños a la instalación de la red de agua potable.

Para SEDAPAL (2004) las presiones mínimas y máximas de la red de agua potable, se calcula de acuerdo al tipo de habilitación, al sector que pertenece y/o en base a otros criterios que pueda considerar SEDAPAL. Por tanto, es común que ningún caso sea menor a 15 m. ni mayor a 50 m. de columna de agua.

Asimismo, SEDAPAL (2004) menciona que los diámetros mínimos y máximo a utilizar en el sistema condominial de agua potable y alcantarillado nos regimos al

“Reglamento de elaboración de proyectos de Agua potable y Alcantarillado para habilitaciones Urbanas de Lima metropolitana y Callao.”; donde se mencionan cuáles son los diámetros a utilizar según sea el caso. Los que los diámetros mínimos para la distribución de agua son de 75 mm (3”) para las habilitaciones citadas en el art. 4.2.1 y de 150 mm (6”) para zonas industriales.

Como tercera dimensión dependiente tenemos a la evaluación técnica, económica y ambiental que provoca este proyecto. Por consiguiente, se definen los indicadores de la dimensión ya mencionada.

La eficiencia que tienen las tuberías HDPE Y PVC es que ambas cumplen con el rol de distribuir agua a los diferentes lotes, sin embargo, una de ellas es la que presenta como mejor opción para el desarrollo del proyecto. La eficiencia para el Diario Gestión (2020) se define como la relación de los recursos utilizados y los resultados obtenidos por ellos. Se da cuando se utiliza menos recurso (menor costo en algunos casos) para cumplir el objetivo.

La vida útil se refiere al periodo de duración que tiene un determinado objeto, tal como menciona Nicoll SA (2006) que los tubos de PVC tienen una duración de 50 años, por otro lado, Plastiforte (2011) menciona que la tubería HDPE tiene una vida útil superior a los 50 años.

El análisis de costos es identificar los recursos necesarios para ejecutar una labor o proyecto; determinando la cantidad y calidad de los recursos utilizados. Tal como nos menciona Duarte y Martínez (2011) que el análisis de costos en la construcción es muy indispensable, ya que varía el presupuesto de la obra de acuerdo a cada partida analizada.

III. MÉTODO

3.1. Tipo y Diseño De Investigación

El proyecto de investigación presentada es aplicado porque estudia teorías que permiten explicar la realidad a través del uso de instrumentos, con un alcance descriptivo, según Hernández (2014) define que la investigación aplicada busca resolver problemas. Asimismo, nos indica que el estudio descriptivo busca identificar su propiedad, característica y perfil de personas, grupos, población, etapas, objetos o algún otro fenómeno que sea sujeto de estudio.

El proyecto de investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que se recoge y se analiza información sobre las variables presentadas en el proyecto. Hernández (2014) nos mencionó que el enfoque cuantitativo recolecta la información para certificar la hipótesis, con medición numérica y análisis estadístico.

El diseño es no experimental, no se hace modificación alguna a las variables, en efecto se trata de observar el objeto en estudio en su estado natural, para posteriormente analizarlo. Por otro lado, es de corte transversal ya que se recogen datos en un solo momento. Hernández (2014) señala que la investigación no experimental se estudia sin manipular adrede las variables. Eso quiere decir que tiene la finalidad de no realizar variaciones de forma intencional en la variable independiente para examinar el efecto sobre las demás variables. Al mismo tiempo indica que el diseño de investigación transversal o transeccional recoge datos en un determinado momento, y en tiempo único.

3.2. Variables y Operacionalización

Se construye a fin de realizar mediciones a las variables, para lograr identificar los componentes que se encuentran en cada una de ellas, como la elaboración las dimensiones e indicadores de cada uno.

La variable independiente Tubería HDPE y PVC

Las tuberías Hdpe, que según Plastiforte (2011) indica que es una tubería polietileno alta densidad, y está dirigido para el sector minero, industrial y obra, brindando alta resistencia al golpe, de larga duración, económico para su instalación y mantenimiento. Así mismo menciona que para una mejor respuesta de la tubería Hdpe se utiliza materia prima de alta calidad; donde las tuberías fabricadas con estas aracterísticas son resistentes, durable, alta resistencia a la tracción y lista para

transportar todo tipo de material, como químicos corrosivos, ácidos y sales; transportar materiales agresivos que generan la minería, así como para diferentes obras hidráulicas.

Para el Foro iberico PVC (2019) La tubería de PVC (Policloruro de de vinilo) conocido como PVC rígido, es un material cuya estructura no contiene plastificante. Esta tubería es idónea para la conducción de agua.

La variable dependiente: Sistema de agua potable

El sistema de agua potable según SEDAPAL (2004) es aquel sistema de estructuras, equipos e instalaciones que tiene como finalidad conducir el agua potable desde la fuente de abastecimiento hasta el punto de uso final con la adecuada cantidad, presión y calidad del recurso hídrico.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Este proyecto de investigación usa como población a los moradores de la asociación de vivienda el mirador de Carapongo en el distrito de Lurigancho-Chosica, donde hay 266 viviendas, en la cual habitan entre adultos, jóvenes y niños. Por ello Hernández (2014) indica que la población es la totalidad de un fenómeno de estudio cuantificado.

Muestra

Es un subconjunto, parte del universo o población donde se lleva a cabo la investigación, Hernández (2014) nos dice que la Muestra (es un subgrupo de la población o universo) utilizada por economía de tiempo y recursos, en nuestro proyecto, la muestra será toda nuestra población, en este caso los lotes pertenecientes a la zona de estudio.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

En este proyecto de investigación se ha usado diferentes técnicas e instrumentos para la recolección de datos en la zona de estudio, donde Rodríguez (2008) nos dice que las técnicas, es el medio empleado para recopilar los datos, en las más destacadas tenemos la ficha de observación, los cuestionarios, las entrevistas y las encuestas.

Técnicas

Las técnicas a utilizar en este proyecto de investigación son la observación y encuesta, en este último será en el caso de levantarse el estado de emergencia sanitaria e inmovilización social que atraviesa nuestro país.

Instrumentos

Los instrumentos de recolección de la información empleada son la matriz de observación y encuesta según sea la situación mencionada anteriormente. Sánchez y Reyes (2014) define a la matriz como tabla o cuadro de doble entrada en donde se presenta de manera lógica, la conexión del problema, el constructo teórico, la hipótesis, las variables, los indicadores y la escala de medición que se adoptará para cada indicador.

Fuentes:

Las diferentes referencias la cual encaminó el proyecto de investigación fueron las siguientes:

- Reglamento Nacional de edificaciones.
- Reglamento de Elaboración de proyecto de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas lima y callao (SEDAPAL)
- Libros, manual, artículos e informes
- Tesis.

Informantes

Se tendrá el apoyo de un asesor especializado según la línea de investigación, también se obtendrá información por parte de los dirigentes de la localidad y de la municipalidad del distrito.

La validez del instrumento en mención se hará mediante el juicio de expertos, la cual evaluará el proceso de avance de la obtención de la información básica del proyecto, con ello permitirá la fiabilidad a la investigación. Asimismo, Hernández 2013 nos menciona que la fiabilidad de un instrumento de medición se refiere que si aplicas una y otra vez un instrumento a un individuo u objeto arrojará resultados iguales o similares.

3.5. Procedimientos

Para el inicio del proyecto es vital importancia contar con los datos básicos de la zona de estudio, aplicando la técnica de observación y medición. Dentro de los parámetros básicos de diseño tenemos el levantamiento topográfico, así como su estudio de suelo, analizar el lugar e identificar el reservorio o pozo existente más cercano para el abastecimiento, de acuerdo a las curvas de nivel identificar el lugar idóneo para la proyección del reservorio. Seguidamente se cuantifica la población futura para el periodo de diseño y así definir la dotación que se considerara, refiriéndose al promedio diario anual de demanda teniendo en cuenta los coeficientes de variación de consumo, ya sea por información dada o considerando los coeficientes establecidos (máximo anual de la demanda diaria y máximo anual de la demanda horaria) según la norma OS.100.

Ya obtenida la información requerida, se da inicio al diseño de la red de agua potable empleando tubería HDPE Y PVC con el software Watercad, teniendo en consideración el reglamento nacional de edificaciones (RNE) y el reglamento de elaboración de proyectos condominales de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas y periurbanas de Lima y Callao (SEDAPAL), para así posteriormente realizar un análisis comparativo hidráulico, técnico, económico y ambiental.

Seguidamente en el aspecto técnico, se analizará sus diferentes características que contienen cada una de las tuberías, como su vida útil del elemento. El lado económico, se apreciará el costo de las tuberías y rendimiento en la instalación, realizando un análisis de precios unitarios.

Por último, una vez realizado el diseño de la red de agua potable con la tubería HDPE y PVC, de acuerdo a los parámetros ya establecidos se analizó, diferenció e identifico cuál de los dos materiales en mención es óptima para el desarrollo del proyecto

3.6. Método De Análisis De Datos

Los datos de este proyecto de investigación se llevarán a cabo a través de recolección de datos, se utilizará el programa Excel, la cual nos va permitir el desarrollo de nuestra base de datos para ser presentados a través diagramas, cuadros estadísticos. Asimismo, se utilizará software watercad para el modelamiento de la red de agua potable respetando las normativas del RNE, requisitos del ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, asimismo del reglamento de elaboración de proyecto de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas de lima y callao (Sedapal)

3.7. Aspectos Éticos

Uno de los aspectos éticos fundamentales es que todos los autores utilizados estén referenciados respetando sus ideas y conceptos a través de parafraseo y síntesis. Debemos respetar estrictamente los datos identificados y ubicados en el trabajo de campo. Asimismo, los resultados que se presentan en la investigación son válidos y certeros procesados en el Turnitin y software. Por lo mismo el Colegio de Ingenieros del Perú (2018) menciona que el código de ética define los criterios y conceptos que se deben tomar como guía para la conducta profesional de un ingeniero elevando los fines profesionales que ejercen. Como un instrumento de autorregulación, donde norma el actuar profesional y particular del ingeniero, logrando que esta función sea realizada dentro del campo de valores y principios que el CIP respalda.

IV. RESULTADO

Para el análisis comparativo hidráulico, eficiencia y costo de la instalación de la red de agua potable en la Asociación de vivienda el mirador de Carapongo, se ha considerado el procedimiento señalado anteriormente que esta tesis tiene y los resultados son los siguientes:

Para el objetivo específico 1 se obtuvo como resultado el caudal de diseño, el levantamiento topográfico y la calidad del agua de la zona; información necesaria para el inicio del modelamiento de la red de agua potable para la zona de estudio.

Teniendo como resultado lo siguiente:

CAUDAL DE DISEÑO

Datos

Población actual: 1596 habitantes

Población Futura: 2745 habitantes

Dotación: 150 lt/hab/día

Tabla 1. Cálculo de caudal de diseño

CAUDALES		
	INICIO DE PROYECTO	FIN DE PROYECTO
Promedio diario	$Q_{pa} = \frac{Pa \times D}{864000}$	$Q_{pf} = \frac{Pf \times D}{864000}$
Solución	$Q_{pa} = \frac{1596 \text{ hab} \times 150 \text{ lt/hab/día}}{86400}$ $Q_{pa} = 2.77 \text{ lt/seg}$	$Q_{pf} = \frac{2745 \text{ hab} \times 150 \text{ lt/hab/día}}{86400}$ $Q_{pf} = 4.77 \text{ lt/seg}$
Máximo horario	$Q_{md} = 1.3 \times Q_{pa}$	$Q_{mh} = 2 \times Q_{pf}$
Solución	$Q_{md} = 1.3 \times 2.77 \text{ lt/seg}$ $Q_{md} = 3.601 \text{ l/seg}$	$Q_{mh} = 2 \times 4.77 \text{ lt/seg}$ $Q_{mh} = 9.54 \text{ l/seg}$

Fuente: Elaboración propia

Cuadro:

Pa: Población actual (habitante)

Pf: Población futura (habitante)

D: Dotación (lt/hab/día)

Qpa: Caudal promedio diario actual (l/s)

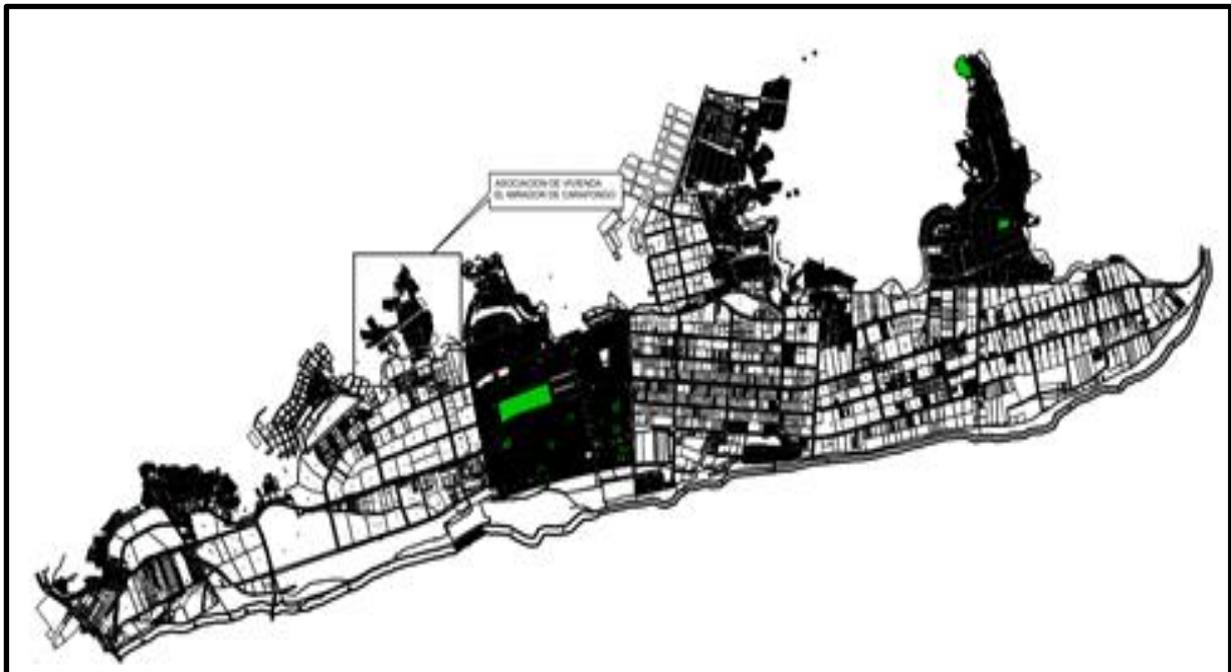
Qpf: Caudal promedio diario futura (l/s)

Qmha: Caudal máximo horario actual (l/s)

Qmhf: Caudal máximo horario futura (l/s)

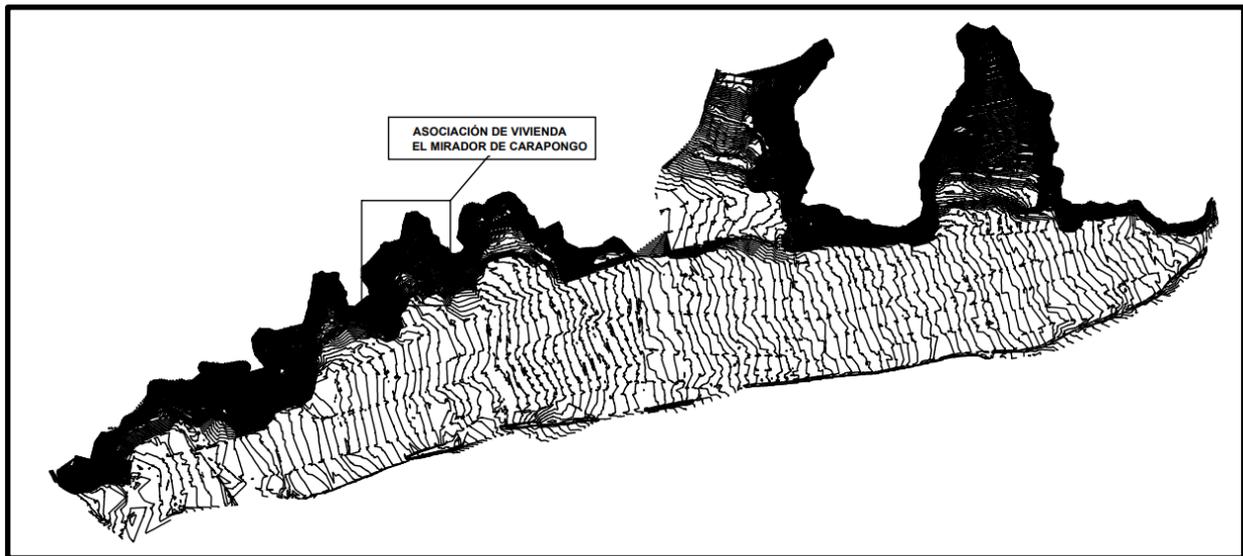
Interpretación de resultados: Para llegar a identificar el caudal de diseño se necesitó una serie de información de la población, tal como la cantidad de lotes beneficiarios, así como identificar la tasa de crecimiento anual de la población, identificar el nivel socioeconómico que pertenece. Entonces para el diseño hidráulico de la red de agua potable, estos datos obtenidos son muy importantes.

Figura 1. Mapa de Carapongo



Fuente: Elaboracion Propia

Figura 2. Mapa de curvas de nivel sector de Carapongo



Fuente: Elaboración propia

Interpretación de resultados: El levantamiento topográfico es muy importante para el modelamiento, ya que con ello se logra saber las curvas de nivel y distribución de lotes de la zona de estudio para colocación del reservorio, las cámaras rompe presión y cotas de cada nodo. Siendo una pieza muy valiosa para el diseño.

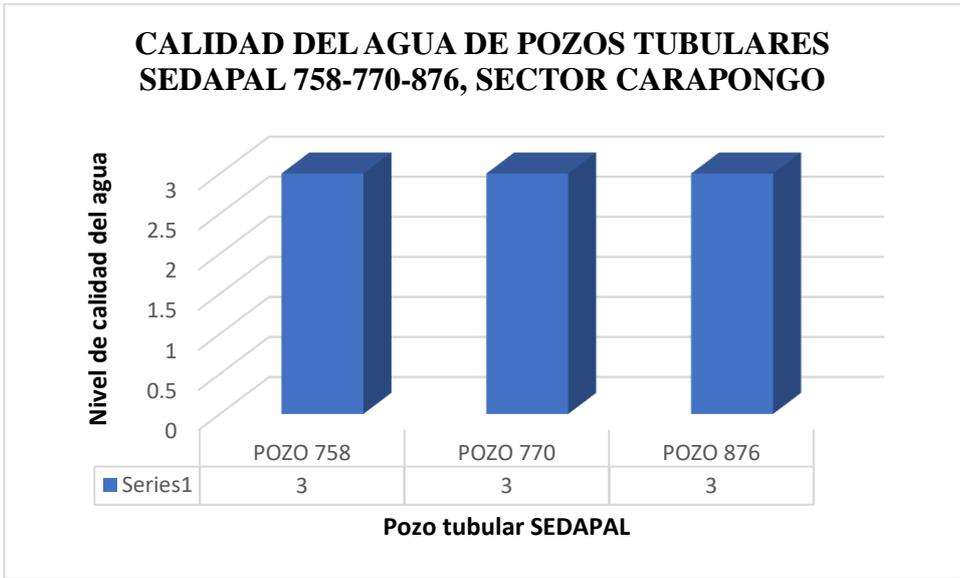
Tabla 2. Resultado de análisis de calidad de agua en los pozos tubulares SEDAPAL 758-770-876, sector Carapongo

POZO N°	(Ca)	(Mg)	(Dureza °F)	(Na)	(Cl)	(SO4)	(HCO3)	Ph
758	113.10	11.49	369.30	23.39	26.90	210.60	158.80	7.00
770	109.00	10.60	348.00	22.22	26.90	194.80	151.90	6.70
876	110.00	11.77	361.30	23.10	26.90	202.60	161.40	7.20

Fuente: Elaboración propia

Ca: Calcio
Mg: Magnesio
Na (+k): Sodio
Cl: Cloruro
SO4: Sulfato
HCO3: Bicarbonato
Ph: Ph

Grafico 1. Calidad del agua de pozo tubular SEDAPAL



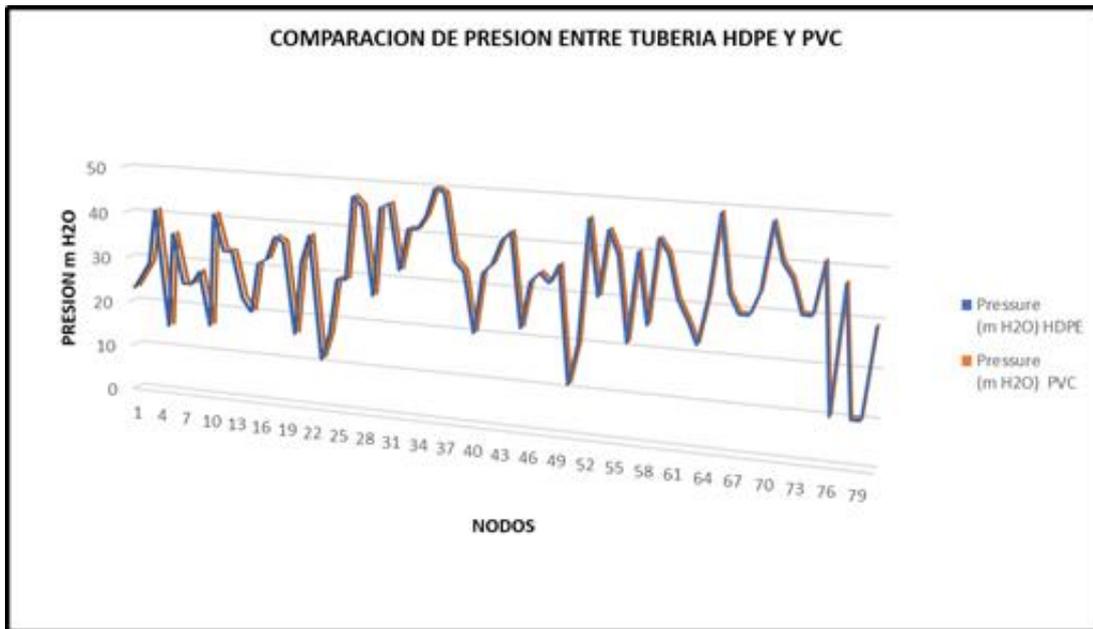
Fuente: Elaboración Propia

- Potabilidad mala: 1
- Potabilidad mediocre: 2
- Potabilidad buena aceptable: 3

Interpretación de resultados: Para dar confiabilidad de la fuente de abastecimiento se realizó la búsqueda de pozo aledaño a la zona de estudio, donde se encontró al pozo N°758 perteneciente a SEDAPAL, la cual se buscó y encontró información sobre ella, un diagrama de logaritmo de potabilidad del agua, donde indica que el agua extraída de aquel pozo es aceptable a buena, apta para el consumo humano, cumpliendo así con la norma del “reglamento de calidad de agua para el consumo humano”.

Para el objetivo específico 2 se obtuvo como resultado la comparación hidráulica (Caudal, presión y velocidad) entre las tuberías HDPE y PVC, este producto del modelamiento del sistema del agua potable empleando cada una de las tuberías mencionadas en las redes secundarias.

