



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Aplicación del software Watercad en el Modelamiento del Sistema de Abastecimiento de agua potable para la comunidad de Espite-Ayacucho – 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

GUILLEN HUARANCCA, Ciro

[https://orcid.org/\(0000-0003-4936-1897\)](https://orcid.org/(0000-0003-4936-1897))

ASESOR:

Dr. CANCHO ZÚÑIGA, Gerardo Enrique (ORCID:

[https://orcid.org/\(0000-0002-0684-5114\)](https://orcid.org/(0000-0002-0684-5114)))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA — PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios, por darme salud, y las fuerzas para concretar esta investigación.

A mi madre Renné, aunque, ya no está presente, es mi guía y ejemplo a seguir.

AGRADECIMIENTO

A Dios por hacer realidad uno de mis mayores sueños.

A la Universidad Cesar Vallejo por la oportunidad de concretarlo.

A mi Asesor de Investigación, por guiarme con sus amplios conocimientos.

A mi familia, a mis hermanas, mi esposa e hijas por su constante motivación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. METODOLOGÍA	28
III. RESULTADOS.....	32
IV. DISCUSIÓN.....	44
CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS.....	48
ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Resultados tuberías Línea Conducción 01	34
Tabla 2:Resultados de las tuberías de línea de Conducción 02	37
Tabla 3:Resultados de tuberías de Aducción y Red de distribución	37
Tabla 4:Resultados longitud de tuberías de red de distribución- sector n° 01	40
Tabla 5:Resultados longitud de tuberías de Red de distribución-Sector n° 02.....	40
Tabla 6:Resultado de longitud de tuberías de línea de conducción 01	40
Tabla 7: Resultado de longitud de tuberías de línea de conducción 02	40
Tabla 8: Presupuesto de la Investigacion	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Red Convencional de Abastecimiento.....	16
Figura 2: Límites Máximos Permisibles del agua.....	17
Figura 3:Parámetros de Calidad Organoléptica del agua.....	18
Figura 4: Periodo de Diseño según el Número de residentes.....	19
Figura 5: Periodos de Diseño para componentes hidráulicos	19
Figura 6: Dotación de agua según el número de Habitantes.....	20
Figura 7: Dotación de agua según el Fondo Perú-Alemania.....	20
Figura 8: Requerimientos para el modelamiento del proyecto	32
Figura 9: Volúmenes de almacenamiento de los reservorios.....	33
Figura 10:Frecuencias de velocidad en el modelamiento de la red de distribución...	41
Figura 11: Polígono de frecuencias de velocidad	41
Figura 12: Frecuencias de Presiones en el modelamiento de la red de distribución..	42
Figura 13: Polígono de frecuencias de presiones	42
Figura 14: Crear un Proyecto Nuevo	55
Figura 15: Ingreso de Datos generales al Watercad.....	55
Figura 16: Configuración de escala.....	56
Figura 17: Configuración de Unidades	56
Figura 18: Selección del estudio estático	57
Figura 19: Configuración del método y temperatura del agua.....	57
Figura 20: Configuración del tipo de material de tuberías.....	58
Figura 21: Importación del plano AutoCAD formato dxf	59
Figura 22: Plano topográfico en formato dxf.....	59
Figura 23: Dibujo de las tuberías y nodos.....	60
Figura 24: Inserción de reservorios en el proyecto	60
Figura 25: Importación automática de elevaciones.....	61
Figura 26: Elevaciones de los nodos importados del AutoCAD	61
Figura 27: Demanda del caudal en los nodos.....	62
Figura 28: Localidad de Espite	63
Figura 29: Mapa Regional - Ayacucho	63

RESUMEN

La presente investigación denominada “Aplicación del software Watercad en el Modelamiento del Sistema de Abastecimiento de agua potable para la comunidad de Espite-Ayacucho – 2020”, tuvo como objetivo determinar la aplicación del software Watercad para la optimización del modelamiento del sistema de agua potable en la comunidad de Espite.

La opción técnica seleccionada es la de un sistema abastecimiento de gravedad sin tratamiento, se buscó alternativas para aumentar la dotación de agua insuficiente, se encontró una fuente de subterránea de agua (manantial) adicional a la ya existente varios km cota arriba de la población. Por lo tanto, el presente diseño consta de dos Sistemas: con dos captaciones tipo ladera, dos sistemas de conducción que se conecta a dos reservorios, dos líneas de aducción que convergen a la red de distribución.