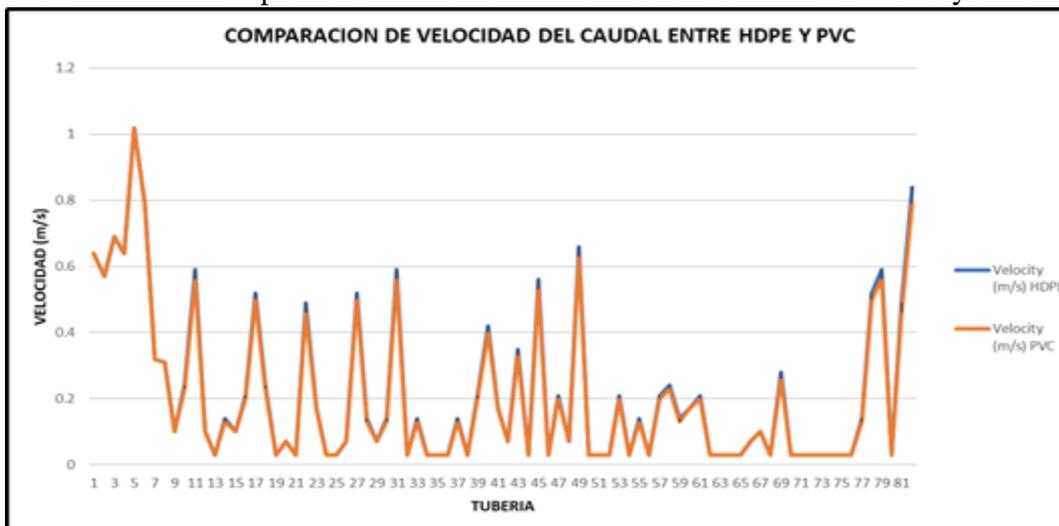
Grafico 2. Comparación de presión entre tubería HDPE y PVC



Fuente: Elaboración Propia

Teniendo como resultado lo siguiente: En la comparación de la presión del agua que pasa en la tubería HDPE y PVC nos dio como resultado que, ambas tuberías poseen la misma presión tal como se muestra en el cuadro mostrado, teniendo en cuenta que la presión mínima y máxima del modelamiento son 10 m H2O y 50 m H2O respectivamente; tal como indica el Reglamento de Elaboración de Proyectos de SEDAPAL. En mención con la hipótesis planteada en la tesis se aclara que ambas tuberías en mención tienen el mismo comportamiento hidráulico.

Grafico 3. Comparacion de velocidad del caudal entre tuberia HDPE y PVC

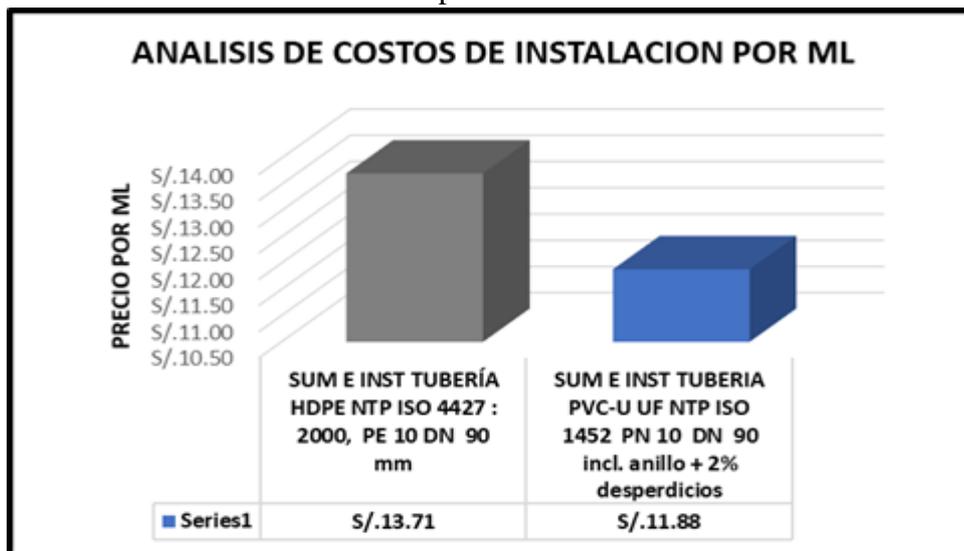


Fuente: Elaboración Propia

Teniendo como resultado lo siguiente: Se obtuvo el análisis comparativo de la velocidad del caudal que pasa por la tubería de la red de agua potable, tanto HDPE y PVC, donde al igual que la presión, ambas tuberías presentan similitud en velocidad. Es así que, de acuerdo a la hipótesis planteada, se identificó que la tubería HDPE no tiene un mejor comportamiento hidráulico que el PVC, sino ambas presentan similar resultado.

Por último, para el objetivo específico 3 se realizó el análisis comparativo del suministro e instalación de la tubería HDPE y PVC, y rendimientos de las mismas. Realizando un análisis de costos unitarios con los diferentes costes actualizados. Siendo estos resultados de mucha utilidad para poder apreciar cuál de las tuberías tiene mejor viabilidad para el proyecto de investigación. A continuación, presentaremos los resultados de los puntos ya mencionados.

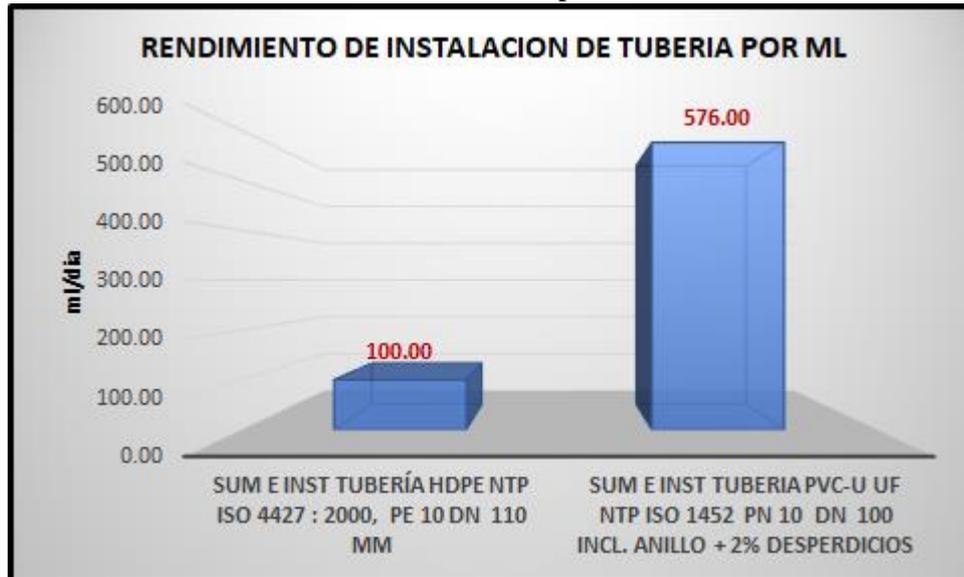
Grafico 4. Análisis de costo instalación por ml



Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta el resultado del análisis de precios unitarios de suministro e instalación entre la tubería HDPE y PVC; se determinó que la tubería HDPE tiene un costo superior que el PVC. Por lo tanto, este resultado no tiene relación con la hipótesis planteada por el momento, ya que indicaba lo contrario. Sin embargo, dentro de este objetivo presentado también se considera el rendimiento, así como su vida útil para determinar su viabilidad.

Grafico 5. Rendimiento de instalación de tubería por ml



Fuente: Elaboración Propia

En cuanto al rendimiento, se determinó que la instalación de la tubería PVC para la red de agua potable tiene mayor rendimiento que la tubería HDPE. En consiguiente el resultado indica que la hipótesis planteada es errónea, ya que la tubería PVC presenta una mayor trabajabilidad en cuanto al HDPE, por lo tanto, es mejor viable para el proyecto.

V. DISCUSIÓN

Al término de esta tesis, se determinó que para el diseño hidráulico del sistema de agua potable en la zona “El mirador de Carapongo-Lurigancho Chosica” es mucho más beneficioso la tubería PVC, ya que presenta un costo menor que al HDPE en suministrar e instalar. Sin embargo, mencionar que en las características hidráulicas y tiempo de vida útil para el periodo de diseño de ambas tuberías cuentan con 50 años. En consecuencia, no se acepta la hipótesis planteada “La tubería HDPE es óptima para el diseño hidráulico del sistema de agua potable en la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho-Chosica 2020”. Este resultado contradice a lo que menciona la tesis “Trazado y diseño de tuberías de polipropileno como reemplazo de la tubería PVC” de los bachilleres Infante Karla, Torres Carlos & Eat 2020 de la Pontificia Universidad Católica del Perú-Lima; en lo que expresa que las tuberías de PVC pueden ser útil para conexiones domiciliarias, mientras que el Polipropileno para desarrollo de grandes obras. Sin embargo, en la presente tesis se demostró que la tubería PVC cuenta con los mismos resultados hidráulicos, mayor rendimiento de instalación, así como menor costo.

La información de la zona de estudio es muy importante para el desarrollo eficaz del proyecto, ya que el modelamiento del sistema de agua potable mediante el software Watercad requiere de diferente tipo de información para tal como la población actual, densidad poblacional, nivel socioeconómico, caudal del diseño, levantamiento topográfico, ubicación de la captación del agua, así como su calidad para el consumo humano. Por ende, esta información básica para el diseño es fundamental para el modelamiento, por ello se acepta la hipótesis planteada “Si es de vital importancia contar con los parámetros para el diseño hidráulico del sistema de agua potable empleando tubería HDPE y PVC en la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho-Chosica 2020”. Este resultado concuerda con lo que menciona el manual titulada “Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario” del Ingeniero José Manuel Jiménez Terán 2013 de la Universidad Veracruzana - México; en lo que expresa que para diseñar un sistema de agua potable y alcantarillado, es indispensable con la mayor información. En la cual nos menciona qué información considera como básica para iniciar con un proyecto: Población actual e índice de crecimiento del sector, densidad poblacional, nivel socioeconómico, plano topográfico actual. Por otro lado, se calculó el diámetro de las tuberías de distribución donde obtuvimos 63.63 mm de diámetro interior, por consiguiente, es de DN 75; sin embargo, de acuerdo a la norma el diámetro mínimo para la red de distribución es de DN 90. Tal como menciona el reglamento de “Elaboración de proyectos de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas de Lima metropolitana y Callao” SEDAPAL 2010 - Perú que el diámetro mínimo para las redes de distribución es de 90 mm para las zonas de clasificadas de clase “a” de acuerdo a nivel socioeconómico, la cual se encuentra la zona de estudio.

En la comparación hidráulica, ambas tuberías presentan similitud comportamiento hidráulico, tal como la presión y velocidad. Es decir que no existe gran diferencia a la hora de transportar el agua potable por la red de distribución debido a que el coeficiente de Hazen y Williams de ambas tuberías tienen mínima diferencia, la cual ambas tuberías cumplen su finalidad. Visto estos resultados, no se acepta la hipótesis “La tubería HDPE tiene un mayor comportamiento favorable en el diseño hidráulico del sistema de agua potable en la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho-Carapongo 2020”. Este resultado obtenido guarda similitud con lo que demuestra la tesis titulada “Diseño comparativo técnico-económico entre los sistemas de saneamiento con tuberías de PVC y de Polietileno - C.P. Pacanguilla-La Libertad”, La Libertad (2019), del Bachiller, Diez Eder y Muñoz Wilmer; de la universidad privada Antenor Orrego, donde menciona que, al realizar la comparación de un material con otro, no se presenta diferencias significativas a nivel hidráulico, esto ya que su coeficiente fundamental (Manning y Hazen y Williams) 0.01 y 150 respectivamente.

Según la comparación técnica y económica de instalación entre la tubería HDPE Y PVC, se determinó que la tubería HDPE tiene un costo de trece con 71/100 soles (S/. 13.71) superior que el PVC que tiene un costo de once con 88/100 soles (S/. 11.88), ambos por metro lineal, así como un menor rendimiento para su instalación respectivamente, y por último para determinar la viabilidad de ambas tuberías se consideró también la vida útil que cuenta cada material. Donde según la cotización de la empresa Koplast industrial S.A.C. de dichas tuberías tienen una garantía de cincuenta años, es decir vida útil. Siendo así, la tubería PVC la que obtiene la viabilidad técnica y económica por tener un menor costo, contar con mayor rendimiento de instalación y por presentar el mismo periodo de vida útil que el HDPE. No aceptando así la Hipótesis “El empleo de la tubería HDPE es viable técnica y económica para el diseño hidráulico del sistema de agua potable en la asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho-Chosica 2020”. Este se contradice con los resultados de la tesis “Análisis de tuberías de polietileno frente al de Policloruro de vinilo para agua potable, Pasco” del bachiller Gabriel Pedro, Huancayo, 2018 de la Universidad Peruana Los Andes; donde indica que la tubería HDPE tiene una duración de 70 años, y el PVC de 20 años, algo que hoy en día, de acuerdo a la cotización de la empresa Koplast Industrial S.A.C., ficha técnica de Tigre Chile SA (HDPE) y Nicol Perú S.A. ambas tuberías tienen una vida útil de 50 años. Un punto importante que marcaba la diferencia entre ambas materias al momento de su elección.

VI. CONCLUSIÓN

- 1) Que la tubería ideal para sistema de red de agua potable es el PVC, por presentar las mismas características hidráulicas del HDPE, pero con un menor costo y rendimiento.
- 2) Para la recolección y cálculo de la información requerida por el Software Watercad fueron de vital importancia para el inicio del proyecto.
- 3) En la parte hidráulica, no se presentan variaciones extremas. Es decir que el funcionamiento del abastecimiento de la red de agua potable del proyecto ya sea con la tubería HDPE o PVC producen similitud el resultado hidráulico.
- 4) La tubería PVC tiene mejor viabilidad al tener un menor costo, mejor rendimiento de instalación y presentar el mismo periodo de vida que el HDPE.

VII. RECOMENDACION

- 1) Según el análisis realizado entre ambas tuberías, se recomienda el uso de la tubería PVC, por presentar la misma característica hidráulicas que la tubería HDPE, pero con un mejor costo y rendimiento.
- 2) Es conveniente subrayar que para recolectar datos tiene que ser de fuentes confiables, para que así el proyecto se desarrolle de manera fiable.
- 3) Mediante el análisis comparativo hidráulico, se recomienda uso de la tubería PVC, por contar similar respuesta hidráulica que el HDPE, siendo el primero con menor costo.
- 4) Se recomienda uso de la tubería PVC, que mediante la ficha técnica de diferentes empresas que producen este producto indica que la tubería de PVC tiene un periodo de vida de 50 años al igual del HDPE. Así como su rendimiento por metro lineal es superior, lo que hace tener un menor costo.

REFERENCIAS

1. Monroy, G. (2014). *Problemática de los sistemas de alcantarillado*, Tesina para optar el Grado de Especialista en Hidráulica, Universidad Nacional Autónoma de México, México
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/6934/Problema%20de%20los%20sistemas%20de%20alcantarillado.pdf?sequence=1>
2. Fondo de las naciones unidas para la infancia-UNICEF (2000). *¿Servicios Básicos para Todos?*, Informe en Florencia, Italia
<https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/basics.pdf>
3. Banco de Desarrollo de América Latina – CAF (2017). *Agua y saneamiento en la nueva ruralidad de América Latina*, informe en Caracas, Venezuela.
<https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2017/02/agua-y-saneamiento-en-la-nueva-ruralidad-de-america-latina/>
4. World Bank group (2017). *Reducing Inequalities in Water Supply, Sanitation, and Hygiene in the Era of the Sustainable Development Goals*, informe en Washington, EE.UU.
<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/27831/W17075.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
5. U.S. agency for international development – USAID (2017). *Global Water and Development*, informe en Washington, EE.UU.
<https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1865/Global-Water-and-Development-Report-reduced508.pdf>
6. Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (2018). *Perfil Sociodemográfico del Perú*, informe en Lima, Perú.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf

7. Peñaranda, C. (2018). *Más de 4 millones de peruanos viven aún sin vivienda ni servicios básicos*, comentario sobre la ONU en Lima, Perú.
<https://infomercado.pe/onu-mas-de-4-millones-de-peruanos-viven-aun-sin-vivienda-ni-servicios-basicos/>
8. Oxford Committee for Famine Relief - OXFAM PERÚ (2020). *Entre 7 y 8 millones de peruanos no tienen acceso a agua potable*, Informe en Lima, Perú.
<https://peru.oxfam.org/qu%C3%A9-hacemos-ayuda-humanitaria/entre-7-y-8-millones-de-peruanos-no-tienen-acceso-agua-potable>
9. Diario La República (2020). *Sin agua potable: la dura realidad de 3.4 millones de peruanos*, Noticia en Lima, Perú.
<https://larepublica.pe/sociedad/1068272-sin-agua-potable-la-dura-realidad-de-34-millones-de-peruanos/>
10. Rojas, H. y Alegría, G. (2019). *Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la calidad de vida de los pobladores del Sector Satélite, La Banda de Shilcayo, San Martín*, Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. San Martín, Perú.
11. Pehovaz, R. (2014). *Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del Asentamiento Humano “Los Pollitos”- Ica, Usando los programas Watercad y Sewercad*. Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería Civil. Lima, Perú
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/581935/?sequence=1>
12. Banco interamericano de desenvolvimiento y comisión económica para américa latina y el caribe - BID & CEPAL (2018). *Proceso regional de las américas foro mundial del agua 2018*, Informe regional en Brasilia, Brasil.
https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/informe_regional_america_latina_y_caribe.pdf

13. Organización de las Naciones Unidas – ONU (2019). *No dejar a nadie atrás*, Informe en Paris, Francia.
<https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>
14. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia – UNICEF (2000). *¿Servicios Básicos para Todos?*, Informe en Florencia, Italia.
<https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/basics.pdf>
15. Banco de Desarrollo de América Latina – CAF (2015). *El futuro de los servicios de agua y saneamiento en América Latina*, documento para discusión, Caracas, Venezuela.
http://mail.sunass.gob.pe/doc/ODS/ods_futuro_sas_al.pdf
16. Jiménez, J. (2013). *Manual para el diseño del sistema de agua potable y alcantarillado*, Manual para estudiantes, Veracruz, México.
<https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>
17. Bentley system (2017). *Modelado y gestión de sistemas de distribución de agua*, hoja de datos, EE.UU.
<https://prod-bentleycdn.azureedge.net/es/resources/watercad>
18. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento – MVCS (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*, Reglamento, Lima, Perú.
<https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
19. Plastiforte (2011). *Manual Técnico de Tubería HDPE Minería e Industria*, manual técnico, Cochabamba, Bolivia.
<http://www.sedapal.com.pe/Contenido/licitaciones/LP-0014-2017-SEDAPAL-INTEGRADA/ITEM%203%20-%20ET PASAJES%20SN%20PEDRO SAN%20PATRICIO-CHORRILLOS/21%20OTROS/Manual-Tecnico-Tuberia-HDPE Minería-e-Industria.-Rev-0.pdf>

20. Mexichem Perú s.a. (2020). *Sistema completo de tuberías y conexiones de polietileno de alta densidad para abastecimiento de agua potable*. Ficha técnica, Lima, Perú.
<https://pavcowavin.com.pe/producto/tubo-de-polietileno-hdpe/>
21. Gómez, S. (2012). *Metodología de la investigación*. Libro en México, México.
[http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia de la investigacion.pdf](http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf)
22. Comisión nacional del Agua. (2013). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. Manual, México D.F., México
https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CONAGUA%20s.f.a.%20Diseno%20de%20redes%20de%20distribucion%20de%20agua%20potable.pdf
23. Mexichem Perú s.a. (2011). *Diseño, productos y servicios para la industria pesquera*. Folleto.
<http://www.sedapal.com.pe/Contenido/licitaciones/CP%2032-2016-SEDAPAL/Anexo%20I/9%20Diseno%20Emisario%20Submarino%20Trazo%20Inicial/1%20DISENO%20DEL%20EMISARIO/3%20CATALAGOS/5.1%20Tuberias%20PAVCO%20HDPE.pdf>
24. Zevallos, J. y López, R. (2018). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable con tuberías PVC-O, en el sector Minas del Pedregal, Huarochirí, 2018*. Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería. Lima, Perú
25. Casique, L. y Herrera, C. (2018). *Diseño del sistema de agua potable para mejorar las condiciones de vida en la localidad de Mamonaquihua, Cuñumbuque, San Martín, 2018*. Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería. Tarapoto, Perú.
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27397>

26. Rengifo, D. y Safora, R. (2017). *Propuesta de diseño de un sistema de alcantarillado y/o unidades básicas de saneamiento en la localidad de carhuacocha, distrito de chilia – Pataz – la libertad, 2017*. Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería. Trujillo, Perú.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11652/Rengifo%20Alayo%20Dante%20Alejandro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
27. Oliva, M. (2018). *Diseño hidráulico de red de agua potable en El caserío quintahuajara san miguel del Faique, Huancabamba, Piura, agosto 2018*. Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Los Ángeles del Norte, Facultad de Ingeniería. Piura, Perú.
28. Pasco, J. (2016). *Análisis de las pérdidas de energía por Fricción y accesorios en tuberías HDPE de uso común en Cajamarca, 2016*. Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería. Cajamarca, Perú.
29. Arias, F. (2018). *Análisis técnico y económico del uso del HDPE para la renovación de redes de agua potable en el sector Pedro de Valdivia de Concepción*. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Constructor. Universidad Técnica Federico Santa María, Facultad de Ingeniería. Concepción, Chile.
30. Instituto Nacional de Estadísticas e Informática-INEI (2018). *Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico*. Informe técnico, Lima, Perú.
31. Gabriel, P. (2016). *Análisis de tuberías de polietileno frente al de Policloruro de vinilo para agua potable, pasco*. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Peruana Los Andes, Facultad de Ingeniería. Huancayo, Perú.
32. Instituto Nacional de Estadísticas e Informática-INEI (2017). *Compendio estadístico provincia de Lima 2017*. Documento, Lima, Perú.
33. Infante, K, Torres, C., Rojas, A., Vicuña, L. y Rivera, G. (2020). *Trazado y diseño de tuberías de polipropileno como reemplazo de las tuberías de pvc*. Trabajo de investigación para la optencion del grado académico de Bachiller en Ciencias con mención en Ingenieria civil. Pontificia Universidad Catolica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima, Perú.

34. Marceliano, R. y Jamanca, Jhon. (2019). “*Evaluación de presión de agua admisible en uniones de tubería PVC PAVCO con pegamentos comerciales, Yungay Ancash - 2018*”. Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería. Huaraz, Perú.
35. Fernández, F. (2019). *Análisis comparativo de costo, tiempo y calidad entre tuberías de PVC y HDPE en instalación sanitaria de la asociación santa maría del Gramadal, lima 2019*. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería. Lima, Perú.
36. Diez, E. y Muñoz, W. (2019). *Diseño comparativo técnico-económico entre sistemas de saneamiento con tubería de PVC y de POLIETILENO - c.p. Pacanguilla- la libertad*. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería. Trujillo, Perú.
36. Sedapal (2017). *Informe de sostenibilidad*. Informe técnico, Lima, Perú.
37. About PVC (2010). *PVC y el agua-Sistema de tubería PVC*. Ficha técnica, Madrid, España.
38. Sedapal (2010). *Elaboración de proyectos de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas de Lima metropolitana y Callao*. Reglamento, Lima, Perú.
39. Tigre Chile s.a. (2020). *Polietileno de alta densidad*. Catalogo técnico, Santiago, Chile.
40. Nicoll Perú s.a. (2020). *Sistema presión*. Catalogo Técnico Saneamiento, Lima, Perú.
41. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (2006). *Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria-Norma OS. 100*. Reglamento nacional de edificaciones, Lima, Perú.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Análisis comparativo del diseño hidráulico del sistema de agua potable empleando tubería HDPE y PVC, en la asociación de vivienda mirador de Carapongo, Lurigancho-Chosica 2020.