El enfoque de estudio es cuantitativo, con diseño no experimental, del tipo aplicada y con nivel explicativo, la población del estudio comprende todo el sistema de la red de distribución de agua en la comunidad y para recopilar la información de campo se empleó el instrumento de Ficha de observación.

Para el diseño del sistema se empleó el software Watercad V10.5, con el método de modelamiento estático que consta de red mixta conformada por redes cerradas en la parte central y de redes abiertas en la periferia de la comunidad, así como la ecuación de Hazen y Williams para el cálculo hidráulico.

Previa a una serie de iteraciones en el software, se obtuvieron como resultados información precisa de los caudales, presiones y accesorios necesarios para el proyecto.

Finalmente se puede concluir que el modelamiento del sistema de agua potable mejora considerablemente con la aplicación del software Watercad, pues se ahorra tiempo y recursos en la elaboración de un proyecto.

Palabras clave: Modelamiento, Software Watercad, caudal, presión.

ABSTRACT

The present investigation called “Application of the Watercad software in the Modeling of the Drinking Water Supply System for the Espite-Ayacucho community - 2020”, aimed to determine the application of the watercad software for the optimization of the drinking water system modeling in the Espite community.

The selected technical option is a gravity supply system without treatment, alternatives were sought to increase the insufficient water supply, an underground source of water (spring) was found in addition to the existing one several km above the town. Therefore, the present design consists of two systems: with two slope-type catchments, two conduction systems that connect to two reservoirs, two adduction lines that converge to the distribution network.

The study approach is quantitative, with a non-experimental design, of the applied type and with an explanatory level, to collect information the questionnaire instrument was used in the population sample.

For the design of the system, the watercad V10.5 software was used, with the static modeling method that consists of a mixed network made up of closed networks in the central part and open networks in the periphery of the community, as well as the equation of hazen and willams for the hydraulic calculation.

Prior to a series of iterations in the software, precise information on the flows, pressures and accessories necessary for the project were obtained as results.

Finally, it can be concluded that the modeling of the drinking water system improves considerably with the application of the watercad software, since time and resources are saved in the preparation of a project.

Keywords: Modeling, Watercad Software, flow, pressure.

I. INTRODUCCIÓN

El acceso al agua es un problema no solo de nuestro país, sino que es un problema mundial. El impacto principal se refleja en las enfermedades diarreicas. De acuerdo a la OMS (2015), “La primera estimación de la carga mundial de las enfermedades de transmisión alimentaria muestra que casi 1 de cada 10 personas enferman cada año al ingerir alimentos contaminados y 420.000 mueren como consecuencia de estas enfermedades, incluidos 125.000 niños menores de 5 años”.

En el Perú según INEI (2019), en lo que respecta al área de residencia, el 94,8% de la población perteneciente al área urbana accede al servicio de agua potable, mientras que en el área rural solamente tiene acceso el 76,3 %.

El actual Proyecto de investigación se llevará a cabo en la comunidad rural de Espite, dpto. de Ayacucho, la cual no cuenta con un adecuado sistema de distribución de agua, actualmente cuenta con pilones en la plaza principal alimentado por unas tuberías antiguas de agua que se alimentan de un manantial.

Por consiguiente, de acuerdo al contexto que se presenta, este proyecto de investigación es denominado como “Aplicación del software watercad en el Modelamiento del sistema abastecimiento de agua potable para la comunidad de espite-Ayacucho – 2020”. Del cual se ha realizado la siguiente interrogante del **problema general**: ¿De qué manera la aplicación del software watercad optimiza el modelamiento de sistema de agua potable en la comunidad de espite –Ayacucho – 2020?, **los problemas específicos** son: ¿De qué manera la aplicación del software watercad mejorará el diseño de abastecimiento de agua potable de la comunidad de espite ayacucho-2020?, ¿De qué manera el uso de software watercad mejorará el modelamiento del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de espite Ayacucho-2020?

La necesidad al acceso al agua saludable para el consumo de la comunidad en estudio a través de una red domiciliaria y de acuerdo a la geografía accidentada de la zona y la ubicación de las fuentes de agua a varios kilómetros arriba. Por ese motivo, la **justificación técnica** consiste es diseñar un modelamiento de un sistema de distribución de agua saludable que cubra los consumos necesarios tanto en calidad, cantidad, cobertura de 24 horas al día, y de acuerdo a las normas y los reglamentos correspondientes.

En efecto la **justificación económica**, se sustenta que, ante la ausencia de un sistema de suministro de agua saludable con conexión domiciliaria en la comunidad, hace que las familias se desplacen hacia los pilones ubicados lejos de sus domicilios y como consecuencia

pierdan horas y esfuerzo en el acarreo de agua a través de baldes y cubetas, tiempo que podrían emplear en hacer sus actividades agrícolas y generar más ingresos.

Este proyecto de investigación se realiza para dotar de un sistema de agua potable a una comunidad rural. Es por esta razón que la **justificación práctica** consiste en realizar el modelamiento de un sistema agua potable utilizando nuevas herramientas tecnológicas, en este caso el software watercad que servirá como antecedente para futuras investigaciones.

El presente trabajo tiene como **objetivo general** determinar la aplicación del software watercad para la optimización del modelamiento del sistema de agua potable en la comunidad de espite – Ayacucho- 2020. Y los **objetivos específicos** que se desarrollaran a lo largo de este proyecto de investigación son: Determinar si la aplicación del software watercad mejora el diseño de la red de distribución del sistema de agua potable en la comunidad de espite –Ayacucho – 2020 y Determinar el modelamiento del sistema de abastecimiento de agua potable con el software watercad de la comunidad espite-Ayacucho – 2020.

Con respecto a la hipótesis del proyecto de investigación, se menciona que la **hipótesis general** consiste en que La aplicación del software watercad contribuirá significativamente para la optimización del modelamiento del sistema de agua potable en la comunidad de espite – Ayacucho- 2020. Y las **hipótesis específicas** son: La aplicación del software watercad mejora el diseño de la red de distribución del sistema de agua potable en la comunidad de espite –Ayacucho - 2020. Y por último El modelamiento del sistema de abastecimiento de agua potable mejora con la aplicación del software watercad de la comunidad espite-Ayacucho – 2020.

Trabajos previos, luego de investigar una variedad de trabajos de investigación y artículos científicos nacionales e internacionales referentes a las variables del presente estudio, se eligió los antecedentes más representativos como son los realizados por:

Los autores BANCES jhon y CASAS Santiago (2018), con su proyecto de investigación titulado: “Diseño y Simulación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable de las localidades de Puerto Bagazán, Esperanza y la Victoria, Distrito de Elías Soplín Vargas, Rioja-2017”. En la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. **Objetivo**, es colaborar técnicamente, formulando criterios de diseño del sistema de suministro de agua potable en regiones rurales de nuestro entorno, teniendo como sustento la normativa nacional y la experiencia profesional en proyectos de diseño, evaluación, ejecución. con sustento en las normas nacionales y experiencias profesionales en el diseño, evaluación y ejecución de

proyectos de agua. **Metodología**, la investigación es aplicada, de nivel descriptiva, para una localidad de 614 pobladores y una muestra de 100 pobladores. utilizando la entrevista como instrumento para la recopilación de datos. **resultados**, el diseño del sistema de suministro de agua saludable para tres localidades: Puerto Bagazan, Nueva esperanza y la victoria, se proyecta un sistema de gravedad la cual consta de: una obra de captación en manantial tipo ladera, el montaje de 02 líneas de conducción (de L.01=1542.85ml y L .02=4972.68ml con diámetros de 2 ½”), construcción de reservorio 01 de 25 m³ para las localidades de Puerto bagazan y Nueva esperanza, construcción de reservorio 02 de 15 m³ para la localidad de la victoria, instalación de línea de aducción y redes de distribución domiciliaria para la localidad de la victoria L=1455.00 ml. **conclusiones**, mediante el modelamiento del sistema de suministro de agua con el software watercad los parámetros necesarios de diseño como son las presiones, velocidades y diámetros , se hallan en lo determinado por la normativa actual : opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

Los autores Alberto y Hurtado (2018). En su tesis de pregrado con título “**Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Irhua, Taricá – Ancash 2018**” para optar el grado de ingeniero civil en la Universidad Cesar Vallejo. **Objetivo**, efectuar el diseño del sistema de suministro de agua potable en la localidad de Irhua, Taricá para 192 pobladores. **Metodología**, que se empleo es del tipo descriptivo, no experimental. **Resultados**, se diseñó un sistema cuya captación es de tipo ladera, con un reservorio de 7 m³ para su almacenamiento y demás componentes de acuerdo a la norma N°173-2016-VIVIENDA. **Conclusiones**, el empleo del software watercad reduce considerablemente los tiempos en el modelamiento del sistema suministro de agua potable.