	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente tubería Hdpe y PVC	Las tuberías de HDPE (fabricadas en base a Polietileno de Alta Densidad), ofrecen los mayores beneficios al usuario final, como ser alta resistencia al impacto, larga vida útil y economía en instalación con mínimos costos de mantenimiento. Las tuberías Hdpe según Plastiforte (2011) indica que es una tubería polietileno alta densidad, y está dirigida para el sector minero, industrial y obra, brindando alta resistencia al golpe, de larga duración, económico para su instalación y mantenimiento.	Plastiforte (2011) señala que las tuberías hdpe ha obtenido gran impacto positivo en las distintas aplicaciones mineras e industriales, gracias a su alta resistencia a la abrasión y corrosión, trabajabilidad para su transporte e instalación y buena resistencia mecánica.	TIPO DE TUBERIA HDPE	- Hdpe - Pvc	-Nominal
			CARACTERISTICAS	- Rugosidad - Carga de trabajo	-Razon
Variable Dependiente Diseño hidráulico del sistema de agua potable	El sistema de agua potable según SEDAPAL (2004) es aquel sistema de estructuras, equipos e instalaciones que tiene como finalidad conducir el agua potable desde la fuente de abastecimiento hasta el punto de uso final con la adecuada cantidad, presión y calidad del recurso hídrico.	Salazar (2017) El diseño del sistema de agua potable y alcantarillado se realiza mediante la representación del terreno donde se realizará el proyecto, el cual se elabora a partir de datos obtenidos la zona de estudio y un adecuado análisis ellos mismos. De esta manera resultará perfiles adecuados, habiendo considerado los cálculos adecuados para la red de agua potable y alcantarillado.	Parametros de Diseño	-Levantamiento topográfico -Estudio de Suelo -Fuente de Abastecimiento. -Almacenamiento - Calidad del agua - Dotación - población - Variación de consumo - Reservorio existente	- Razon - ordinal -Nominal
			Diseño hidráulico del sistema de agua potable	- Caudal - Presión - Velocidad	-Razon
			Evaluación técnica y económica	- Eficiencia - Vida Útil - Costos	-Ordinal -Intervalo -Razon

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Matriz de consistencia

PROBLEMA (¿?)	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO	TÉCNICA	INSTRUMENTO	RESULTADOS
<p>Problema General: ¿Cual es el resultado tecnico y economico del analisis comparativo del diseño hidraulico del sistema de agua potable empleando tubería HDPE y PVC, En la Asociación de Vivienda el mirador de Carapongo, Lurigancho 2020.</p> <p>Problema Especifico: ¿Es importante contar con la información básica de la zona de estudio para el diseño hidraulico del sistema de agua potable empleando tubería HDPE y PVC en la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho 2020?</p> <p>¿Es beneficioso realizar un diseño hidraulico empleando tubería HDPE y PVC en la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho 2020?</p> <p>¿Cual es la diferencia técnica y económica del diseño hidraulico del sistema de agua potable empleando tubería HDPE y PVC en la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho 2020?</p>	<p>Objetivo general: Determinar cual es la tubería óptima para el diseño hidraulico del sistema de agua potable en la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho 2020</p> <p>Objetivos específicos: - Determinar los parametros para el diseño hidraulico del sistema de agua potable empleando tubería HDPE y PVC en la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho 2020. - Diseñar del sistema de agua potable empleando tubería HDPE y PVC en la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho-Chosica 2020. - Evaluar la mejor opción de viabilidad técnica y económica del diseño hidraulico del sistema de agua potable empleando tubería HDPE y PVC en la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho-Chosica 2020.</p>	<p>Hipótesis general: La tubería Hdpe es óptima para el diseño hidraulico del sistema de agua potable en la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho-Chosica 2020</p> <p>Hipótesis específicos: - Si es de vital importancia contar con los parametros para el diseño hidraulico del sistema de agua potable empleando tubería HDPE y PVC en la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho-Chosica 2020 - La tubería HDPE tiene un mayor comportamiento favorable en el diseño hidraulico del sistema de agua potable en la Asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho-Carapongo 2020 - El empleo de la tubería HDPE es viable técnica y económica para el diseño hidraulico del sistema de agua potable en la asociación de vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho-Chosica 2020</p>	<p>Variable independiente Tubería Hdpe y Pvc</p> <p>Variable dependiente sistema de agua potable</p>	<p>- Tipo de tuberías</p> <p>- Características</p> <p>- Información básica de diseño</p> <p>- Diseño hidraulico del sistema de agua potable</p> <p>- Evaluación técnica y económica</p>	<p>- Hdpe</p> <p>- Pvc</p> <p>- Rugosidad</p> <p>- Presión de trabajo</p> <p>- Levantamiento topografico</p> <p>- Estudio de Suelo</p> <p>- Fuente de Abastecimiento.</p> <p>- Almacenamiento</p> <p>- Calidad del agua</p> <p>- Dotación</p> <p>- población</p> <p>- Variación de consumo</p> <p>- Reservorio existente</p> <p>- Caudal</p> <p>- Presión</p> <p>- Velocidad</p> <p>- diámetro</p> <p>- Eficiencia</p> <p>- vida útil</p> <p>- costos</p>	<p>Paradigma: positivista Enfoque: cuantitativo Tipo: sustantivo Diseño: No experimental Corte: Transversal Subtipo de diseño: Descriptivo simple</p>		<p>Técnica de Observación Instrumento: Matriz de observación</p>	<p>Tablas, figuras, diagramas, cuadros, gráficas, histograma, etc</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Instrumento de recolección de datos



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

FECHA ___/___/___

REALIZADO POR: JESUS ENRIQUE, MIRANDA RIOS

I. NOMBRE DEL PROYECTO : "Análisis comparativo del diseño hidráulico del sistema de agua potable empleando tubería HDPE y PVC, Asoc. De Vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho 2020."

II. AREA DE INFLUENCIA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

a) **Ubicación** Localidad: _____ Distrito: _____
 Provincia: _____ Departamento: _____

b) Densidad poblacional (actual)

Zonas actualmente servidas _____ (hab/vivienda) Zonas de expansión (sin servicio) _____ (hab/vivienda)

c) **Viviendas Actuales** _____ Viviendas

III. DATOS GENERALES DEL SERVICIO

a. N° viviendas servidas por el sistema de agua potable

Por conexiones domiciliarias _____ viviendas Por piletas públicas _____ viviendas
 Por otros medios (cisternas, otros) _____ viviendas

Comentarios _____

b. Continuidad del servicio de agua

Tiempo promedio de servicio al día _____ hrs. Continuidad mín. _____ hrs.
 Porcentaje de la población con servicio discontinuo _____ % Periodos de servicio (De / A) _____

Comentarios _____

IV. DATOS SOBRE CONSUMOS ACTUALES DE AGUA POTABLE

a. Consumo medido y/o asignado (En m³/mes)

Doméstico _____ m³/conex Comercial _____ m³/conex Industrial _____ m³/conex Estatal _____ m³/conex

Comentarios _____

V. CARACTERISTICAS TECNICAS DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

a. Fuente de abastecimiento (en litros /seg)

Fuente Superficial _____ m³/mes (lt/seg) Fuente Subterránea _____ m³/mes (lt/seg) Otros _____ m³/mes (lt/seg) Total m³/mes _____ (lt)

Comentarios _____

NOTA: Indicar la producción en las unidades de uso con un para el servicio

b. Línea de Conducción

Tramo (De / A)	Diámetro	Longitud (m)	Capacidad Actual	Estado Físico	Tipo de material	Estado Operativo

c. Línea de Impulsión

Tramo	Diámetro	Longitud (m)	Capacidad Actual	Estado Físico	Tipo de material	Estado operativo

d. Unidades de Almacenamiento / Reservorios

Denominación de Unidad	Tipo	Dimensiones (m)	Volumen (m ³)	Material	Antigüedad	Estado Físico

NOTA: Indicar en "Tipo", si es Apoyado / Elevado. Indicar estado de Válvulas y tuberías de ingreso / salida

Comentarios _____

e. Macromedición

Unidad	Captación	Planta de Tratamiento	Salida de reserva	Redes matrices
Tipo				
Estado operativo				
Observaciones				

Comentarios _____

i. Redes de Distribución de Agua Potable

i.1 Redes Matrices

Diámetros	Longitud	Material	Antigüedad	Estado físico	Est operativo

i.2 Redes secundarias

Diámetros	Longitud	Material	Antigüedad	Estado físico	Estado operativo

i.3 Válvulas

Diámetros	Cantidad	Material	Antigüedad	Estado Físico	Valv.Deterioradas

i.4 Grifos contra Incendios

Diámetros	Cantidad	Material	Antigüedad	Estado Físico	Est. Operativo

NOTA: En caso requerido utilizar hojas adicionales para indicar diámetros faltantes.

j. Conexiones Domiciliarias de Agua Potable

Tipo / Categoría	Domésticas	Comerciales	Industriales	Estatales	Total
Conexiones Directas					
Conex. Con Caja y sin medidor					
Conex. con caja y con medidor					

NOTA: Conex Directa: Sin Caja y sin medidor

Tipo/Diámetro	1/2"	3/4"	1"	2"
Domésticas				
Comerciales				
Industriales				
Estatales				

k. Características de Sistema de Medición

Medidores a instalar (total) unidades

Tipo/Diámetro	Diámetro 1/2"	Diámetro 3/4"	Diámetro 1"	Diámetro 2"	Otro Diámetro	TOTAL
Domésticas						
Comerciales						
Industriales						
Estatales						
Total						

Comentarios _____

Anexo 4. Validez del instrumento 1



Observaciones:

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Segura Terrones, Luis Alberto

DNI: 45003769

Especialidad del validador: Ingeniero Civil
CIP-155963

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



**Firma del Experto
Informante.**

Anexo 5. Validez del instrumento 2



Observaciones: El formato empleado como ficha de recolección es válido

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [x]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador Dr. / Mg: Msc. Ing° Cesar A. Paccha Rufasto

DNI: 42569813

Especialidad del validador: Ing° Civil – Especialista en Hidráulicas

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



CESAR AUGUSTO
PACCHA RUFASTO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 116150

Firma del Experto

Anexo 6. Modelamiento de la red de agua potable mediante el Software Watercad

Información básica para el diseño

En este proceso se muestra los datos previos calculados e identificados de acuerdo a la zona de estudio, como la población de diseño, dotación, coeficiente de variación y el caudal de diseño; la cual fue realizada en una hoja Excel. Esta información es necesaria para el modelamiento de la red de agua potable en la asociación de vivienda el mirador de Carapongo mediante el uso del software *WATERCAD*.

Calculo e identificación de información para diseño de la red de agua potable previo al modelamiento

Determinación de la población

Para la determinación de la población de diseño se ha considerado el total de lotes que cuenta la zona de estudio (266 lotes) multiplicado por el factor de densidad poblacional que indica *SEDAPAL* (6 hab/vivienda). Una vez realizada la operación se obtuvo la cantidad de 1596 habitantes inicial del proyecto; teniendo en cuenta el periodo de diseño de 20 años y la tasa de crecimiento que presenta el distrito de Lurigancho, donde pertenece la asociación de vivienda el mirador de Carapongo, siendo de 3.6% según el censo nacional 2017, INEI.

Figura 3. Índice de tasa de crecimiento anual del distrito de Lurigancho

Cuadro 12
PERÚ: POBLACIÓN CENSADA Y TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL, DE LOS 30 DISTRITOS MÁS POBLADOS,
1993, 2007 Y 2017

UBIGEO	DISTRITO	POBLACIÓN			TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL (%)	
		1993	2007	2017	1993-2007	1993-2007
150132	San Juan de Lurigancho	582 975	898 443	1 038 495	3,1	1,5
150135	San Martín de Porres	380 384	579 561	654 083	3,0	1,2
150103	Ate	266 398	478 278	599 196	4,2	2,3
150110	Comas	404 352	486 977	520 450	1,3	0,7
070101	Callao	369 768	415 888	451 260	0,8	0,8
150143	Villa María del Triunfo	263 554	378 470	398 433	2,6	0,5
150142	Villa El Salvador	254 641	381 790	393 254	2,9	0,3
150133	San Juan de Miraflores	283 349	362 643	355 219	1,7	-0,2
150106	Carabaylo	106 543	213 386	333 045	5,0	4,6
150125	Puente Piedra	102 808	233 602	329 675	5,9	3,5
150140	Santiago de Surco	200 732	289 597	329 152	2,6	1,3
150117	Los Olivos	228 143	318 140	325 884	2,4	0,2
070106	Ventania	94 497	277 895	315 600	7,8	1,3
130101	Trujillo	247 028	294 899	314 939	1,2	0,7
150108	Chorrillos	217 000	286 977	314 241	2,0	0,9
140101	Chiclayo	239 887	260 948	270 496	0,6	0,4
150101	Lima	340 422	299 493	268 352	-0,9	-1,1
150118	Lurigancho	100 240	169 359	240 814	3,7	3,6
211101	Juliaca	151 960	225 146	228 726	2,8	0,2
060101	Cajamarca	117 509	188 363	218 741	3,4	1,5
150112	Independencia	183 927	207 647	211 360	0,9	0,2
021801	Chimbote	278 271	215 817	206 213	-1,8	-0,5
150111	El Agustino	154 028	180 262	198 862	1,1	1,0
040104	Cerro Colorado	61 865	113 171	197 954	4,3	5,7
150137	Santa Anita	118 659	184 614	196 214	3,1	0,6
130102	El Porvenir	80 698	140 507	190 461	4,0	3,1
130105	La Esperanza	105 361	151 845	189 206	2,6	2,2
150128	Rimac	189 736	176 169	174 785	-0,5	-0,1
150115	La Victoria	226 857	192 724	173 630	-1,1	-1,0
200601	Sullana	121 894	156 601	169 335	1,8	0,8

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Censos Nacionales de Población y Vivienda.

Fuente: Perú: crecimiento y distribución de la población, 2017 - INEI

Periodo de diseño	: 20 años
Tasa de Crecimiento	: 3.6 %
Densidad Poblacional	: 6 hab/vivienda
N° de viviendas	: 266 lotes
N° de habitante	: 1596 habitantes

Cálculo de población de diseño

Para el cálculo de la población futura, se ha considerado aplicar el método aritmético, la cual se presenta en la siguiente fórmula:

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

Donde:

Pd : Población futura o de diseño (habitantes)

Pi : Población inicial (habitantes)

r : Tasa de crecimiento anual (%)

t : Periodo de diseño (años)

Figura 4. cálculo de población de diseño

CALCULO POBLACION DE DISEÑO

$$Pd = 1596 \left(1 + \frac{3.6 \times 20}{100} \right)$$

$$Pd = 2\ 745 \text{ habitantes}$$

Fuente: Hoja de excel propia

Dotación de agua

Para fijar el consumo per cápita de litros de agua/habitante/día, se tomó en consideración al Reglamento de elaboración de proyectos de agua potable y alcantarillado para habilitaciones

urbanas de Lima metropolitana y Callao; así como el Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma OS.100. La dotación se fijó en el nivel socioeconómico que indica *SEDAPAL*, ya que el proyecto está dentro del ámbito de prestación del servicio de la empresa ya mencionada.

Para identificar la dotación, se realizó una visita a la zona de estudio para determinar el nivel socioeconómico de la población, que por la coyuntura que está atravesando el Perú por el covid-19, solo se realizó el método de observación para así evitar tener contacto y disminuir el riesgo de contagio. Para determinar el nivel socioeconómico nos basamos en las consideraciones que cuenta la empresa de investigación de opinión basada en encuestas - *IPSOS* en características promedio de vivienda.

Figura 5. Asociación de vivienda El Mirador de Carapongo-Lurigancho



Fuente: Propia

Figura 6. Asociación de vivienda El Mirador de Carapongo-Lurigancho



Fuente: Propia - Asociación de vivienda El Mirador de Carapongo-Lurigancho

Figura 7. Clasificación de nivel Socioeconómico

CARACTERÍSTICAS PROMEDIO DE LAS VIVIENDAS		
NSE	Número de ambientes	Materiales predominantes
A	5	 Pisos: Parquet o madera pulida
B	4.6	 Pisos: Losetas o terrazos
C	3.8	 Pisos: Cemento
D	3.2	 Pisos: Escayola, tierra de cemento o similares
E	2.7	 Piso: Tierra Techos: Calamina

Fuente: IPSOS

Figura 8. Dotación según nivel socioeconómico

sedapal		REGLAMENTO ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA HABILITACIONES URBANAS DE LIMA METROPOLITANA Y CALLAO		Código : CTPS-PR-02
				Elaborado : CTPS
				Revisión : 02
				Aprobado : GG
				Fecha : 20.03.2010
				Página : 20 de 72
a) Lotes destinados para viviendas				
Nivel Socio Económico A	:			300 lt/hab/día
Nivel Socio Económico B	:			250 lt/hab/día
Nivel Socio Económico C	:			200 lt/hab/día
Nivel Socio Económico D	:			150 lt/hab/día
b) Lotes destinados para industrias				
Industrias No Pesadas	:			1 lts/seg/Ha
Industrias Pesadas	:			2 lts/seg/Ha
ART. 4.2.4. Las dotaciones para otros usos no considerados en el presente reglamento, se adoptarán de acuerdo a lo fijado en el Reglamento Nacional de Edificaciones.				
ART. 4.2.5. El agua de riego en las habilitaciones preurbanas, deberá suministrarse por sistemas independientes al abastecimiento de agua potable.				
CAPÍTULO 4.3 – VARIACIONES DE CONSUMO				
ART. 4.3.1 Las variaciones de consumo referidas al promedio diario anual de las demandas para las habilitaciones indicadas en el Art. 4.2.3.a) son:				
• Máximo diario / K1	:			1,2
• Máximo horario / K2	:			1,8 a 2,5 dependiendo de la magnitud y heterogeneidad de del área del proyecto
• usos	:			

Fuente: SEDAPAL

La Asociación de vivienda El Mirador de Carapongo, ubicado en el distrito de Lurigancho, presenta viviendas construidas de diferentes materiales, como material noble, madera, machihembrados, y de techos de calamina, fibra de cemento o similares. Lo que clasifica en un nivel socioeconómico de clase “D”, lo que tiene una dotación de 150 lt/hab/día, según el reglamento de SEDAPAL.

Coefficiente de variación

Se ha considerado lo indicado por el RNE y SEDAPAL, donde indican que, para el abastecimiento por conexiones domiciliarias, de no contar con coeficientes de variación de consumo, referido al promedio diario anual de la demanda que son fijados en base de datos estadísticos comprobada; estas pasan a considerar de la siguiente manera:

- Máximo anual de la demanda diaria/K1 : 1.3
- Máximo anual de la demanda horaria/K2 : 2.0

Cálculo de caudal de diseño

Para hallar el caudal máximo diario y caudal máximo horario se considera los siguientes datos calculados anteriormente y fórmula proporcionada por *SEDAPAL* mostrada.

Caudal máximo diario (Qmd)

- Población actual : 1596 habitantes
- Dotación : 150 lt/hab/día
- Coeficiente de variación : 1.3

$$Q_{pa} = \frac{Pa \times D}{864000}$$

$$Q_{md} = 1.3 \times Q_{pa}$$

$$Q_{pa} = \frac{1596 \text{ hab} \times 150 \text{ lt/hab/día}}{86400}$$

$$Q_{md} = 1.3 \times 2.77 \text{ lt/seg}$$
$$Q_{md} = 3.601 \text{ l/seg}$$

$$Q_{pa} = 2.77 \text{ lt/seg}$$

Fuente: Hoja de cálculo excel propia

Fuente: Hoja de cálculo excel propia

Donde

Qpa : Caudal promedio diario actual (l/s)

Qmd : Caudal máximo diario (l/s)

Pa : Población actual (habitante)

D : Dotación (lt/hab/día)

Caudal máximo horario (Qmh)

- Población futura : 2745 habitantes
- Dotación : 150 lt/hab/día
- Coeficiente de variación : 2.0

$$Q_{pf} = \frac{P_f \times D}{864000}$$

$$Q_{pf} = \frac{2745 \text{ hab} \times 150 \text{ lt/hab/día}}{86400}$$

$$Q_{pf} = 4.77 \text{ lt/seg}$$

$$Q_{mh} = 2 \times Q_{pf}$$

$$Q_{mh} = 2 \times 4.77 \text{ lt/seg}$$
$$Q_{mh} = 9.54 \text{ l/seg}$$

Fuente: Hoja de cálculo excel propia

Fuente: Hoja de cálculo excel propia

Donde

Q_{pf} : Caudal promedio diario futuro (l/s)

Q_{mh} : Caudal máximo horario (l/s)

P_f : Población futura (habitante)

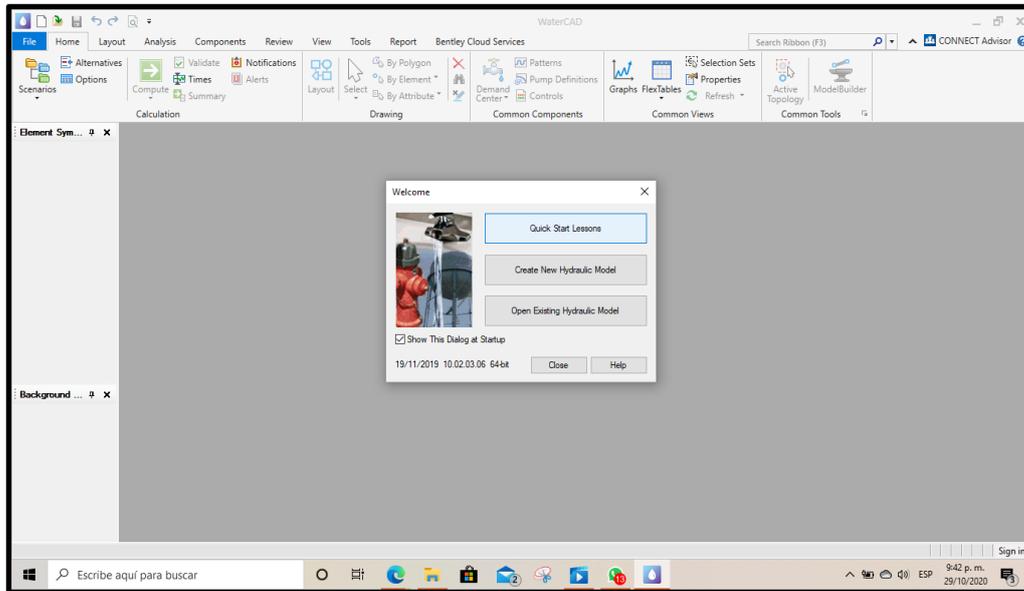
D : Dotación (lt/hab/día)

Modelamiento del sistema de agua potable mediante el software watercad con tubería HDPE y PVC

Configuración del proyecto

Se da doble click al al software watercad, seguidamente el software click en la primera opción “Create New Hidraulic Model” (figura n° 8). Posteriormente, se procede a continuar con la configuración del proyecto.

Figura 9. Configuración del proyecto

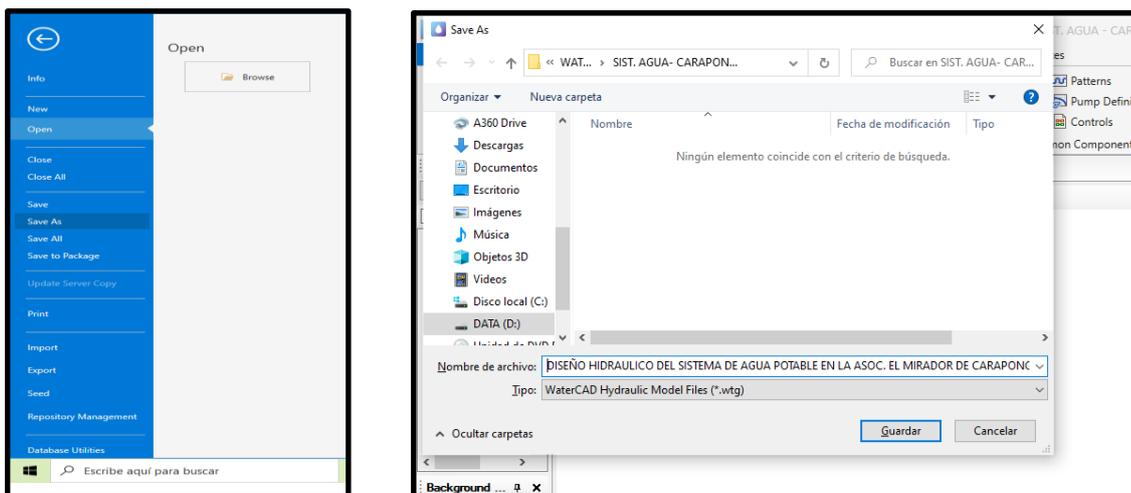


Fuente: Watercad

La configuración del de modelamiento se da de la siguiente manera:

Para configurar el nombre del proyecto a modelar, se debe dar click a la opción “File”, dar click a la opción “save as” (imagen n° 9); aparecerá el cuadro para completar el nombre que lleva el proyecto, en mi caso “Diseño hidráulico del sistema de agua potable en la Asoc. de vivienda el mirador de carapongo” y el lugar o carpeta donde se desea guardar el archivo.

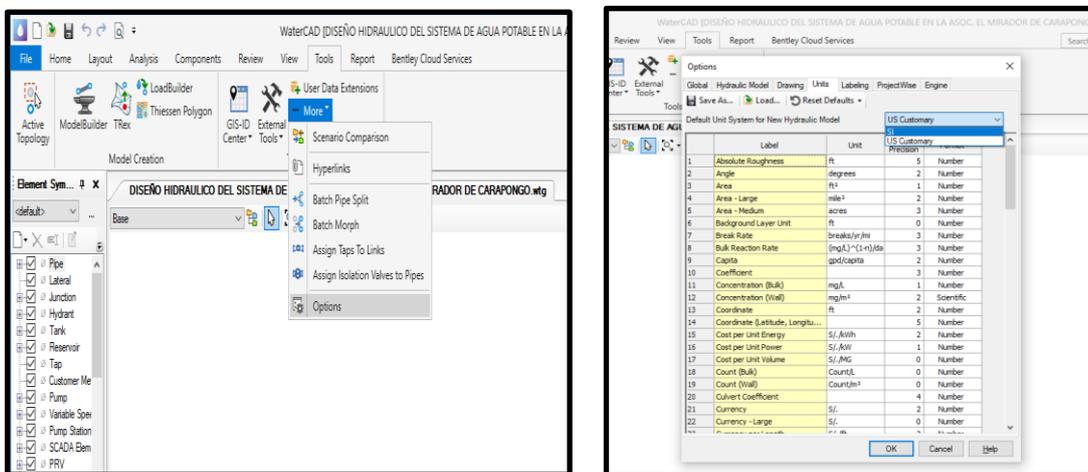
Figura 10. Guardar proyecto en software Watercad



Fuente: Watercad

Como segundo paso, se realizó la configuración de las unidades. Este por defecto contiene las unidades del sistema americano, por lo tanto, se debe cambiar; para realizar el cambio se selecciona en “tools”, seguidamente “more”; posteriormente nos saldrá un nuevo cuadro donde debemos dar click en “units”, es ahí donde se debe cambiar *US Customary* por “S.I.” (Sistema internacional), luego tenemos la opción de cambiar de manera particular las unidades que presenta cada componente del modelamiento, como en este caso el área “*area-large*” en metros cuadrados (m²), profundidad “*depth*” en metros (m), diámetro “*diameter*” en milímetro (mm), así como presión “*pressure*” en metros sobre columna de agua (mH₂O).

Figura 11. Configuración de unidades



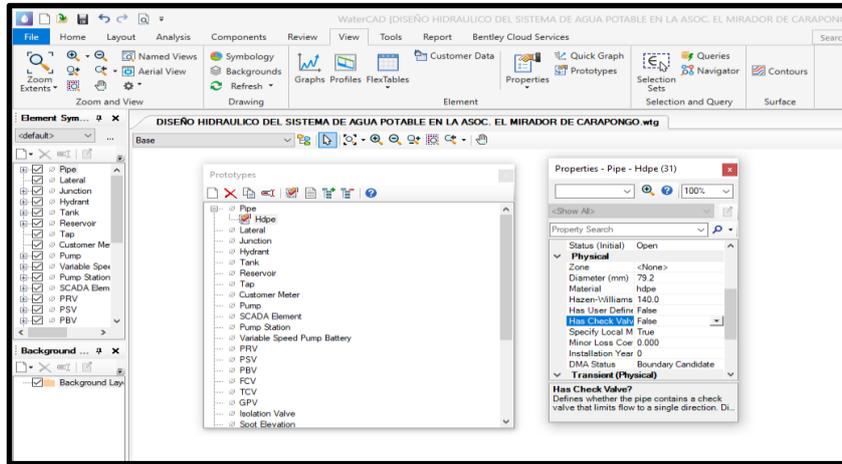
Fuente: Watercad

Seguidamente se pasa a crear los prototipos a utilizar en el modelamiento, que por defecto vienen en el programa, la cual contiene sus propias características donde sale el tipo de material de la tubería, diámetro y su coeficiente “C”. Se da con la finalidad de no estar especificando cada tramo que tipo de tubería es el sistema de distribución.

Entonces se selecciona la opción “View”, dar click en “Prototypes”, seguidamente se abrirá una ventana con los elementos necesario para modelar. De aquella lista seleccionamos “Pipe” y “New” para crear el nuevo prototipo que se dio como nombre “Hdpe”.

Una vez creado el prototipo se prosigue en modificar las propiedades que este tipo de tubería contiene y medidas a trabajar como el diámetro de 79.2 mm, material Hdpe y el coeficiente de Hazen-Williams (C) de 140.

Figura 12. Creación de prototipos

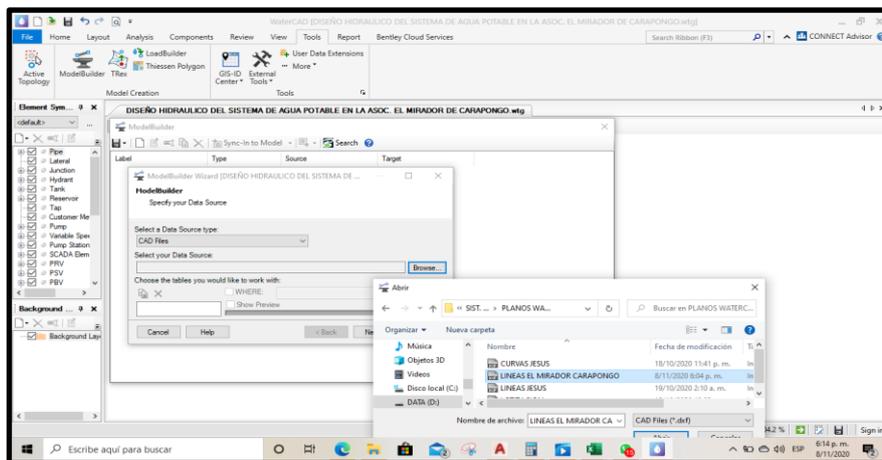


Fuente: Watercad

Importación de plano a watercad

Una vez realizado las configuraciones correspondientes del software Watercad para el modelamiento, se procede a importar los planos debidamente convertidos en formato .dxf como se realizó anteriormente. Para la importación seleccionamos la opción "Tools", dentro de ello encontramos "Modelbuilder", damos click y nos aparecerá un nuevo cuadro, damos click en ese icono de hoja en blanco llamado "new", se abrirá un nuevo cuadro, en la sección donde aparece "select a data source type", darle click y seleccionaremos "Cad files", en la siguiente sección pasaremos a darle click en "Browse" y pasaremos a buscar el plano de red de agua en formato .dxf; en este caso con el nombre de "Líneas el mirador de Carapongo"

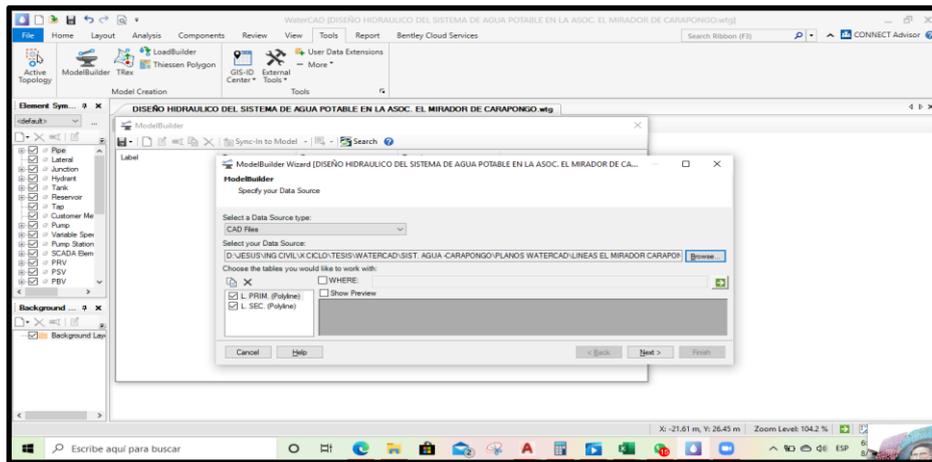
Figura 13. Importación de plano a watercad 1



Fuente: Watercad

Después de dar clic en abrir el plano a trabajar nos regresará a la ventana anterior, donde el software lo leerá y en el cuadro inferior saldrá las capas encontradas para poder elegir cuál de ellos deseamos importar al Watercad para poder iniciar el modelamiento. En este caso nos figura dos capas encontradas que son líneas secundarias y líneas primarias, damos check para confirmar que aquellas dos son las que deseamos importar y seguido clic en “Next”.

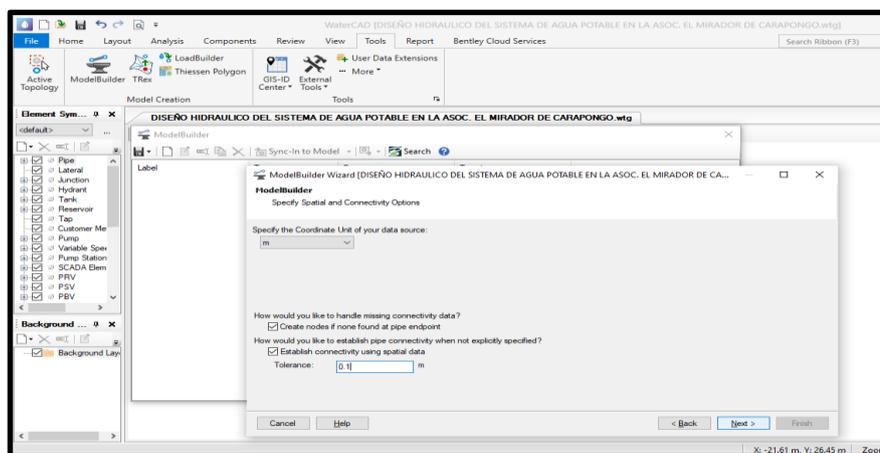
Figura 14. Importación de plano a watercad 2



Fuente: Watercad

Posteriormente seleccionamos la unidad base en la que se trabajará el modelamiento, en este caso será con metro (m). Luego en la tercera sección se da un check y esta por defecto un metro (1 m), la cual significa que cada un metro el software identificará un nodo; pero para tener mayor exactitud colocamos cada 10 centímetros (0.10 m).

Figura 15. Importación de plano a watercad 3

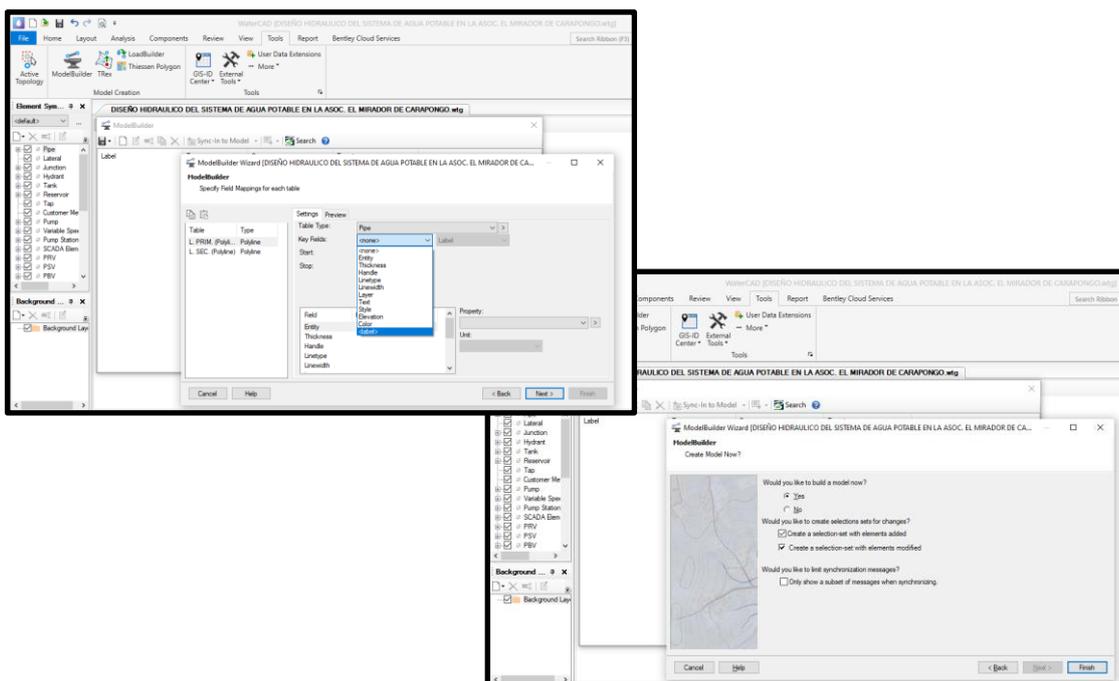


Fuente: Watercad

Por consiguiente, a lo anterior se da clic “Next” dos veces hasta llegar a la siguiente ventana mostrada, donde en la sección “Key fields” para la capa líneas primarias escogemos la opción “label” y así mismo se realiza para la capa líneas secundarias.

Una vez terminado las configuraciones mencionadas se dará clic en la opción “Next” hasta llegar al último cuadro donde debe estar en “yes” en la primera pregunta, donde nos pregunta si queremos realizar un nuevo modelamiento con las capas importadas y le damos “Finish”.

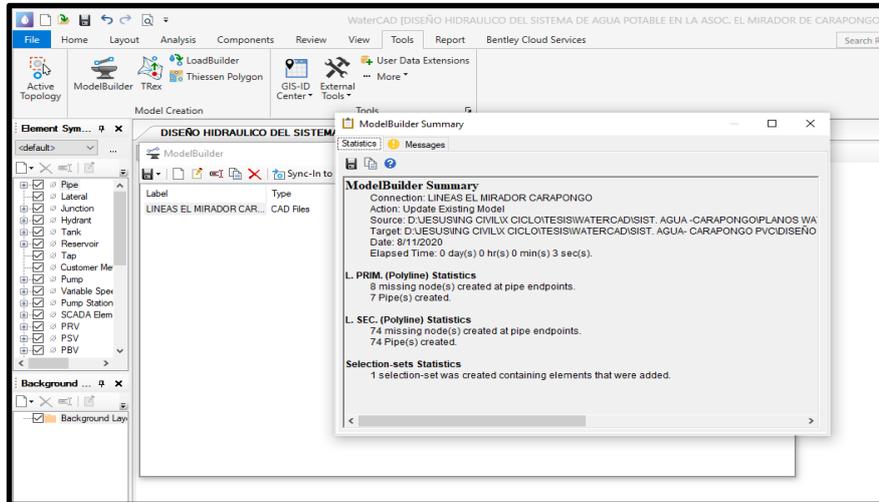
Figura 16. Configuración del plano importado al software watercad



Fuente: Watercad

Una vez realizado los pasos mencionados el software procesa las capas importadas y nos mostrará un cuadro de resumen de cuantos nodos ha encontrado en las capas de líneas primarias y secundarias respectivamente tal como muestra la siguiente imagen. Cerramos las ventanas y nos vamos a la ventana principal de *Watercad*.

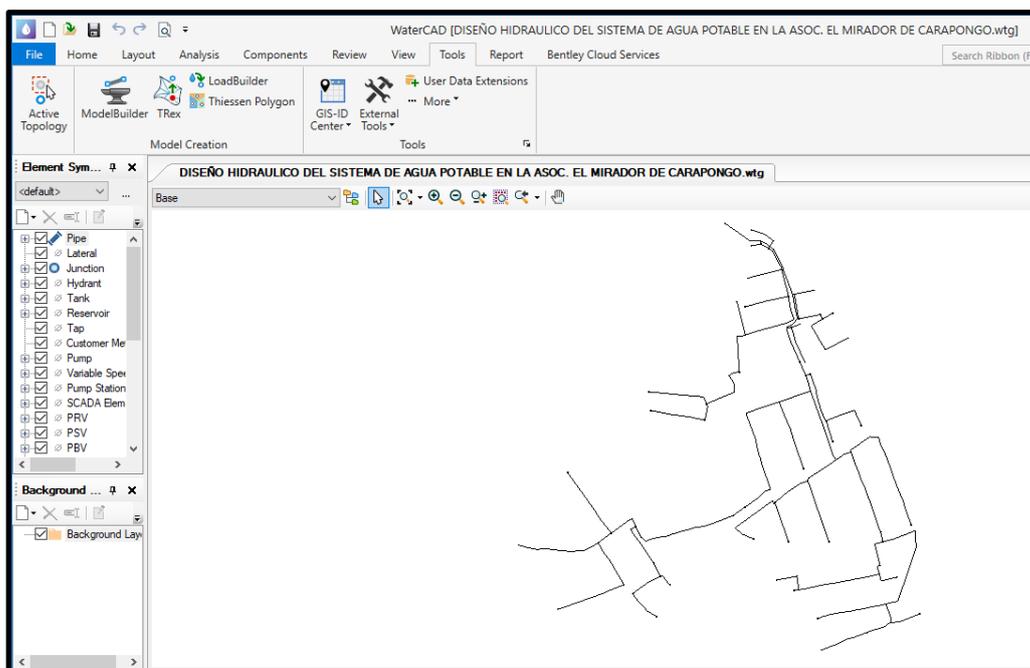
Figura 17. Configuración del plano importado al software watercad 2



Fuente: Watercad

Por tanto, una vez terminada la importación, sincronización y configuración del mismo, transformando las polilíneas de Autocad en tuberías Hdpe y posteriormente Pvc. Por consiguiente, se podrá apreciar la planta de cómo será la red de distribución de agua potable para la Asociación de vivienda Lomas de carapongo.

Figura 18. Vista de importación del plano AutoCAD a watercad



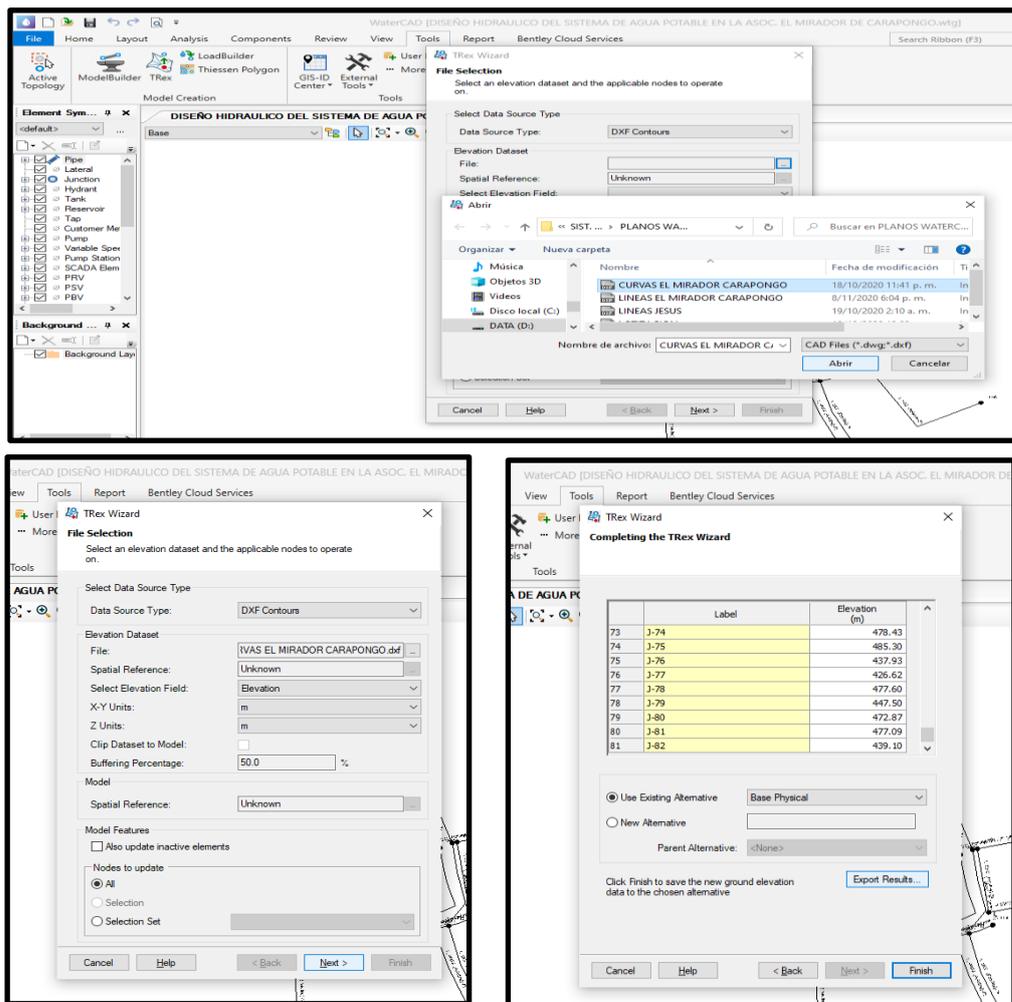
Fuente: Watercad

Ingreso de curvas de nivel a la red de agua potable

A partir de realizar los pasos anteriores, las polilíneas están convertidas en tuberías, el siguiente paso es importar las curvas de nivel para que los nodos de la red de agua potable puedan contar con su respectiva cota. Para importar las curvas al igual que las líneas primarias y secundarias, deben estar en formato “.dxf” .