El autor Emerson (2017), en su tesis de pregrado titulado “Relación entre redes cerradas y el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de caja – Huancavelica” de la Universidad Peruana Los Andes. **Objetivo**, diagnosticar la relación existente entre las redes cerradas y el sistema de suministro de agua potable en la localidad de caja – Huancavelica en el año 2016. **Metodología**, el estudio es de tipo aplicada, nivel de estudio correlacional y de diseño descriptivo-correlacional, **Resultados**, la fuente de abastecimiento es de tipo subterránea (manantial) y se diseñó para una población de 1457 habitantes con análisis hidráulico de acuerdo a la norma N° 173-MVCS, se obtuvo presiones de Pmin. =18 mca, Pmax = 48 mca, velocidades, Vmin= 0.3 m/seg, Vmax=0.87 m/seg. conclusiones, se puede afirmar que el diseño de redes cerradas en el sistema de suministro

de agua potable, mejora considerablemente los servicios de agua en el poblado de estudio y como consecuencia también aumenta los niveles de vida y salud.

El autor Camargo (2019), en su estudio de pregrado titulado **“Diseño de un sistema de suministro de agua potable en san Isidro, Rio Negro-2019”** en la Universidad Católica Los Ángeles Chimbote. **Objetivo**, plantear un sistema para optimizar el sistema de distribución de agua potable en la localidad de San Isidro de Rio Negro-Satipo. **Metodología**, el estudio es de tipo aplicativo, de nivel descriptivo y de diseño no experimental. **Resultados**, fueron un diseño de captación manantial tipo ladera, línea de conducción de 144.85 m. de tubería de PVC Ø 2”, reservorio apoyado de 50 m³ ubicado en la cabecera del centro poblado, con tuberías de aducción de Ø 2” cuya longitud es 179 m y un sistema de red de distribución también de PVC de Ø 1”, con una longitud de 1200 m. **Conclusiones**, se proyectó el sistema de suministro de agua potable para dicha localidad con 1,125 habitantes, un caudal de diseño de 2.75 l/s, una velocidad de 0.83 m/s y una presión hidráulica de 2.76 mca.

El autor Chancasanampa (2019), en su tesis de grado titulado **“Evaluación del sistema de agua potable para mejorar el suministro de agua en el anexo Tulturi, distrito de Moya-Huancavelica-2019”**, en la Universidad Cesar vallejo. **Objetivo**, definir de qué forma el diagnostico de toda la red de agua potable va a contribuir a mejorar el suministro de agua en el anexo Tulturi, distrito de Moya, provincia Huancavelica. **Metodología** el estudio es cuantitativo, de tipo aplicada y de diseño Experimental. **Resultados**, se ha hallado que en la captación de manantial el agua no es saludable para el consumo de las personas, según los parámetros de DIGESA, el cerco perimétrico de la captación no cumple con la norma OS. 010 del RNE, las tuberías de conducción y aducción presenta fugas internas, el reservorio no cumple con la norma OS.030 del RNE pues no cuenta con drenaje en la parte superior y falta de cerco perimétrico para su protección. **Conclusiones**, se recomienda potabilizar el agua con proporciones adecuadas de cloro para purificarla, emplear equipos modernos de detección de fugas como el geófono y finalmente reforzar losa y paredes del reservorio con geomembrana.

En cuanto a los antecedentes internacionales, según Cruz y Centeno (2020), dieron a conocer en un artículo de la revista de Ciencias Ambientales titulado **“Evaluación de la calidad del servicio de suministro de agua potable a partir de la percepción de personas usuarias: El caso en Cartago, Costa Rica”**. **Objetivo**, esta investigación diagnóstica la apreciación de los residentes de cuatro distritos pertenecientes a la provincia de Cartago,

respecto al funcionamiento de la red pública de agua potabilizada que obtienen en dicha localidad. **Metodología**, el estudio utilizado es observacional-Descriptivo, pues han evaluado en primer lugar las zonas geográficas de la localidad, en segundo lugar, el modelo de servicio de la red pública de agua, con la finalidad de demostrar las semejanzas y diferencias que se producen en los tramos de tuberías de dicha red, utilizaron las encuestas para efectuar la consulta a 2 194 personas. **Resultados**, se obtuvo los siguientes a) nivel de satisfacción de los usuarios, b) problemas técnicos reconocidos en la red de servicio de agua y c) trabajos necesarios que deben adicionar en los domicilios con la finalidad de disminuir las falencias técnicas. **Conclusiones**, La innovadora experiencia que resulto de esta investigación, que mide la calidad de la prestación del servicio de agua mediante la apreciación de los usuarios aumenta los estándares de la prestación típica y muestra un alto potencial que puede ser imitado en las regiones de Costa Rica como también en otros países.

El autor Marroquín (2017), en su trabajo de grado titulado “**Diseño de sistema de distribución de agua potable para el caserío Joyitas y sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Linda Vista y la aldea Cerro Gordo, Jutiapa, Jutiapa**”, en la universidad San Carlos de Guatemala. **Objetivo**, Diseñar el sistema de distribución de agua potable para el caserío Joyitas y el sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Linda Vista y la aldea Cerro Gordo de Jutiapa, Jutiapa-Guatemala. **Metodología**, es una investigación cuantitativa y de tipo observacional. **Resultados**, se proyectó para 2516 pobladores y el estudio consta primero: diseño de un sistema de distribución de agua por gravedad : compuesto de una captación de agua subterránea, 1 307 m. de tuberías de conducción , un reservorio con capacidad de almacenamiento de 36 m³ de agua y una red de distribución con 2 215 m; segundo: para la red de alcantarillado se compone de 45 buzones con altura variante de 1,20 m hasta 2,10 m, con 2 120 metros de tuberías de colectores de PVC y con diámetros de 6”, 8” y 10” tomando en cuenta la norma ASTM F-949. **Conclusiones**, el sistema de abastecimiento fue efectuado con sustento en la guía de normatividad sanitaria para sistemas rurales de abastecimiento de agua y alcantarillado.

Los autores Barrera y Hernández. (2016), en su trabajo de grado titulado “**Manejo Integral del Recurso Hídrico para el Abastecimiento de agua Potable en el Corregimiento de Emaús, Bolívar**” en la Universidad de Cartagena-Colombia. **Objetivo**, plantear un esquema de trabajo para optimizar el manejo de los bienes hídricos, a través de la evaluación y caracterización de los sistemas existentes de captación, almacenamiento y distribución de aguas de lluvias y aguas subterráneas, para estructurar una alternativa de

solución que pueda ser gestionada y empleada por la misma comunidad. **Metodología**, de enfoque integrado multimodal o enfoque mixto, teniendo en cuenta que se ejecutó con un proceso de acopio, análisis de datos cualitativos y cuantitativos. **Resultados**, el diseño consiste en el empleo de dos modelos de fuentes de agua, que actúan conjuntamente, el agua que cae de la lluvia para consumo y preparación de alimentos y el agua subterránea para el resto de actividades domésticas, de acuerdo a las normas propias. **Conclusiones**, en primer lugar, ampliar el área de captación de lluvia a 1145.44 m² para garantizar la demanda de agua, adicionar 14 tanques de almacenamiento a los 11 ya existentes, aumentar las horas de bombeo a 12 horas del agua subterránea. recubrir los techos con zinc y hacer el mantenimiento de los accesorios de captación de agua de lluvia.

El autor MENA, María. (2016), con su proyecto de grado **“Diseño de la Red de Distribución de Agua Potable de la Parroquia el Rosario del Cantón San Pedro de Pelileo- provincia de Tungurahua”** – Ecuador en la Universidad Técnica de Ambato. **Objetivo** es efectuar un proyecto de Red de Distribución de Agua Potable para la parroquia El Rosario del Cantón San Pedro de Pelileo, Provincia de Tungurahua. **Metodología**, tipo observacional con investigación de campo, para conocer la situación actual de la población en estudio, se continúa con el levantamiento topográfico para obtener los planos y curvas de nivel. **Resultados**, la simulación del sistema de agua se realizó con el programa EPANET, lograron obtener diámetros de las tuberías, caudal y las velocidades de acuerdo al código ecuatoriano de la construcción, de los nodos se obtuvieron las demandas necesarias y las presiones. **Conclusiones**, se realizó el diseño de acuerdo a la norma CPE-INEN 005, en cuanto a los parámetros y criterios de diseño.