Para importar debemos dar clic en “Tools”, luego en el comando “TRex”. Seguidamente en “Data source type” seleccionamos “DXF Contours”, en “File” buscamos el archivo de curvas de nivel del proyecto y lo seleccionamos; en la siguiente celda colocamos “Elevation” y por último tanto para el eje x, y y z se trabajara como unidad en metro (m), y dar clic en “Next” y el software interpola y asigna las cotas a cada nodo que presenta la red de agua potable.

Figura 19. Importación de curvas de nivel al software watercad

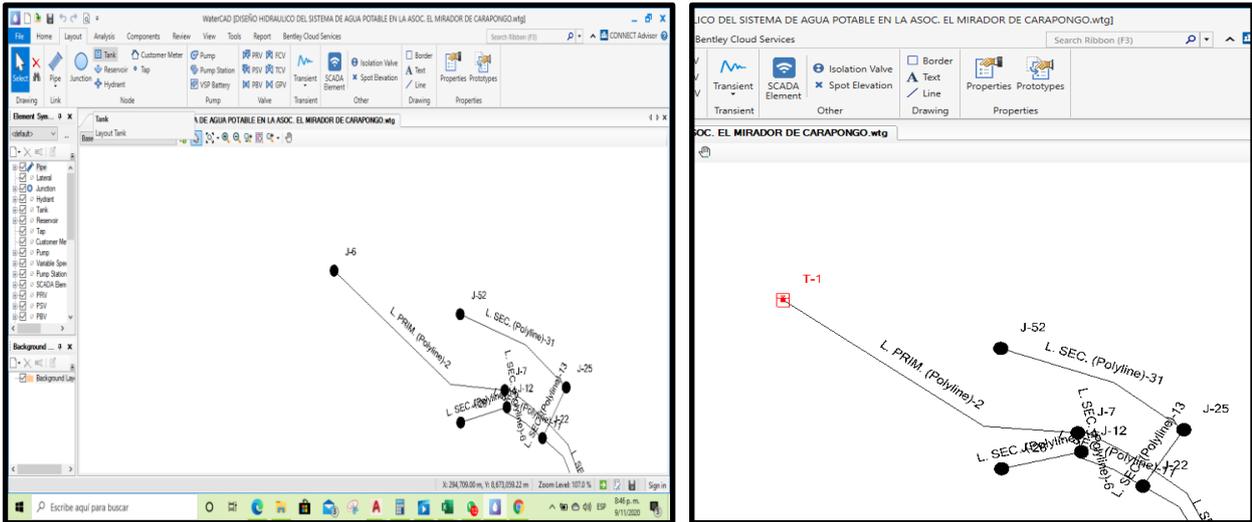


Fuente: Watercad

Ingreso de reservorio y cámaras rompe presión

Para la ubicación del reservorio se proyectó en la cota más elevada, para insertar el reservorio nos vamos a la opción “*layout*” y seleccionamos el icono llamado “*tank*”

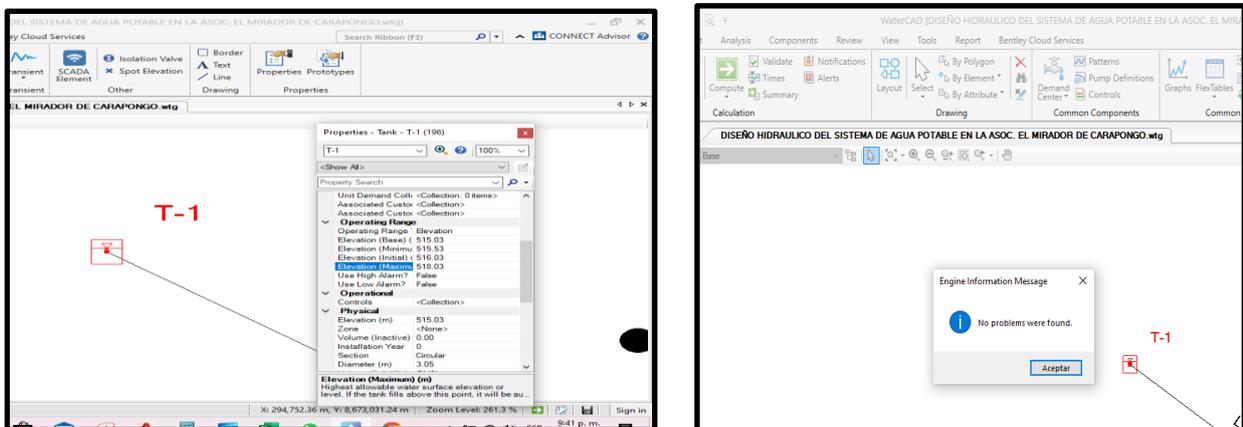
Figura 20. Ingreso de reservorio



Fuente: Watercad

Después de haber ubicado el reservorio en la cota proyectada y colocar las diferentes cotas para el reservorio, pasamos a validar la inserción del reservorio dando clic en “*Home*” y seguido de “*Validate*”. A continuación, el software procesa la información insertada y sale el último cuadro donde indica que no se encontró ningún problema en el proceso.

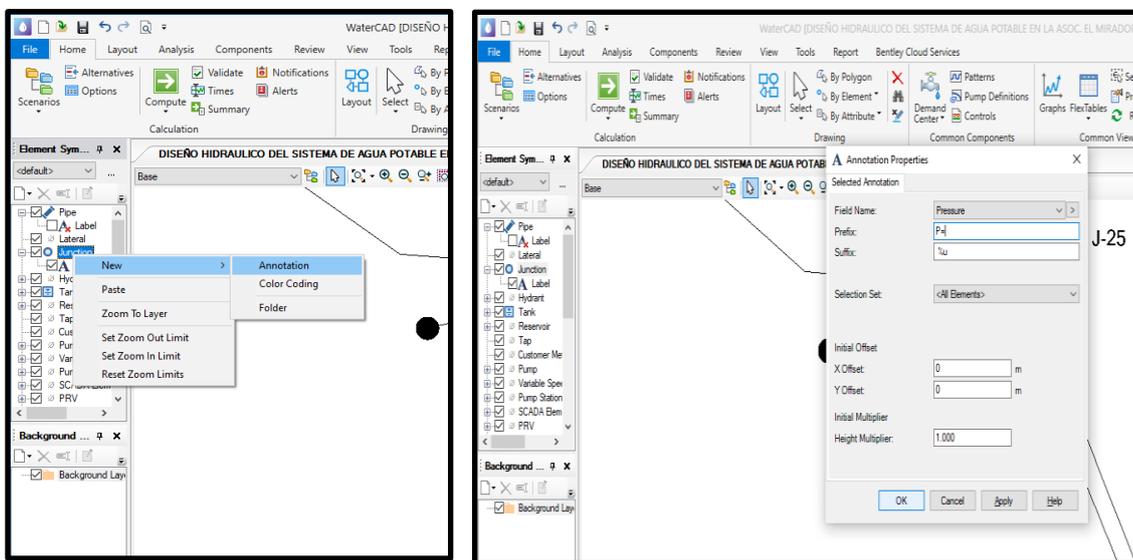
Figura 21. Validación de datos de reservorio proyectado



Fuente: watercad

Por consiguiente, se procede a colocar las cámaras rompe presión, teniendo en cuenta que esta estructura se coloca cada 50 metros de columna de agua (50 m H₂O) como máximo, este con el fin de garantizar que cada nodo de la red de agua potable perciba una presión estática máxima de 50 metros de columna de agua. Para observar cuánta presión recibe cada nodo configuramos en la barra de configuraciones que nos aparece en el lado izquierdo de la pantalla, damos anti clic a “Junction”, seguido de “New” y “Annotation”; pasamos a configurar “Field name” elegimos “Pressure”, en la siguiente se coloca el signo que queremos que se aprecie la presión, en este caso “P=” y damos conformidad y posteriormente lo computamos.

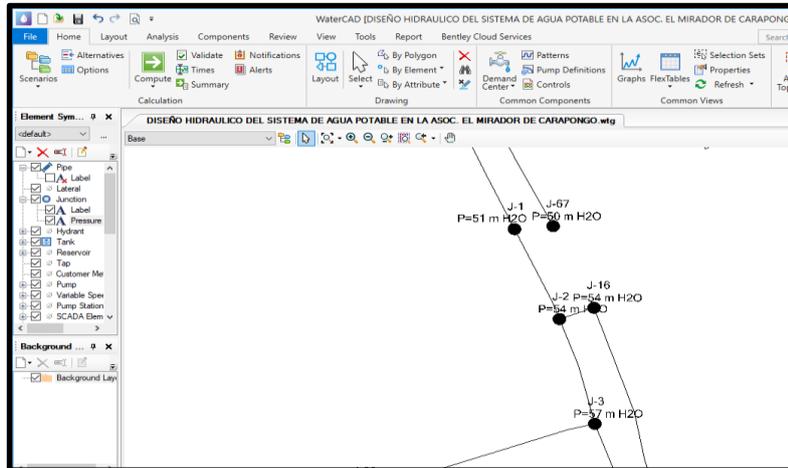
Figura 22. Configuración de nodos



Fuente: watercad

Luego de haber computado para poder apreciar cuál es la presión estática que pasa por cada nodo, se observa que a partir del nodo J-1 con cota 465 m.s.n.m. la presión supera lo permitido y se corre el riesgo que de aquel nodo hacia a los demás inferiores puedan sufrir rotura, ante ello se considera colocar la cámara rompe presión y definir cuál es la presión a distribuir desde aquella estructura para hacer cumplir las normas ya establecidas.

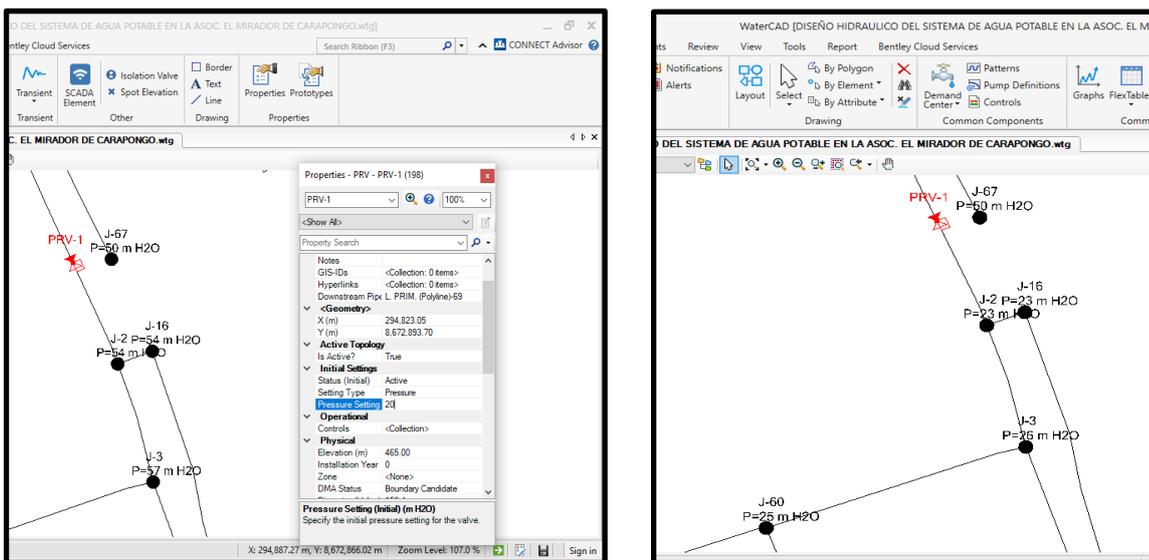
Figura 23. Identificación de nodos con presión superior al permitido



Fuente: watercad

Para cambiar el nodo J-1 por una cámara rompe presión se da clic a “Layout” y seleccionamos el icono de iniciales “PRV”, que tiene significado la estructura ya mencionada, y seleccionamos el nodo a cambiar. Seguido se va a configurar la nueva presión la cual saldrá de la cámara rompe presión en “Pressure setting” con un valor de 20 m H2O; cerramos el cuadro de configuración y pasaremos a computar.

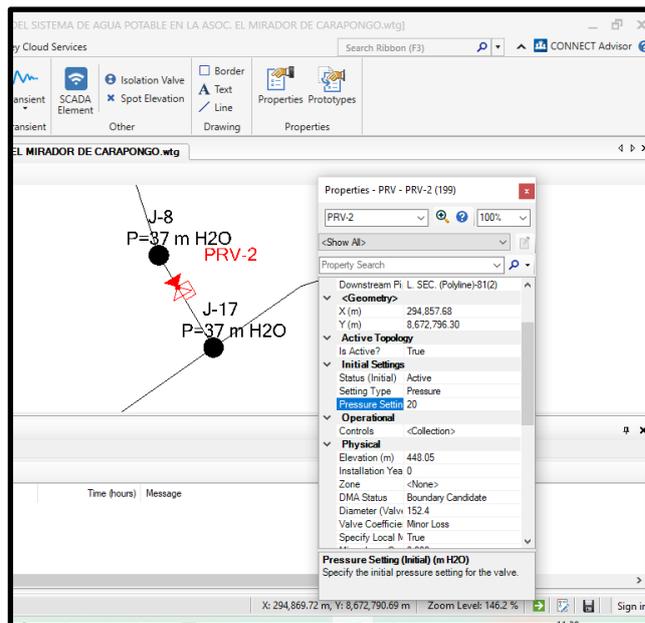
Figura 24. Ingreso de cámara rompe presión



Fuente: watercad

Después de computar la primera cámara rompe presión podemos observar que hay nodos de cotas inferiores que aún reciben presión superior al permitido, donde nos incita a colocar una segunda cámara rompe presión donde termina la línea primaria e inicia la secundaria con el mismo procedimiento anterior.

Figura 25. Ingreso de la segunda cámara rompe presión



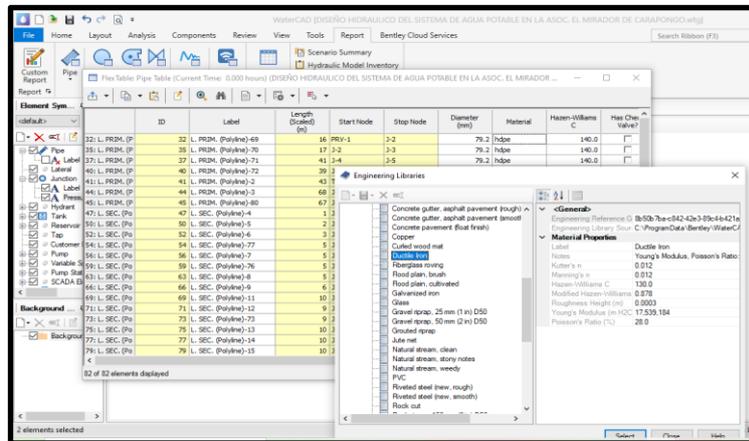
Fuente: watercad

Identificación de línea primaria, secundaria y colocación de caudal

Para poder identificar y diferenciar cual es la red primaria y secundaria nos vamos a la pestaña “Report” y seleccionamos “Pipe”, se muestra un cuadro de las tuberías compuesta de nodo a nodo, sin embargo las tuberías de líneas primarias están consideradas como Hdpe, la cual procederemos a cambiar; en la columna de nombre “Label” identificamos las tuberías primarias como “L. Prim.” y en la columna “Material” damos clic donde aparecerá una lista de materiales la cual será nuestra red, en este caso “Ductile Iron” (tubería de hierro dúctil) y colocaremos el diámetro calculado en la columna anterior.

Una vez configurada la tubería de red primaria, pasamos a correr el programa haciendo clic en “Home”, seguido de “Compute”.

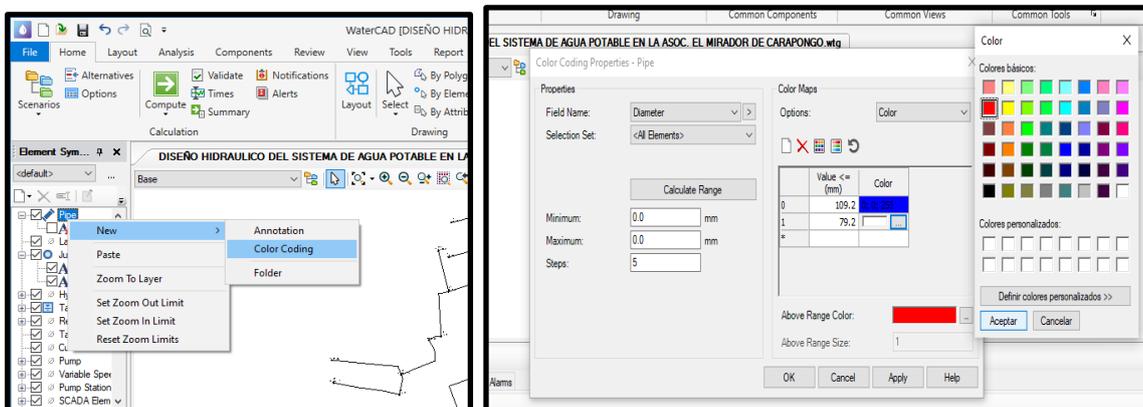
Figura 26. Identificación de tuberías primaria y secundaria

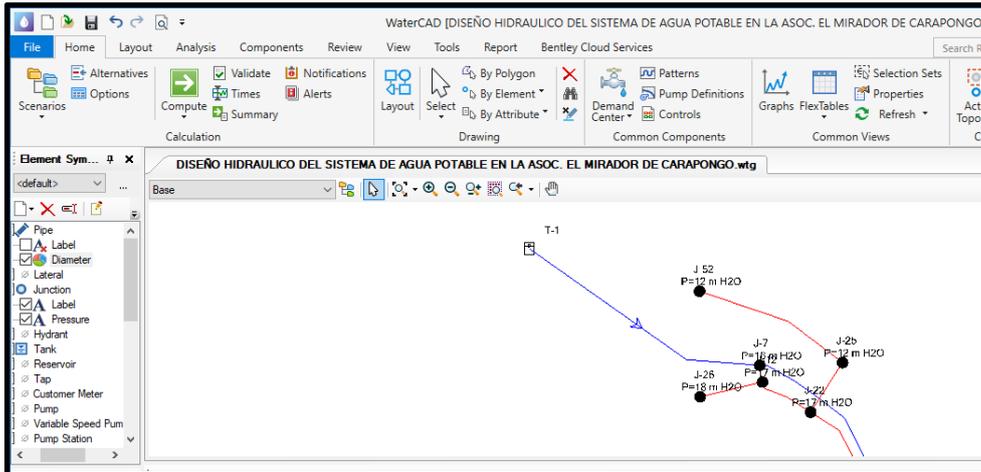


ID	Label	Length (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	
32	L. PRIM. (P)	32	L. PRIM. (Polyline)-69	16 PRV-1	J-2	109.2	Ductile Iron	130.0	<input type="checkbox"/>
35	L. PRIM. (P)	35	L. PRIM. (Polyline)-70	17 J-2	J-3	109.2	Ductile Iron	130.0	<input type="checkbox"/>
37	L. PRIM. (P)	37	L. PRIM. (Polyline)-71	41 J-4	J-5	79.2	Ductile Iron	130.0	<input type="checkbox"/>
40	L. PRIM. (P)	40	L. PRIM. (Polyline)-72	39 J-5	PRV-1	79.2	Ductile Iron	130.0	<input type="checkbox"/>
41	L. PRIM. (P)	41	L. PRIM. (Polyline)-2	43 T-1	J-7	79.2	Ductile Iron	130.0	<input type="checkbox"/>
44	L. PRIM. (P)	44	L. PRIM. (Polyline)-3	68 J-7	J-4	79.2	Ductile Iron	130.0	<input type="checkbox"/>
45	L. PRIM. (P)	45	L. PRIM. (Polyline)-80	67 J-3	J-8	79.2	Ductile Iron	130.0	<input type="checkbox"/>
47	L. SEC. (Po)	47	L. SEC. (Polyline)-4	1 J-9	J-10	79.2	hdpe	140.0	<input type="checkbox"/>

Fuente: watercad

Para poder diferenciarlos pasamos a configurar el color que llevarán cada uno de ellos, para ello seleccionamos en la barra de herramientas que se encuentra en el lado izquierdo de la pantalla, hacemos clic en "Pipe", seguido de "New" y "Color coding", en el nuevo cuadro en "Field name" seleccionamos "Diameter" y en el cuadro derecho colocaremos el diametro de la tubería primaria que es 109.2 mm y escogeremos el color azul, por otro lado la tubería de red secundaria que es 79.2 mm será de color rojo. Daremos clic en "Apply" y "Aceptar". Seguidamente se apreciará en la pantalla del modelamiento el color que obtuvieron la red primaria y secundaria según la configuración mencionada.