Los autores AMPIÉ, David y MASIS, Alison. (2017), En su proyecto de grado **“Propuesta de diseño hidráulico a nivel de pre factibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico de la comunidad Pasó Real, municipio de Jinotepe, departamento de Carazo”**. Nicaragua, en la universidad Nacional de Nicaragua. **Objetivo**, plantear un proyecto hidráulico que sirva como base para un expediente técnico de distribución de agua potable y saneamiento en la Comunidad Paso real, Municipio de Jinotepe, Departamento de Carazo. **Metodología**, tipo observacional, para hacer un diagnóstico social de la población y en segundo lugar efectuar un diagnóstico técnico de las fuentes del suministro de agua. **Resultados**: se efectuó un proyecto con una dotación de agua con 60 LPPD, consumo máximo diario de 13.36 Gpm para una población de 304 habitantes, se utilizó el software Epanet para el modelamiento de la red de agua

obteniéndose en los nodos presiones que comprenden desde los 9.96 mca hasta los 45.55 mca, rangos aceptables por las normas nicaragüenses para proyectos de distribución de agua en regiones rurales que son de 5mca hasta 50 mca. en cambio, las velocidades no cumplen las normas por lo que se recomendará la incorporación de válvulas de aire que mejoran el abastecimiento. **Conclusiones** se plantea un proyecto hidráulico que se compone de una Fuente – Tanque – Red con diámetros y presiones de acuerdo a las normas técnicas y una proyección de 20 años.

Con relación a la primera variable el software Watercad, es un software operativo para el estudio, modelamiento y servicio de redes que comprende en todo lo referente a suministros de agua, propiedad de la compañía de software Bentley Systems, Incorporated, que elabora mejoras para el planeamiento, reconstrucción y ejecución de infraestructura para proyectos en diversas zonas. Este software nos permite cargar un simulacro de una red hidráulica y así proyectar el gasto de todo el periodo, los probables desperdicios de flujo como de presión en todo el sistema y de esta manera ejecutar el estudio de toda la red de agua y hallar las zonas que causaron estos desperdicios. las cualidades que brinda este versátil software de ingeniería se encuentran:

Interfaces independientes, MicroStation y AutoCAD. También nos permite exportar a otras aplicaciones de modelos hidráulicos, así como importar archivos desde el programa Epanet u otras aplicaciones tecnológicas.

- Modelado y administración de redes.
- Estudio de las condiciones saludables del agua.
- Enlace con base de cifras de otras aplicaciones.
- Se examina con los cálculos realizados en trabajos reales.

contiene 4 módulos muy particulares que lo distinguen de aplicaciones similares, así como el Mike-net o el Epanet, los módulos son:

- El Módulo de Calibrator Darwin: Se define la Calibración automática del modelo. como la acción de evidenciar las incidencias verdaderas de la red, además autoriza calibrar el proyecto que se está ejecutando tomando sus cifras, para determinar la presión en nodos, velocidad en las tuberías, así como las válvulas de aire y purga que se adicionan para el buen funcionamiento de la red.

- Designer Darwin: este módulo autoriza un planeamiento de red optimizado, maximiza los beneficios a cambio de una baja inversión, además crea escenarios de diseño y concede restricciones, en forma parcial a los componentes de la red como es la velocidad en las

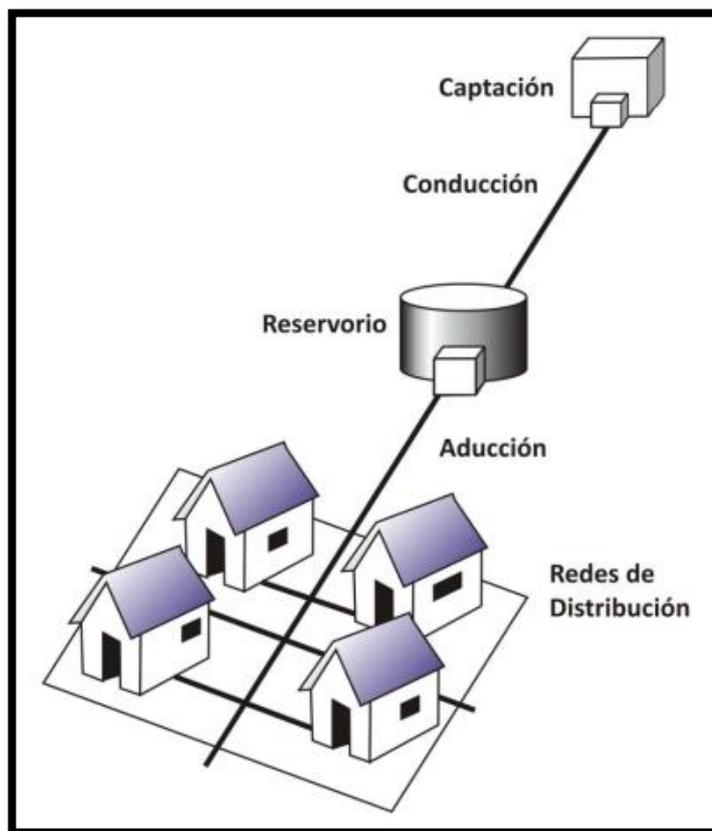
tuberías, la presión en los nodos, admitiendo planear nuevos sistemas, así como rehabilitarlas.