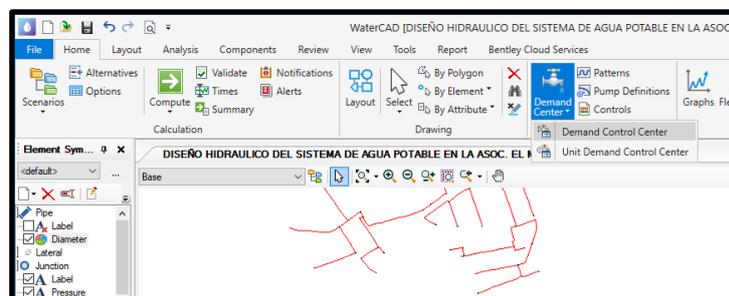


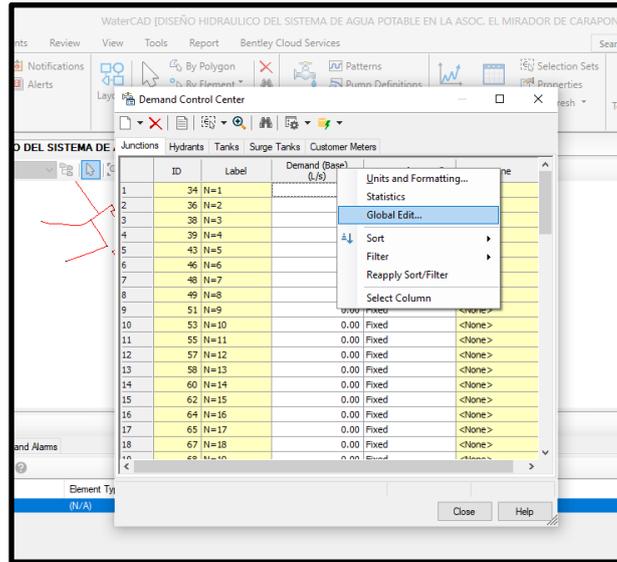


Para colocar el caudal en cada nodo se ha considerado dividir el caudal máximo horario calculado entre la cantidad de nodos dados en el proyecto, en este caso 80 nodos, nos sale según 0.11925 l/seg para cada nodo. Nos vamos a “Home” y seleccionamos el icono “Demand center”, seguido “Demand control center”. Al abrirse el cuadro de la demanda en la columna de “Demand (base)” y dar clic en “Global edit” y colocar el valor obtenido. Se corre el programa con la función “Compute”

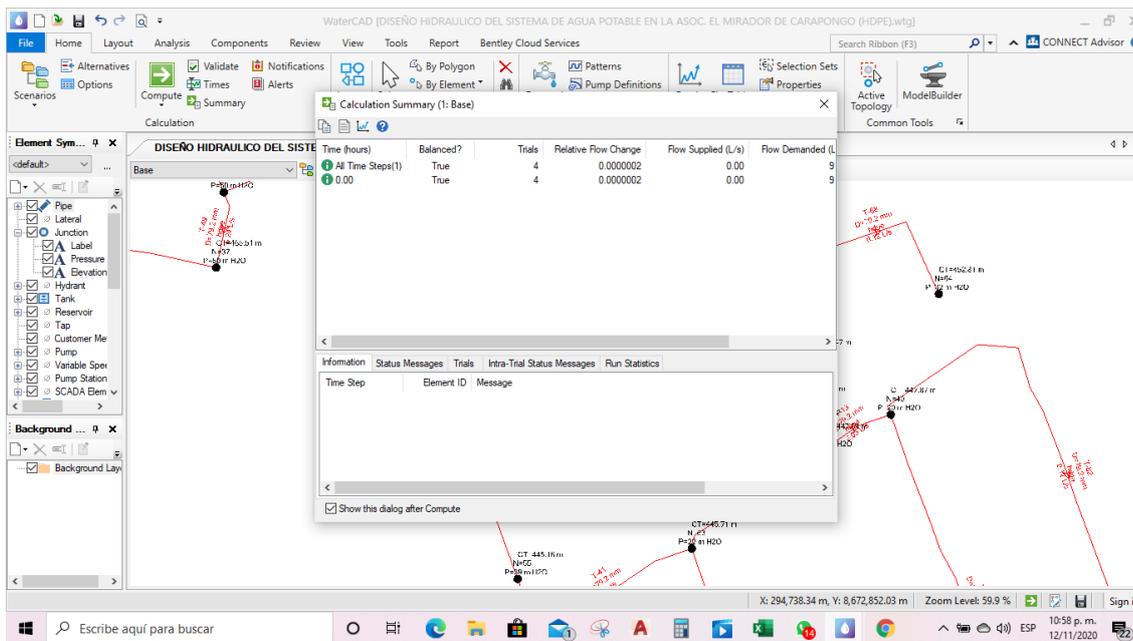
CALCULO CAUDAL DE DISEÑO		
CAUDALES		
AGUA	INICIO DE PROYECTO	FINAL DE PROYECTO
PROMEDIO DIARIO	$Q_{pa} = \frac{Pa \times D}{864000}$	$Q_{pf} = \frac{Pf \times D}{864000}$
SOLUCION	$Q_{pa} = \frac{1596 \text{ hab} \times 150 \text{ lt/hab/dia}}{86400}$ $Q_{pa} = 2.77 \text{ lt/seg}$	$Q_{pf} = \frac{2745 \text{ hab} \times 150 \text{ lt/hab/dia}}{86400}$ $Q_{pf} = 4.77 \text{ lt/seg}$
MAXIMO HORARIO	$Q_{md} = 1.3 \times Q_{pa}$	$Q_{mh} = 2 \times Q_{pf}$
SOLUCION	$Q_{md} = 1.3 \times 2.77 \text{ lt/seg}$ $Q_{md} = 3.601 \text{ l/seg}$	$Q_{mh} = 2 \times 4.77 \text{ lt/seg}$ $Q_{mh} = 9.54 \text{ l/seg}$

Pa: Poblacion actual (habitante)
Pf: Poblacion futura ó de diseño (habitante)
D: Dotacion (l/hab/dia)
Qpa: Caudal promedio diario actual (l/s)
Qpf: Caudal promedio diario futuro (l/s)
Qmd: Caudal maximo horario actual (l/s)
Qmh: Caudal maximo horario futuro (l/s)





Validación del modelamiento



Una vez acabado los pasos mencionados, el modelamiento está listo para exportar y emitir sus reportes. Para emitir los reportes se va a la ventana “Report” seleccionamos “Pipe” (tubería), “Junction” (nodos y tanque) y “Valve” (Crpe). Cuando se da clic en cada uno de los mencionados y damos clic al icono de forma de una hoja, seguido se mostrará el reporte, damos clic en “File”, el siguiente es “Export document” y es ahí donde escogeremos según sea la necesidad el formato que deseamos exportar.

Anexo 7. Reporte de modelamiento general

Tabla 3. Reporte de reservorio

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)
196	T-1	<None>	515.03	515.53	516.03	518.03	0.00	3.05	9.54	516.03

DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE AGUA
POTABLE EN LA ASOC. EL MIRADOR DE
CARAPONGO (PVC).wtg
2/12/2020

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution
Center
27 Siemon Company Drive Suite 200 W Watertown, CT
06795 USA +1-203-755-1666

WaterCAD
[10.02.03.06]
Page 1 of 1

Fuente: Watercad

Tabla 4. Reporte de cámara rompe presión

FlexTable: PRV Table

ID	Label	Elevation (m)	Diameter (Valve) (mm)	Minor Loss Coefficient (Local)	Hydraulic Grade Setting (Initial) (m)	Pressure Setting (Initial) (m H2O)	Flow (L/s)	Hydraulic Grade (From) (m)	Hydraulic Grade (To) (m)	Headloss (m)
198	CRP-1	465.00	152.4	0.000	485.03	20	5.96	514.65	485.05	29.60
199	CRP-2	448.05	152.4	0.000	468.08	20	2.86	484.81	468.10	16.72

DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE AGUA
 POTABLE EN LA ASOC. EL MIRADOR DE
 CARAPONGO (PVC).wtg
 2/12/2020

Bentley Systems, Inc. Haestad Methods Solution
 Center
 27 Siemon Company Drive Suite 200 W Watertown,
 CT 06795 USA +1-203-755-1666

WaterCAD
 [10.02.03.06]
 Page 1 of 1

Fuente: Watercad

Anexo 8. Reporte del modelamiento tubería HDPE

Tabla 5. Reporte de tubería primaria y secundaria HDPE

FlexTable: TUBERIA PRIMARIA Y SECUNDARIA (HDPE) Table

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen- Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
32	T-4	16	CRP-1	N=1	109.2	Ductile Iron	130.0	5.96	0.64
35	T-6	17	N=1	N=2	109.2	Ductile Iron	130.0	5.37	0.57
37	T-3	41	N=3	N=4	109.2	Ductile Iron	130.0	6.44	0.69
40	T-5	39	N=4	CRP-1	109.2	Ductile Iron	130.0	5.96	0.64
41	T-1	43	T-1	N=5	109.2	Ductile Iron	130.0	9.54	1.02
44	T-2	68	N=5	N=3	109.2	Ductile Iron	130.0	7.39	0.79
45	T-7	67	N=2	N=6	109.2	Ductile Iron	130.0	2.98	0.32
200	T-8	3	N=6	CRP-2	109.2	Ductile Iron	130.0	2.86	0.31
47	T-43	1	N=7	N=8	79.2	hdpe	140.0	0.36	0.07
50	T-23	2	N=3	N=9	79.2	hdpe	140.0	0.83	0.17
52	T-11	3	N=5	N=10	79.2	hdpe	140.0	2.03	0.41
54	T-44	5	N=4	N=11	79.2	hdpe	140.0	0.36	0.07
56	T-53	5	N=12	N=13	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
59	T-35	5	N=1	N=14	79.2	hdpe	140.0	0.48	0.10
63	T-45	5	N=16	N=17	79.2	hdpe	140.0	0.36	0.07
66	T-26	6	N=18	N=19	79.2	hdpe	140.0	0.72	0.15
69	T-15	10	N=10	N=20	79.2	hdpe	140.0	1.79	0.36
71	T-24	9	N=18	N=21	79.2	hdpe	140.0	0.83	0.17
73	T-54	9	N=11	N=22	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
75	T-47	10	N=20	N=23	79.2	hdpe	140.0	0.24	0.05
77	T-55	10	N=10	N=24	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
79	T-18	10	N=25	N=26	79.2	hdpe	140.0	1.67	0.34
82	T-32	12	N=27	N=28	79.2	hdpe	140.0	0.60	0.12
85	T-56	12	N=17	N=29	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
87	T-57	16	N=30	N=31	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
90	T-48	15	N=12	N=32	79.2	hdpe	140.0	0.24	0.05
92	T-16	16	N=34	N=33	79.2	hdpe	140.0	1.79	0.36
95	T-36	16	N=35	N=30	79.2	hdpe	140.0	0.48	0.10
97	T-49	18	N=36	N=37	79.2	hdpe	140.0	0.24	0.05
100	T-37	18	N=38	N=39	79.2	hdpe	140.0	0.48	0.10
103	T-13	18	N=15	N=40	79.2	hdpe	140.0	2.03	0.41
105	T-58	24	N=41	N=42	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
108	T-38	21	N=43	N=44	79.2	hdpe	140.0	0.48	0.10
111	T-59	21	N=9	N=45	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
113	T-60	21	N=32	N=46	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
115	T-61	23	N=48	N=47	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
118	T-39	23	N=49	N=16	79.2	hdpe	140.0	0.48	0.10
120	T-62	26	N=23	N=50	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
122	T-27	26	N=21	N=38	79.2	hdpe	140.0	0.72	0.15
123	T-20	27	N=20	N=51	79.2	hdpe	140.0	1.43	0.29
125	T-34	26	N=9	N=49	79.2	hdpe	140.0	0.60	0.12
126	T-50	28	N=44	N=52	79.2	hdpe	140.0	0.24	0.05
128	T-21	29	N=51	N=53	79.2	hdpe	140.0	1.19	0.24
130	T-63	31	N=44	N=54	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
132	T-14	34	N=55	N=34	79.2	hdpe	140.0	1.91	0.39
134	T-64	70	N=17	N=56	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
136	T-28	44	N=26	N=41	79.2	hdpe	140.0	0.72	0.15

137	T-51	34	N=30	N=57	79.2	hdpe	140.0	0.24	0.05
139	T-10	35	N=2	N=58	79.2	hdpe	140.0	2.27	0.46
141	T-65	35	N=57	N=59	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
143	T-66	36	N=60	N=61	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
146	T-67	37	N=51	N=62	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
148	T-29	38	N=15	N=63	79.2	hdpe	140.0	0.72	0.15
150	T-68	50	N=48	N=64	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
152	T-40	51	N=28	N=36	79.2	hdpe	140.0	0.48	0.10
153	T-69	39	N=11	N=65	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
155	T-30	46	N=60	N=27	79.2	hdpe	140.0	0.72	0.15
156	T-25	78	N=26	N=66	79.2	hdpe	140.0	0.83	0.17
158	T-41	42	N=63	N=7	79.2	hdpe	140.0	0.48	0.10
159	T-33	42	N=19	N=35	79.2	hdpe	140.0	0.60	0.12
160	T-31	48	N=66	N=43	79.2	hdpe	140.0	0.72	0.15
161	T-70	43	N=8	N=67	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
163	T-71	75	N=8	N=68	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
165	T-72	46	N=53	N=69	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
167	T-73	51	N=52	N=70	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
169	T-52	52	N=39	N=71	79.2	hdpe	140.0	0.24	0.05
171	T-46	53	N=14	N=48	79.2	hdpe	140.0	0.36	0.07
172	T-74	58	N=37	N=72	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
174	T-22	78	N=53	N=60	79.2	hdpe	140.0	0.95	0.19
175	T-75	65	N=36	N=73	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
177	T-76	68	N=63	N=74	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
179	T-77	73	N=43	N=75	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
181	T-78	74	N=71	N=76	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
183	T-79	75	N=58	N=77	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
185	T-80	79	N=38	N=78	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
187	T-81	86	N=39	N=79	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
189	T-42	86	N=41	N=12	79.2	hdpe	140.0	0.48	0.10
190	T-17	90	N=40	N=25	79.2	hdpe	140.0	1.79	0.36
191	T-12	120	N=58	N=55	79.2	hdpe	140.0	2.03	0.41
192	T-82	134	N=40	N=80	79.2	hdpe	140.0	0.12	0.02
194	T-19	115	N=33	N=18	79.2	hdpe	140.0	1.67	0.34
201	T-9	7	CRP-2	N=15	79.2	hdpe	140.0	2.86	0.58

DISEÑO HIDRAULICO DEL
SISTEMA DE AGUA POTABLE
EN LA ASOC. EL MIRADOR DE
CARAPONGO (HDPE).wtg
7/12/2020

Bentley Systems, Inc. Haestad
Methods Solution Center
27 Siemon Company Drive Suite
200 W Watertown, CT 06795
USA +1-203-755-1666

WaterCAD
[10.02.03.06]
Page 1 of 1

Fuente: Watercad

Tabla 6. Reporte de nodos HDPE

FlexTable: Junction Table

ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)
34	N=1	461.95	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.97
36	N=2	458.55	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.90
38	N=3	486.32	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.06
39	N=4	473.31	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	514.83
43	N=5	500.29	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.54
46	N=6	448.28	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.82
48	N=7	443.17	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	468.04
49	N=8	443.09	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	468.04
51	N=9	486.94	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.05
53	N=10	499.32	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.53
55	N=11	474.05	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	514.83
57	N=12	434.34	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.77
58	N=13	434.08	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.77
60	N=14	462.06	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.97
62	N=15	447.61	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	468.06
64	N=16	484.43	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.04
65	N=17	483.43	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.04
67	N=18	445.83	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.14
68	N=19	446.49	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.13
70	N=20	499.08	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.51
72	N=21	450.53	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.13
74	N=22	477.23	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	514.83
76	N=23	504.10	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.51
78	N=24	498.49	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.53
80	N=25	438.48	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.82
81	N=26	438.09	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.80

83	N=27	468.41	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.37
84	N=28	470.36	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.37
86	N=29	489.16	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.04
88	N=30	438.21	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.12
89	N=31	436.55	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.12
91	N=32	435.17	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.77
93	N=33	442.94	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.35
94	N=34	442.88	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.39
96	N=35	438.91	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.12
98	N=36	465.50	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.36
99	N=37	465.51	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.36
101	N=38	448.01	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.12
102	N=39	449.64	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.12
104	N=40	447.87	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	468.01
106	N=41	434.51	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.79
107	N=42	432.56	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.79
109	N=43	426.76	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.74
110	N=44	424.72	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.74
112	N=45	493.00	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.05
114	N=46	435.01	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.77
116	N=47	450.47	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.97
117	N=48	453.13	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.97
119	N=49	478.67	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.05
121	N=50	504.45	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.51
124	N=51	495.41	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.47
127	N=52	421.49	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.74
129	N=53	484.75	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.44
131	N=54	423.00	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.74
133	N=55	445.16	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.47
135	N=56	493.99	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.04

138	N=57	442.70	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.12
140	N=58	459.71	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.79
142	N=59	439.90	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.12
144	N=60	474.69	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.39
145	N=61	483.88	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.39
147	N=62	488.62	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.47
149	N=63	445.71	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	468.05
151	N=64	452.81	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.97
154	N=65	466.01	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	514.83
157	N=66	433.83	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.76
162	N=67	438.54	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	468.04
164	N=68	438.81	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	468.04
166	N=69	481.41	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.44
168	N=70	418.64	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.74
170	N=71	443.21	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.11
173	N=72	478.43	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.36
176	N=73	485.30	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.36
178	N=74	437.93	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	468.05
180	N=75	426.62	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.74
182	N=76	472.60	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.11
184	N=77	447.50	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.79
186	N=78	472.87	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.12
188	N=79	473.09	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.12
193	N=80	439.10	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	468.01

DISEÑO HIDRAULICO DEL
SISTEMA DE AGUA POTABLE
EN LA ASOC. EL MIRADOR DE
CARAPONGO (HDPE).wtg
7/12/2020

Bentley Systems, Inc. Haestad
Methods Solution Center
27 Siemon Company Drive Suite
200 W Watertown, CT 06795
USA +1-203-755-1666

WaterCAD
[10.02.03.06]
Page 1 of 1

Fuente: Watercad

Anexo 9. Reporte del modelamiento tubería HDPE

Tabla 7. Reporte de tubería primaria y secundaria PVC

FlexTable: Pipe Table

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen- Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)
32	T-4	16	CRP-1	N=1	109.2	Ductile Iron	130.0	5.96	0.64
35	T-6	17	N=1	N=2	109.2	Ductile Iron	130.0	5.37	0.57
37	T-3	41	N=3	N=4	109.2	Ductile Iron	130.0	6.44	0.69
40	T-5	39	N=4	CRP-1	109.2	Ductile Iron	130.0	5.96	0.64
41	T-1	43	T-1	N=5	109.2	Ductile Iron	130.0	9.54	1.02
44	T-2	68	N=5	N=3	109.2	Ductile Iron	130.0	7.39	0.79
45	T-7	67	N=2	N=6	109.2	Ductile Iron	130.0	2.98	0.32
200	T-8	3	N=6	CRP-2	109.2	Ductile Iron	130.0	2.86	0.31
47	T-43	1	N=7	N=8	81.4	PVC	150.0	0.36	0.07
50	T-23	2	N=3	N=9	81.4	PVC	150.0	0.83	0.16
52	T-11	3	N=5	N=10	81.4	PVC	150.0	2.03	0.39
54	T-44	5	N=4	N=11	81.4	PVC	150.0	0.36	0.07
56	T-53	5	N=12	N=13	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
59	T-35	5	N=1	N=14	81.4	PVC	150.0	0.48	0.09
63	T-45	5	N=16	N=17	81.4	PVC	150.0	0.36	0.07
66	T-26	6	N=18	N=19	81.4	PVC	150.0	0.72	0.14
69	T-15	10	N=10	N=20	81.4	PVC	150.0	1.79	0.34
71	T-24	9	N=18	N=21	81.4	PVC	150.0	0.83	0.16
73	T-54	9	N=11	N=22	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
75	T-47	10	N=20	N=23	81.4	PVC	150.0	0.24	0.05
77	T-55	10	N=10	N=24	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
79	T-18	10	N=25	N=26	81.4	PVC	150.0	1.67	0.32
82	T-32	12	N=27	N=28	81.4	PVC	150.0	0.60	0.11
85	T-56	12	N=17	N=29	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
87	T-57	16	N=30	N=31	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
90	T-48	15	N=12	N=32	81.4	PVC	150.0	0.24	0.05
92	T-16	16	N=34	N=33	81.4	PVC	150.0	1.79	0.34
95	T-36	16	N=35	N=30	81.4	PVC	150.0	0.48	0.09
97	T-49	18	N=36	N=37	81.4	PVC	150.0	0.24	0.05
100	T-37	18	N=38	N=39	81.4	PVC	150.0	0.48	0.09
103	T-13	18	N=15	N=40	81.4	PVC	150.0	2.03	0.39
105	T-58	24	N=41	N=42	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
108	T-38	21	N=43	N=44	81.4	PVC	150.0	0.48	0.09
111	T-59	21	N=9	N=45	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
113	T-60	21	N=32	N=46	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
115	T-61	23	N=48	N=47	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
118	T-39	23	N=49	N=16	81.4	PVC	150.0	0.48	0.09
120	T-62	26	N=23	N=50	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
122	T-27	26	N=21	N=38	81.4	PVC	150.0	0.72	0.14
123	T-20	27	N=20	N=51	81.4	PVC	150.0	1.43	0.27
125	T-34	26	N=9	N=49	81.4	PVC	150.0	0.60	0.11

126	T-50	28	N=44	N=52	81.4	PVC	150.0	0.24	0.05
128	T-21	29	N=51	N=53	81.4	PVC	150.0	1.19	0.23
130	T-63	31	N=44	N=54	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
132	T-14	34	N=55	N=34	81.4	PVC	150.0	1.91	0.37
134	T-64	70	N=17	N=56	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
136	T-28	44	N=26	N=41	81.4	PVC	150.0	0.72	0.14
137	T-51	34	N=30	N=57	81.4	PVC	150.0	0.24	0.05
139	T-10	35	N=2	N=58	81.4	PVC	150.0	2.27	0.44
141	T-65	35	N=57	N=59	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
143	T-66	36	N=60	N=61	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
146	T-67	37	N=51	N=62	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
148	T-29	38	N=15	N=63	81.4	PVC	150.0	0.72	0.14
150	T-68	50	N=48	N=64	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
152	T-40	51	N=28	N=36	81.4	PVC	150.0	0.48	0.09
153	T-69	39	N=11	N=65	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
155	T-30	46	N=60	N=27	81.4	PVC	150.0	0.72	0.14
156	T-25	78	N=26	N=66	81.4	PVC	150.0	0.83	0.16
158	T-41	42	N=63	N=7	81.4	PVC	150.0	0.48	0.09
159	T-33	42	N=19	N=35	81.4	PVC	150.0	0.60	0.11
160	T-31	48	N=66	N=43	81.4	PVC	150.0	0.72	0.14
161	T-70	43	N=8	N=67	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
163	T-71	75	N=8	N=68	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
165	T-72	46	N=53	N=69	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
167	T-73	51	N=52	N=70	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
169	T-52	52	N=39	N=71	81.4	PVC	150.0	0.24	0.05
171	T-46	53	N=14	N=48	81.4	PVC	150.0	0.36	0.07
172	T-74	58	N=37	N=72	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
174	T-22	78	N=53	N=60	81.4	PVC	150.0	0.95	0.18
175	T-75	65	N=36	N=73	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
177	T-76	68	N=63	N=74	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
179	T-77	73	N=43	N=75	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
181	T-78	74	N=71	N=76	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
183	T-79	75	N=58	N=77	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
185	T-80	79	N=38	N=78	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
187	T-81	86	N=39	N=79	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
189	T-42	86	N=41	N=12	81.4	PVC	150.0	0.48	0.09
190	T-17	90	N=40	N=25	81.4	PVC	150.0	1.79	0.34
191	T-12	120	N=58	N=55	81.4	PVC	150.0	2.03	0.39
192	T-82	134	N=40	N=80	81.4	PVC	150.0	0.12	0.02
194	T-19	115	N=33	N=18	81.4	PVC	150.0	1.67	0.32
201	T-9	7	CRP-2	N=15	81.4	PVC	150.0	2.86	0.55

DISEÑO HIDRAULICO DEL
SISTEMA DE AGUA POTABLE
EN LA ASOC. EL MIRADOR DE
CARAPONGO (PVC).wtg
7/12/2020

Bentley Systems, Inc.
Haestad Methods Solution
Center
27 Siemon Company Drive
Suite 200 W Watertown,
CT 06795 USA +1-203-
755-1666

WaterCAD
[10.02.03.06]
Page 1 of 1

Fuente: Watercad

Tabla 8. Reporte de nodos PVC

FlexTable: Junction Table

ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
34	N=1	461.95	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.97	23
36	N=2	458.55	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.90	26
38	N=3	486.32	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.06	29
39	N=4	473.31	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	514.83	41
43	N=5	500.29	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.54	15
46	N=6	448.28	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.82	36
48	N=7	443.17	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	468.05	25
49	N=8	443.09	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	468.05	25
51	N=9	486.94	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.05	28
53	N=10	499.32	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.53	16
55	N=11	474.05	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	514.83	41
57	N=12	434.34	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.84	33
58	N=13	434.08	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.84	34
60	N=14	462.06	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.97	23
62	N=15	447.61	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	468.07	20
64	N=16	484.43	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.05	31
65	N=17	483.43	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.05	32
67	N=18	445.83	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.31	38
68	N=19	446.49	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.31	38
70	N=20	499.08	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.52	16
72	N=21	450.53	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.31	34
74	N=22	477.23	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	514.83	38
76	N=23	504.10	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.52	11
78	N=24	498.49	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.53	17
80	N=25	438.48	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.89	29
81	N=26	438.09	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.87	30
83	N=27	468.41	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.41	47

84	N=28	470.36	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.41	45
86	N=29	489.16	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.05	26
88	N=30	438.21	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.30	46
89	N=31	436.55	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.30	48
91	N=32	435.17	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.84	33
93	N=33	442.94	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.48	41
94	N=34	442.88	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.50	42
96	N=35	438.91	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.30	45
98	N=36	465.50	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.40	50
99	N=37	465.51	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.40	50
101	N=38	448.01	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.30	36
102	N=39	449.64	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.30	35
104	N=40	447.87	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	468.03	20
106	N=41	434.51	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.86	33
107	N=42	432.56	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.86	35
109	N=43	426.76	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.82	41
110	N=44	424.72	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.82	43
112	N=45	493.00	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.05	22
114	N=46	435.01	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.84	33
116	N=47	450.47	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.97	34
117	N=48	453.13	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.97	32
119	N=49	478.67	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.05	36
121	N=50	504.45	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.52	11
124	N=51	495.41	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.49	20
127	N=52	421.49	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.82	46
129	N=53	484.75	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.47	31
131	N=54	423.00	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.82	45
133	N=55	445.16	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.57	39
135	N=56	493.99	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.04	21
138	N=57	442.70	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.30	42

140	N=58	459.71	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.82	25
142	N=59	439.90	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.30	44
144	N=60	474.69	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.43	41
145	N=61	483.88	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.43	31
147	N=62	488.62	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.49	27
149	N=63	445.71	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	468.06	22
151	N=64	452.81	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.97	32
154	N=65	466.01	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	514.83	49
157	N=66	433.83	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.84	34
162	N=67	438.54	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	468.05	29
164	N=68	438.81	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	468.05	29
166	N=69	481.41	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.47	34
168	N=70	418.64	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.82	49
170	N=71	443.21	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.30	41
173	N=72	478.43	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.40	37
176	N=73	485.30	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	515.40	30
178	N=74	437.93	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	468.06	30
180	N=75	426.62	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	467.82	41
182	N=76	472.60	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.30	12
184	N=77	447.50	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.82	37
186	N=78	472.87	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.30	11
188	N=79	473.09	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	484.30	11
193	N=80	439.10	<None>	<Collection: 1 items>	0.12	468.03	29

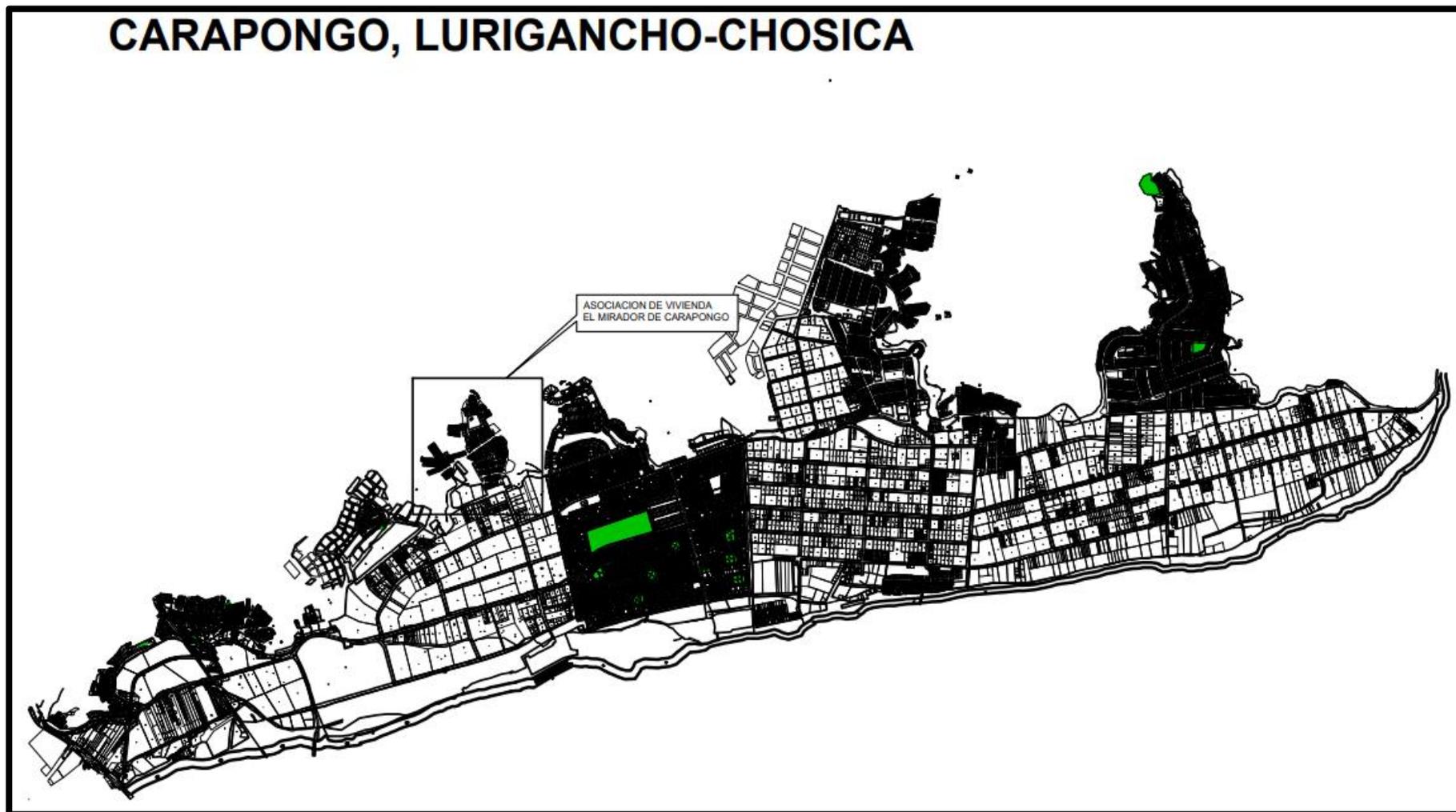
DISEÑO HIDRAULICO DEL
SISTEMA DE AGUA POTABLE EN
LA ASOC. EL MIRADOR DE
CARAPONGO (PVC).wtg
7/12/2020

Bentley Systems, Inc. Haestad
Methods Solution Center
27 Siemon Company Drive Suite
200 W Watertown, CT 06795
USA +1-203-755-1666

WaterCAD
[10.02.03.06]
Page 1 of 1

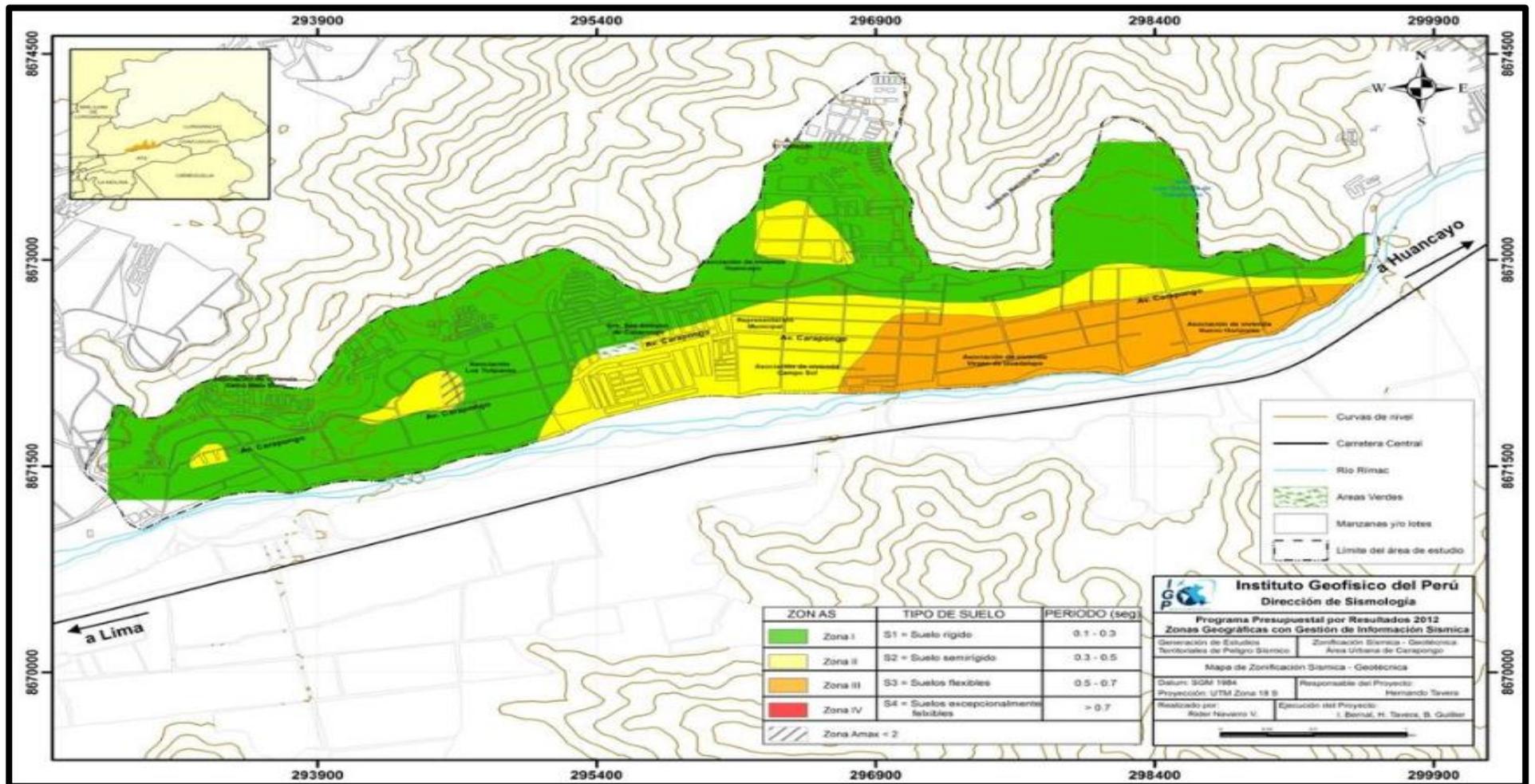
Fuente: Watercad

Anexo 10. Ubicación del proyecto



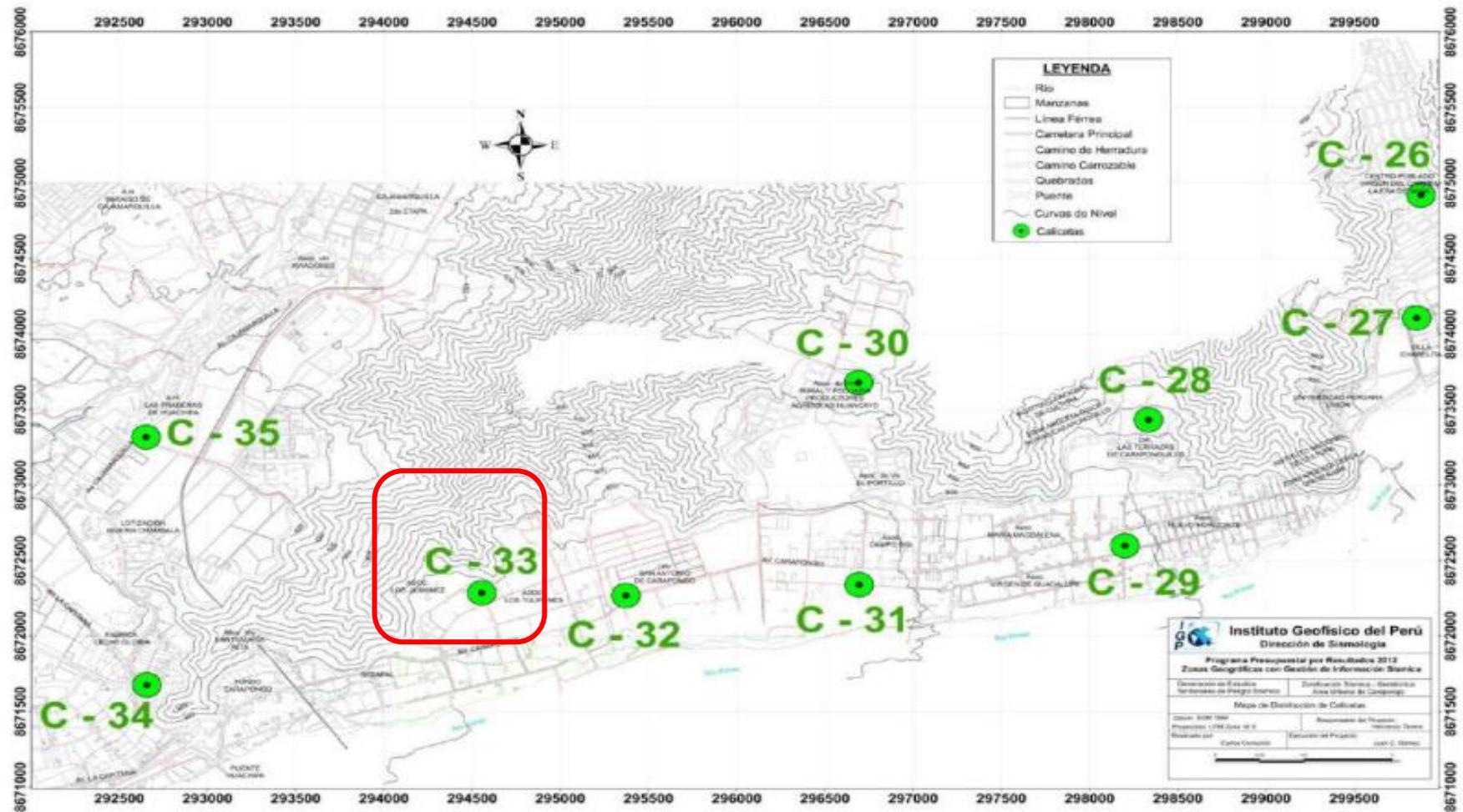
Fuente: Propia

Anexo 11. Mapa de sísmico de Carapongo, Lurigancho-Chosica



Fuente: Instituto Geofísico del Perú

Anexo 12. Mapa de distribución de calicatas en Carapongo, Lurigancho-Chosica



Fuente: Instituto Geofísico del Perú

Anexo 13. Clasificación de suelos SUCS Carapongo, Lurigancho-Chosica

CALICAT AS	Profundidad (m).	Grava (> 4.76mm)	Arena (>0.074mm, <4.76mm)	Finos (<0.074mm)	Uniformidad	Curvatura	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice Plástico (%)	Contenido de Humedad (%)	CLASIFICACION SUCS	Denominación
C-26	2.50	74.0	20.0	6.0	72.69	4.29	NT	NP	-	3.54	GP-GM con arena	Grava pob. Gradada con limo
C-27	2.70	0.0	1.0	99.0	-	-	36.77	31.54	5.23	24.81	ML	Limos organicos
C-28	2.25	24.0	62.0	14.0	-	-	NT	NP	-	3.21	SM con grava	Arena limosa mal Gradada
C-29	2.50	56.0	43.0	1.0	28.79	1.64	NT	NP	-	1.91	GW con arena	Grava bien Gradada
C-30	2.30	50.0	45.0	5.0	31.83	6.44	NT	NP	-	1.33	GP-GM con arena	Grava pob. Gradada con limo
C-31	2.60	59.0	36.0	5.0	91.23	1.20	NT	NP	-	8.87	GW-GM con arena	Grava reg. Gradada con finos
C-32	2.40	52.0	43.0	3.0	26.23	3.32	NT	NP	-	2.67	GP-GM con arena	Grava pob. Gradada con limo
C-33	2.40	81.0	18.0	1.0	7.09	0.69	NT	NP	-	2.30	GP con arena	Grava mal gradada
C-34	2.50	66.0	31.0	3.0	65.86	2.47	NT	NP	-	5.60	GW con arena	Grava bien Gradada
C-35	2.70	4.0	95.0	1.0	3.45	1.03	NT	NP	-	0.32	SP	Arena pob. Gradada

Fuente: Instituto Geofísico del Perú

Anexo 14. Capacidad portante de calicatas en Carapongo, Lurigancho-Chosica

CALICATAS	Angulo de Fricción interna del Suelo (°)	Cohesión Aparente del Suelo (Kg/cm²)	Densidad seca Promedio (gr/cm³) (< N° 4)	Humedad Natural (%)	Capacidad Carga Admisible (Kg/cm²)
C-26	31.04	0.02	1.76	3.54	2.08
C-27	17.10	0.12	1.41	24.81	1.06
C-28	27.67	0.03	1.66	3.21	1.64
C-29	29.96	0.01	1.71	1.91	1.57
C-30	30.10	0.01	1.78	1.33	1.81
C-31	29.10	0.03	1.57	1.33	1.40
C-32	29.10	0.03	1.67	2.67	1.49
C-33	30.74	0.00	1.69	2.3	1.87
C-34	31.03	0.00	1.60	5.6	1.84
C-35	28.21	0.00	1.68	0.32	1.34

Fuente: Instituto Geofísico del Perú

Anexo 15. Ficha técnica de tubería PVC





SISTEMA PRESIÓN

**NTP-ISO 4422
TUBOS Y ACCESORIOS DE PVC - U**

**CATÁLOGO Y
MANUAL TÉCNICO**

TUBOS Y ACCESORIOS DE PVC - U PRESIÓN CATÁLOGO NTP-ISO 4422

Índice

Presentación	1
1. Especificaciones técnicas	5
1.1 Normalización	
Norma Técnica Peruana	
1.2 Características técnicas	
1.3 Vida útil	
1.4 Determinación del espesor de la pared	
1.5 Efecto de la temperatura en la presión de trabajo de los tubos PVC - U	
1.6 Determinación del diámetro de tubos de PVC - U	
2. Productos Nicoll	13
2.1 Tubos PVC - U Presión UF	
2.2 Tubos PVC - U Presión UC	
2.3 Accesorios Presión PVC - U UF	
2.4 Accesorios Presión PVC - U UC	
3.- Accesorios Inyectados Complementarios	20
4.- Instalación	22
4.1 Preparación de la zanja	
4.2 Empalmes	
Tubos de Unión Flexible UF	
Tubos de Unión Cementada UC	
4.3 Anclaje	
4.4 Prueba Hidráulica	
4.5 Relleno y Compactación	
5.- Anexos	25
5.1 Tabla del comportamiento del PVC - U a los productos químicos	
5.2 Anillos para Sistema de Abastecimiento de Agua	
5.3 Lubricantes	

1.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1.1 Normalización:

La normalización establece las características dimensionales y de resistencia para satisfacer diversas exigencias de uso.

En este sentido, el Comité Técnico Permanente de Tubos, Válvulas y Accesorios de Material Plástico para el Transporte de Fluidos, culminó en Junio del 2003, el Proyecto de Norma Técnica Peruana ISO 4422, fundamentado en la Norma Técnica Internacional ISO 4422:1996 (en sus cinco partes). Aprobada con Resolución R0086-2003/INDECOPI-CRT.

Normas Técnicas Peruanas

NTP-ISO 4422-1: TUBOS Y CONEXIONES DE POLI (CLORURO DE VINILO) NO PLASTIFICADO (PVC-U) PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA. Especificaciones. Parte 1: General

NTP-ISO 4422-2: TUBOS Y CONEXIONES DE POLI (CLORURO DE VINILO) NO PLASTIFICADO (PVC-U) PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA. Especificaciones. Parte 2: Tubos (con o sin campanas)

NTP-ISO 4422-3: TUBOS Y CONEXIONES DE POLI (CLORURO DE VINILO) NO PLASTIFICADO (PVC-U) PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA. Especificaciones. Parte 3: Conexiones y juntas

1.2 Características Técnicas:

Propiedades Físicas:

Peso Específico	:	≈ 1,44 g / cm ³ a 25° C
Absorción de agua	:	< 40 g / m ²
Estabilidad dimensional a 150° C	:	< 5 %
Coefficiente de Dilatación térmica	:	0,06 - 0,08 mm / m / ° C
Constante dieléctrica a 10 ³ - 10 ⁶ HZ	:	3 - 3,8
Inflamabilidad	:	Autoextinguible
Coefficiente de fricción	:	n = 0,009 Manning , C = 150 Hazen -Williams.
Punto Vicat	:	≥ 80° C

Características Mecánicas

Tensión de Diseño	:	100kgf/cm ²
Resistencia a la tracción	:	480-560 kgf / cm ²
Resistencia a la compresión	:	610-650 kgf/cm ²
Módulo de elasticidad	:	≈ 30 000 kgf / cm ²

1.3 Vida útil

Los tubos de PVC se diseñan para una vida útil de 50 años. Este concepto está fundamentado en el comportamiento real del material comprobado en conducciones en servicio proyectadas hace más de 30 años.

Estos valores se extrapolan luego a 50 años, aplicándose un coeficiente de seguridad igual a 2,5.

1.4 Determinación del espesor de pared

El espesor de pared de los tubos circulares de PVC se determina en función de las solicitudes de presión nominal (clase), de su diámetro exterior y del esfuerzo de diseño característica del material con proyección a 50 años y a temperatura constante (20°C), según la siguiente fórmula:

$$e = D \frac{P}{2\sigma + P}$$



eurotubo[®]
Calidad que Fluye con el Perú



TUBERÍAS DE POLIETILENO
DE ALTA DENSIDAD (HDPE / PEAD)



● ● BIENVENIDOS ● ●

Somos una empresa peruana con más de 19 años en el mercado, dedicada a la fabricación y comercialización de tuberías y conexiones de PVC-U, CPVC, PEAD/HDPE y tubería con anillo incorporado de alma de acero para su uso en los sectores productivos y domésticos en la conducción de agua, efluentes y energía.

Nuestros productos son fabricados con materia prima 100% virgen de primera calidad, y cumplen con los requisitos establecidos en las Normas Técnicas Peruanas Nacionales y Normas Técnicas Internacionales (NTP ISO, ASTM), vigentes para cada tipo de tubería.

Este brochure técnico ha sido elaborado para brindarle la información necesaria acerca de nuestros productos según lo que Ud. requiera.

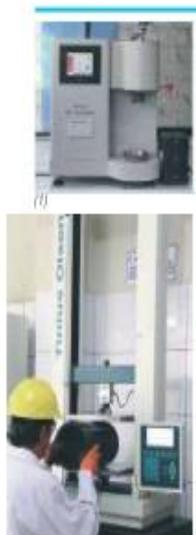
Misión

"Somos una industria peruana que ofrece productos de óptima calidad, con la finalidad de obtener un alto grado de satisfacción de nuestros clientes, teniendo como principios la mejora continua, responsabilidad social y respeto al medio ambiente."

Visión

"Ser una industria peruana reconocida por su alto nivel de calidad, con liderazgo en los productos y servicios que brindamos, para el mercado nacional e internacional."