- Skelebrator: Solución ingeniosa de sistemas de agua. Este módulo faculta simplificar nuestro diseño de red para desarrollar un mejor simulacro en tiempos y resultados.

- Watersafe: Le permite realizar un análisis de la calidad del agua, simulando el desplazamiento de agentes químicos que han sido inyectados intencionalmente para mejorar la salubridad del agua para el consumo de las personas. También nos autoriza conocer los porcentajes de estos agentes químicos en todas las secciones del sistema, poder manipular y rastrear su origen.

En relación a la segunda variable Modelamiento del Sistema Abastecimiento de agua potable, según nos señala Arístegui, 2016. una red de distribución de agua saludable es aquel sistema que permite que el agua recorra iniciándose en una fuente como punto de partición, continuar por líneas de transporte y llegar a un punto donde puede consumida en un estado óptimo de salubridad y de forma permanente.

Figura 1: Red Convencional de Abastecimiento



Fuente: Organización Panamericana de la Salud

Agua potable

El agua potable se emplea generalmente para beber, cocer los alimentos como también para nuestro aseo personal. Consideramos al agua potable como segura para el consumo humano si se encuentra dentro de los parámetros microbiológicos y químicos relacionados a la calidad, turbiedad, ph y si contienen metales pesados. Este líquido elemental en nuestro planeta es demasiado abundante, y tiene por propiedad ser el solvente global y como consecuencia posee abundantes elementos y sustancias diluidas en ella, que no se pueden detectar con facilidad a simple vista, las cuales alteran su sabor, olor y coloración que representan una amenaza constante en la salud de los seres humanos. OMS (2004).

Se debe examinar si la fuente de agua reúne las condiciones necesarias para el consumo de la población, se debe realizar el estudio químico y estudio bacteriológico en laboratorios autorizados por INACAL y de acuerdo de los parámetros dispuestos por DIGESA.

Figura 2: Límites Máximos Permisibles del agua

Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológico			
	Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo permisible
1	Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 ml a 35 °C	0 (*)
2	E. Coli	UFC/100 ml a 44.5 °C	0 (*)
3	Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100 ml a 44.5 °C	0 (*)
4	Bacterias heterotróficas	UFC/ ml a 35 °C	500
5	Huevos y larvas de helmintos, quistes y/o quistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6	Virus	UFC / ml	0
7	Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estados evolutivos	Nº org/L	0
UFC= unidad formadora de colonias (*) en caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples=<1.8/100ml			

Fuente: DIGESA

Figura 3: Parámetros de Calidad Organoléptica del agua

Límites Máximos Permisibles de Parámetros de calidad organoléptica			
Parámetros		Unidad de Medida	Límite Máximo permisible
1	Olor	-----	aceptable
2	Sabor	-----	aceptable
3	Color	UCV escala Pt/Co	15
4	Turbiedad	UNT	5
5	pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
6	Conductividad (25°C)	µmho/cm	1500
7	Sólidos totales disueltos	mg L ⁻¹	1000
8	Cloruros	mg Cl L ⁻¹	250
9	Sulfatos	mg SO ₄ L ⁻¹	250
10	Dureza total	mg CaCo ₃ L ⁻¹	500
11	Amoniaco	mg N L ⁻¹	1.5
12	Hierro	mg Fe L ⁻¹	0.3
13	Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0.4
14	Aluminio	mg Al L ⁻¹	0.2
15	Cobre	mg Cu L ⁻¹	2.0
16	Zinc	mg Zn L ⁻¹	3.0
17	sodio	mg Na L ⁻¹	200
UCV= unidad de color verdadero UNT= unidad nefelométrica			