TECNOLOGÍA, CALIDAD E INNOVACIÓN



(3)

► Laboratorio y Aseguramiento de la Calidad

Contamos con un moderno laboratorio implementado con equipos de última generación, de acuerdo a lo establecido en los métodos de ensayo de las normas de fabricación vigentes. Este laboratorio ha sido auditado por un organismo certificador autorizado por INACAL, y cumple con los requisitos establecidos en la norma NTP-ISO/IEC 17025, lo que nos permite otorgar Protocolos de Ensayo, Certificados de Calidad y Cartas de Garantía correspondientes.

1. Medición del índice de fluidez- ISO 1133
2. Ensayo de rigidez circunferencial- ISO 9909
3. Ensayo de presión hidrostática interna- NTP-ISO 1167

► Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2008

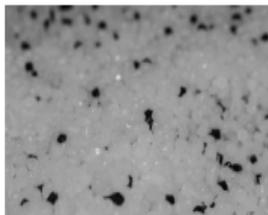
Gestionamos nuestros procesos bajo un enfoque de calidad, enfoque al cliente y mejora continua del desempeño que nos permiten lograr la satisfacción de nuestros clientes. Es por ello que actualmente contamos con la certificación ISO 9001, la cual certifica la implementación, mantenimiento y mejora de nuestro Sistema de Gestión de Calidad bajo los requisitos establecidos en la norma



● ● EL POLIETILENO (PE) ● ●

En los últimos años la importancia de los tubos plásticos en el diseño de redes públicas, privadas e industriales para abastecimiento de agua, saneamiento y gas natural se ha incrementado gradualmente. Esta tendencia confirma la confianza de los plásticos como materiales de tuberías, debido principalmente al mayor conocimiento y experiencia que sobre los mismos existe actualmente a nivel mundial.

La mayoría de los plásticos se obtienen del petróleo por lo que puede ser interesante conocer cómo se distribuye el consumo del petróleo en el mundo. La siguiente figura indica que solamente el 4% del petróleo es empleado para la fabricación de plásticos, mientras que el 96% es "quemado" en el transporte, calefacción etc.



El Polietileno se obtiene por polimerización del Etileno sometiéndolo a presión y temperatura. A la salida de los reactores el PE es un polvo fino de color blanco, al que se incorporan aditivos para mejorar la resistencia a la luz y al calor.

Las moléculas del PE no son perfectamente lineales, sino que están ramificadas. Según el proceso de polimerización usado (temperatura, presión y características del medio), pueden obtenerse polietilenos con diferentes grados de ramificación en la estructura de las cadenas que constituyen sus moléculas. El grado de ramificación y la longitud de las cadenas laterales, condiciona en gran medida las propiedades del material.

Características Generales

- Las tuberías de PE están diseñadas para trabajar enterradas a 20° C durante una vida útil de 50 años, con un coeficiente de seguridad mínimo de 1,25 para conducciones de agua y mínimo 2,0 para redes de gas. Teniendo en cuenta de que a partir de 0,8 m. de profundidad de instalación dejan de influir sobre las tuberías las condiciones de temperatura ambiental, podemos decir que su duración total todavía es mucho más.
- El PE se puede considerar un material noble, existiendo gran experiencia en su utilización debido a su comportamiento y antigüedad en la aplicación en redes de agua potable. La única precaución que hay que tener, es que debido a su nobleza, las tuberías de PE pueden ser maltratadas debiéndose seguir escrupulosamente las buenas prácticas de manipulación y montaje de las mismas, si queremos conseguir una instalación confiable y duradera.
- Las tuberías de PE son inodoras, insípidas y atóxicas, cualidades óptimas para la conducción de agua potable entre otras aplicaciones. El PE conserva intactas las características organolépticas del agua sin modificar su sabor. Son extremadamente ligeras con una densidad comprendida entre 0,93 y 0,96 g/cm³, por lo que flotan en el agua y son fáciles de transportar y manipular.
- La superficie interior totalmente lisa, es causa de que la pérdida de carga sea notablemente inferior al de las tuberías tradicionales. Esta cualidad también impide la formación de incrustaciones por precipitación de carbonatos o de otros productos.
- Debido a su inercia química, son resistentes a los ácidos inorgánicos (clorhídrico, sulfúrico), álcalis, detergentes, rebajadores de tensión, aceites minerales y productos de fermentación. El PE no conduce la electricidad, ya que es un excelente aislante eléctrico, lo que evita que un sistema eléctrico pueda ser conectado a tierra por la instalación de tuberías.
- Son flexibles. Admiten ser curvadas en frío, lo cual acelera y abarata su instalación, que por otra parte es muy sencilla, ya que se adapta perfectamente a las irregularidades que pueda presentar el terreno. Durante la instalación debe procurarse que la tubería serpente en el interior de la zanja, con objeto de evitar tensiones originadas por las dilataciones propias del material.

Anexo 17. Cotización de tubería HDPE y PVC



KOPLAST INDUSTRIAL SAC
 RUC: 20505543174
 viernes, 04 de diciembre de 2020

COTIZACIÓN 2273-04-KOPLAST-2020

Razón Social MJM CONSTRUCCIONES GENERALES SAC
RUC 20521617625
Atención ING. JESUSU MIRANDA
Proyecto "ESQUEMA CARAPONGO"

Hacemos llegar un cordial saludo a nombre de nuestra representada, KOPLAST INDUSTRIAL SAC, y al mismo tiempo remitimos la cotización de los productos que se detallan a continuación:

N°	Codigo	Descripción	Cantidad (Mts)	Precio Unit US\$	Sub Total US\$
1	PT2021252114	TUBO HDPE PE100 - SDR 17 - PN 10 - 250 mm	300	22.856	6,856.74
2	PT2021252044	TUBO HDPE PE100 - SDR 17 - PN 10 - 90 mm	800	3.157	2,525.60
3	PT2021252055	TUBO HDPE PE100 - SDR 17 - PN 10 - 110 mm	1050	4.717	4,952.64
4	PT1121052022	TUBO PVC-U 250 mm C -10 UF PRESION	42	126.440	5,310.48
5	PT1121052042	TUBO PVC-U 90 mm C -10 UF PRESION	217	17.037	3,697.03
6	PT1121052052	TUBO PVC-U 110 mm UF PRESION	84	25.440	2,136.96
7		-		-	-
8		-		-	-
9		-		-	-
10		-		-	-
11		-		-	-
12		-		-	-
13		-		-	-
14		-		-	-
15		-		-	-
16		-		-	-
17		-		-	-
18		-		-	-
19		-		-	-
20		-		-	-
21		-		-	-
22		-		-	-
23		-		-	-
24		-		-	-
25		-		-	-
26		-		-	-
27		-		-	-
28		-		-	-
				Sub Total	25,479.45
				18% I.G.V.	4,586.30
				Total US\$	30,065.75

CONDICIONES COMERCIALES

Lugar de Entrega: En nuestros almacenes de Lurín
Validez de la Oferta: viernes, 11 de diciembre de 2020
Fecha de Entrega: 10 días después de colocada OC
Forma de Pago: Letra a 60 días
Tipo de Cambio: 3.67

SUMINISTRO INCLUYE:

Carta de Garantía por 50 años
 Certificado de Calidad del Fabricante
 Asistencia Técnica Constante
 Certificaciones ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001
 "Certificado Categoría "A" – Sello Sedapal"

BANCO	MONEDA NACIONAL	MONEDA EXTRANJERA
BCP	191-1180533-0-74	191-1191440-1-56
SCOTIABANK	007-0012695	007-0012687
INTERBANK	041-3000981664	041-3000981671
BBVA	0011-0108-0100020936-89	0011-0108-0100020952-86
PICHINCHA	1049254910	1049255046
BANBIF	7000629738	7000629746
SANTANDER	8092281	8092290
NACION	00-018-018578	

Atentamente,

Gerardo De La Cruz Hurtado

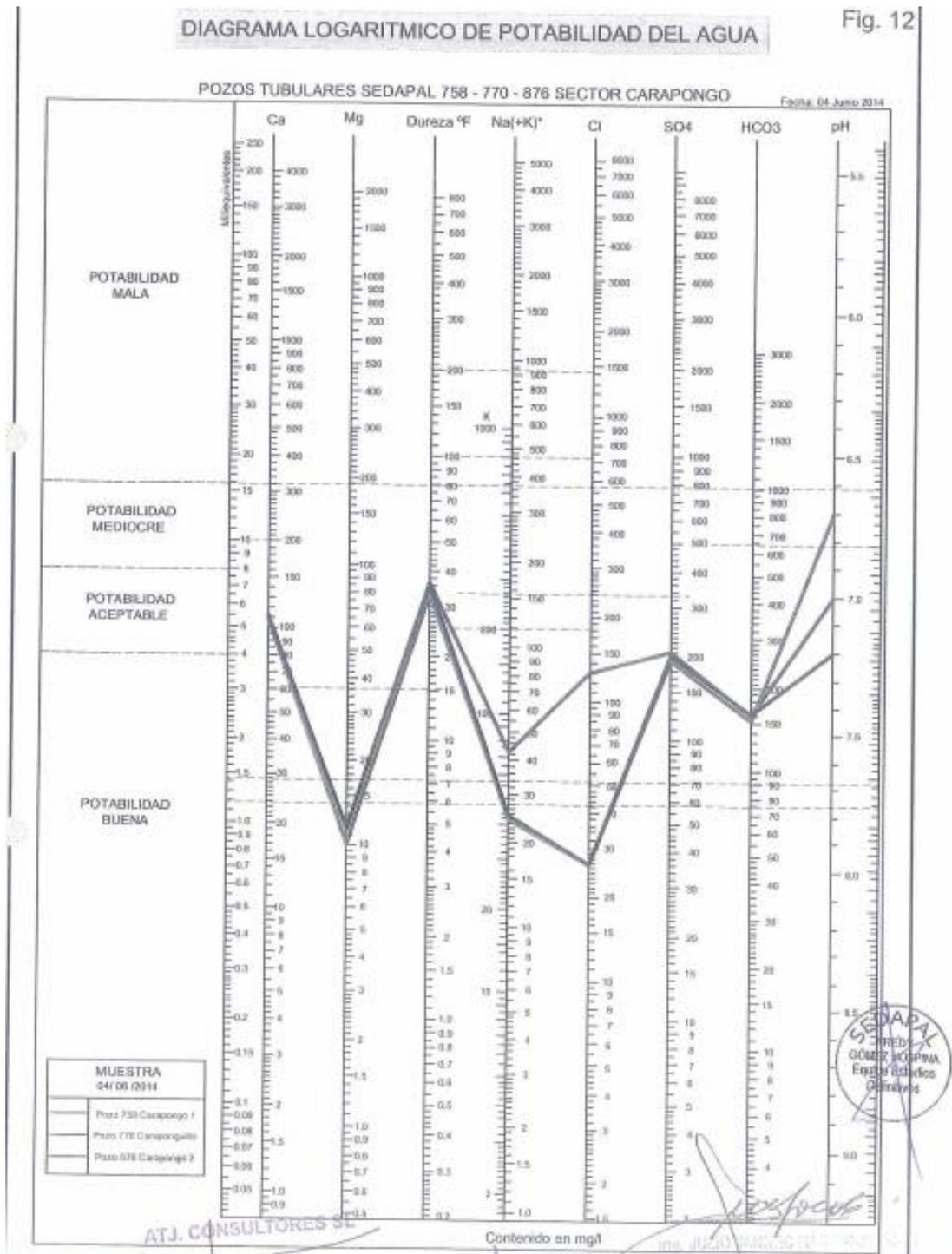
Supervisor Comercial

gdelacruz@koplastindustrial.com

Central: 660-4227 anexo 125 telf 949898399

Síguenos en Facebook: <https://www.facebook.com/KoplastPeru>

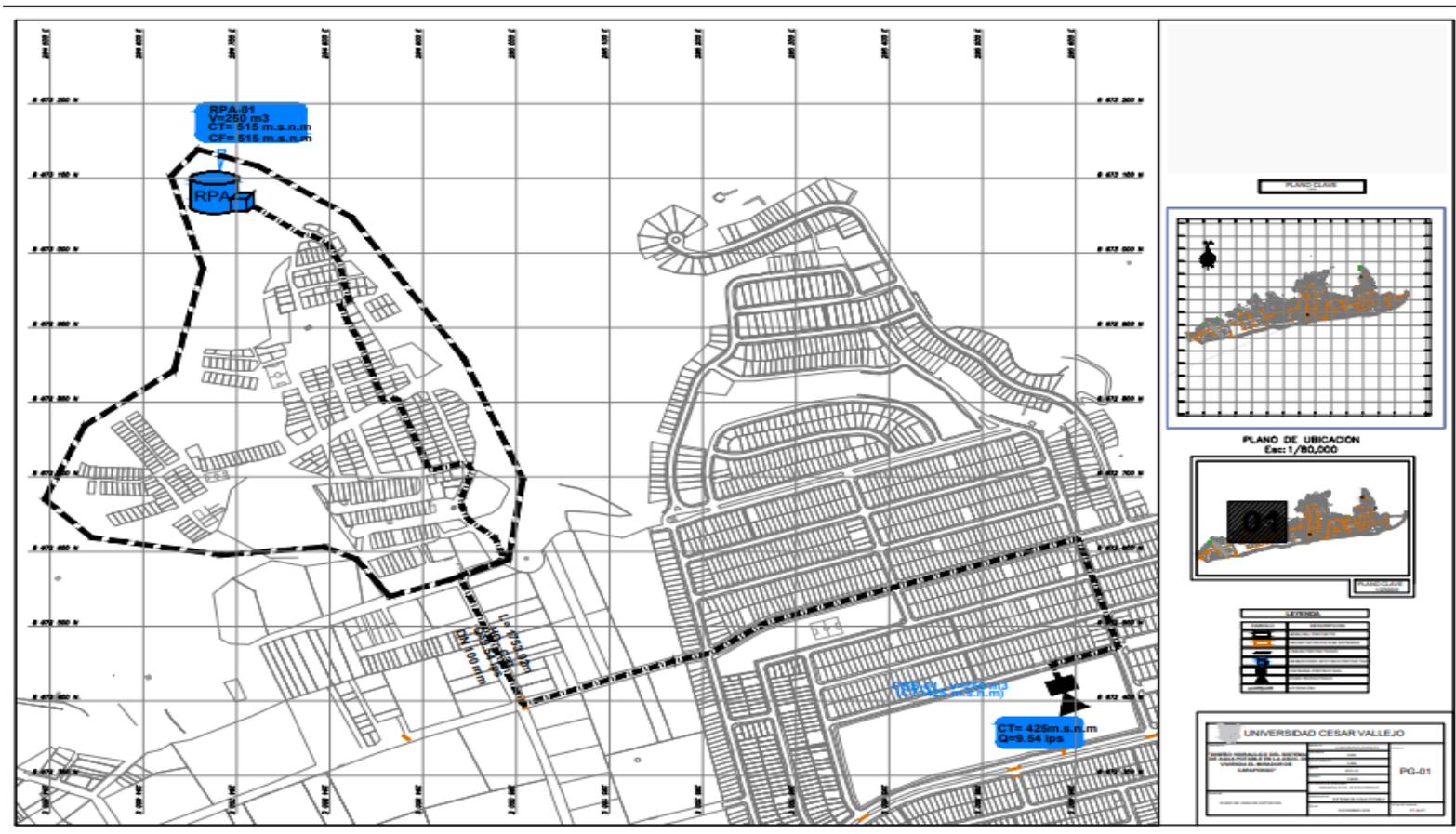
Anexo 18. Calidad del agua punto de captación



Fuente: SEDAPAL

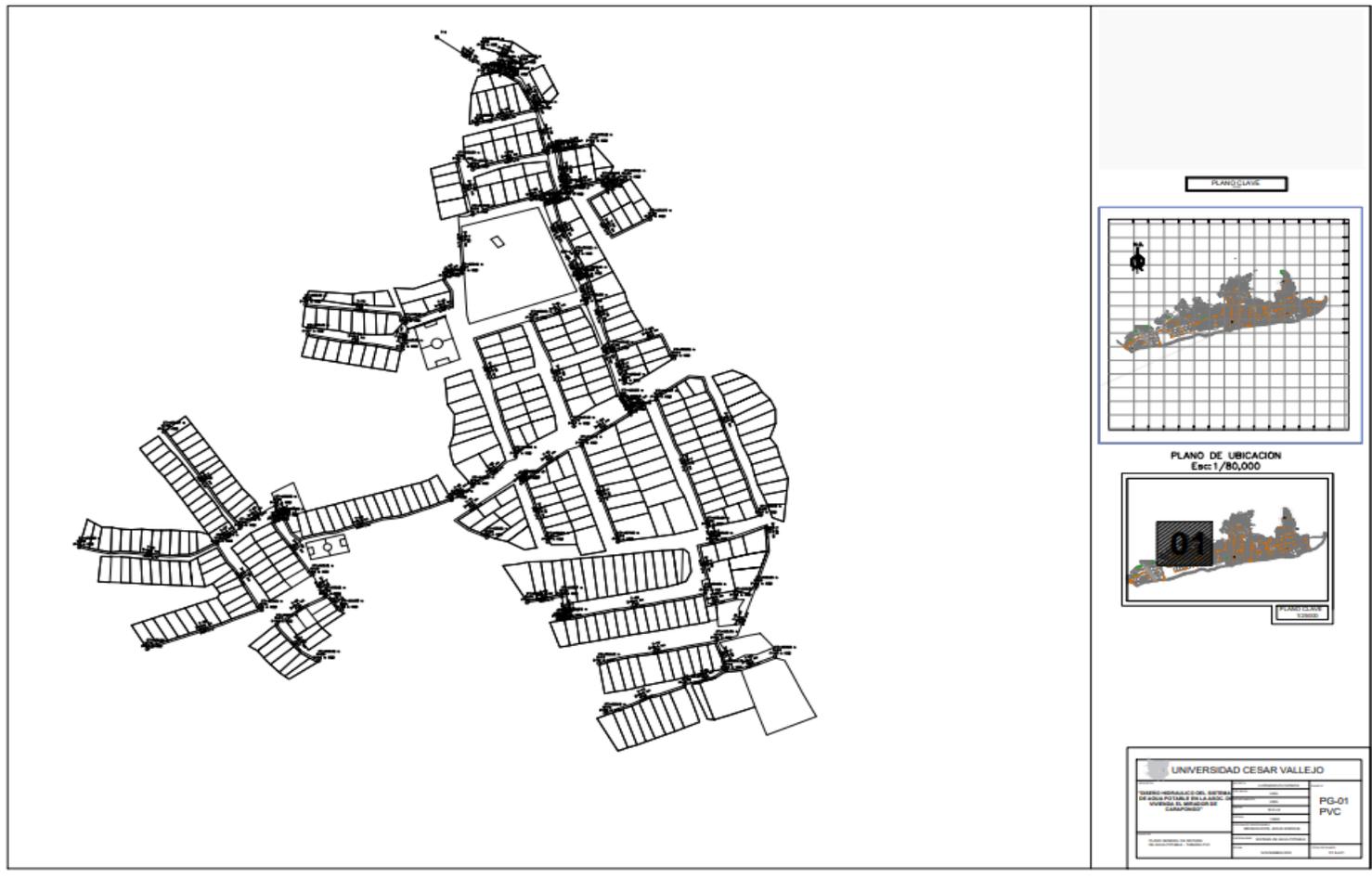
Anexo 19. Planos

Figura 27. Plano de línea de impulsión



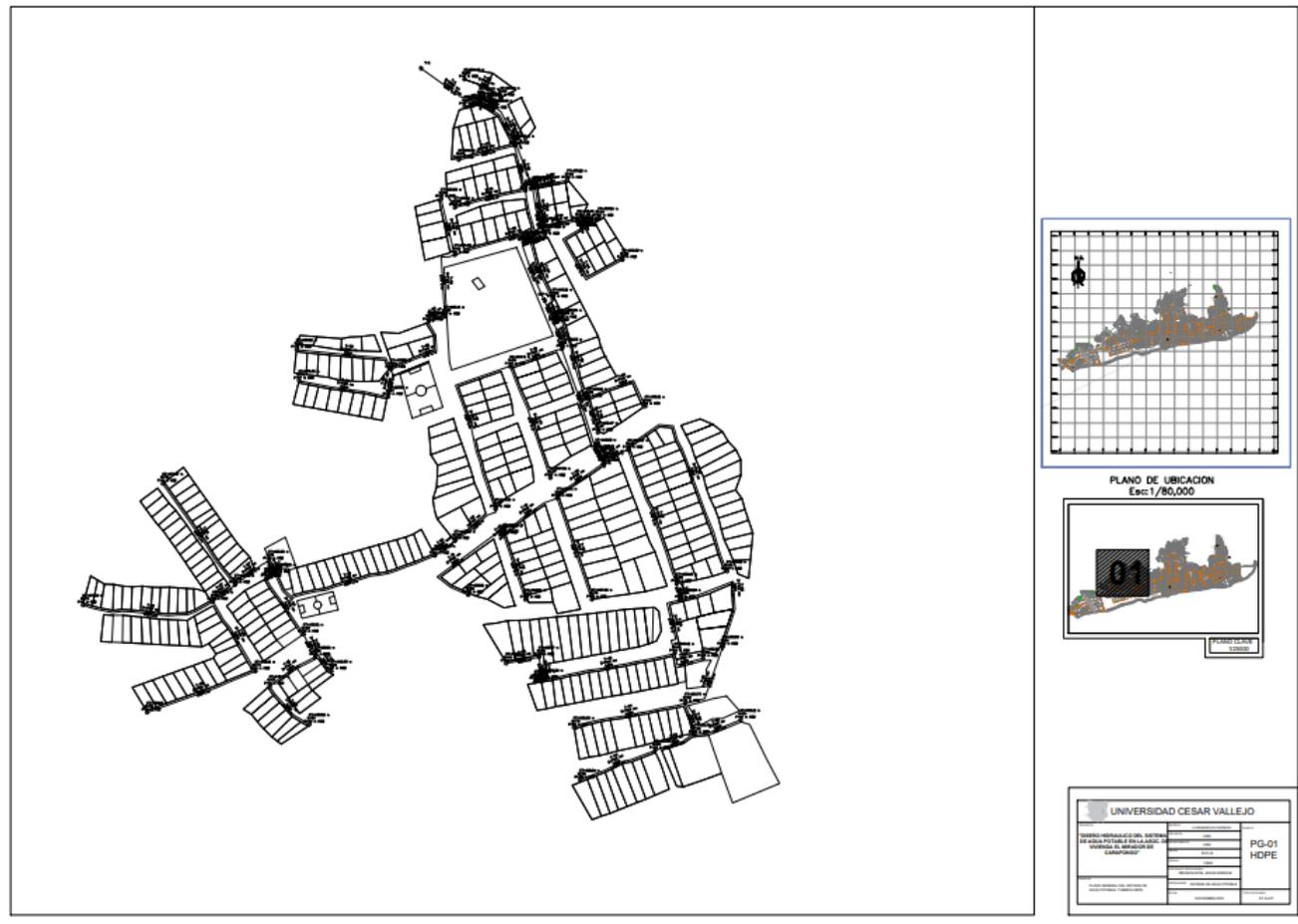
Fuente: elaboracion propia

Figura 28. Plano general del sistema de agua potable tubería PVC



Fuente: elaboracion propia

Figura 29. Plano general del sistema de agua potable tubería HDPE



Fuente: elaboracion propia