Fuente: DIGESA

Parámetros de diseño para una Red de abastecimiento de agua potable

Según Roger Agüero Pittman (1997), “el planeamiento de las infraestructuras hidráulicas no se realiza para una necesidad de la coyuntura actual, sino que deben prever el crecimiento de la población, demanda de consumo necesaria, la dotación que solicita cada persona de la población expresada en l/s”. (pp.19)

Población futura

Para calcular la población en un tiempo futura se tienen utilizar los siguientes métodos:

Métodos analíticos, nos señalan que el computo del número de pobladores pertenecientes a una zona geográfica es aplicable a una fórmula matemática, estos arreglos van a depender del censo de dicha comunidad y sus intervalos de tiempo. Dentro de este método se tiene: el tipo aritmético, el tipo geométrico, tipo exponencial y por ultimo los mínimos cuadrados.

Métodos comparativos, nos señalan que por medio de secuencias de dibujos evalúan cifras de la comunidad poblacional, puede ser de acuerdo a las cifras de los censos realizados con anterioridad o datos de regiones con crecimiento similar.

Método racional, para este método se ejecuta un análisis del tipo social y económico de la zona, teniendo en cuenta su crecimiento a partir de nacimientos, fallecimientos, desplazamientos y éxodo de la población a otros lugares.

En regiones rurales el método que se emplea en mayor porcentaje para el análisis de la cantidad de una población en un tiempo futuro, es el crecimiento aritmético y su fórmula es la siguiente:

Según Agüero (1997) $P_f = P_i (1 + rt/1000)$
 se tiene que: P_f = población en tiempo futuro
 P_i = población inicial o actual
 r =taza de crecimiento anual por 1000 hab.
 t =tiempo se determina en años.

Periodo para diseño de componentes hidráulicos

se determina un periodo para diseñar componentes hidráulicos, considerando las siguientes fases:

- La duración beneficiosa de los componentes hidráulicos
- el acrecentamiento de los pobladores
- Recursos económicos de las entidades encargadas
- ubicación del lugar del proyecto.

Figura 4: Periodo de Diseño según el Número de residentes

Población (habitantes)	Periodo de Diseño (años)
De 2,000 a 20,000	15
De 20,000 a más	10

Fuente: RNE

Figura 5: Periodos de Diseño para componentes hidráulicos

Componente	Tiempo (años)
Fuente de Abastecimiento	20
Obras de Captación	20
Pozos	20
Planta de tratamiento de Agua para Consumo Humano	20
Reservorio	20
Tuberías de Conducción, Impulsión y distribución	20
Estación de Bombeo de Agua	20
Estación de bombeo de Aguas Residuales	20
Colectores, emisores e interceptores	20
Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	20

Fuente: Programa Nacional de Saneamiento Urbano

Demanda de dotaciones

La asignación simboliza la medida de agua que se necesita para la evolución del trabajo y la vida en una localidad, se asigna a los pobladores en litros por habitantes por día (l / h / d); en el cual se contempla los gastos que se generan en usos domésticos, comerciales, industriales y otros. |

Figura 6: Dotación de agua según el número de Habitantes

Población	Clima	
	Frío	Cálido
Rural	100	100
2,000 – 10,000	120	150
10,000 – 50,000	150	200
50,000	200	250

Fuente: Organización Mundial de la Salud

l/h/d: litros por habitante por día

Figura 7: Dotación de agua según el Fondo Perú-Alemania

Tipo de Proyecto	Dotación (lppd)
Agua potable domiciliar con alcantarillado	100
Agua potable domiciliar con letrinas	50
Agua potable	30

Fuente: Fondo Perú - Alemania

lppd: litros por persona por día

Por lo tanto, la dotación que necesitan de agua en la comunidad en estudio será de 100 l/hab./d.

Variaciones de consumo

Consumo medio Diario (Qm):

se puede definir como la media de los consumos diarios en un periodo de un año (flujo promedio), estas mediciones se expresan en lts/seg.

Descrito en la expresión:

$$Q_m = \frac{P_f \times \text{dotación (d)}}{86,400/\text{día}}$$

se tiene que:

$$Q_m = \text{consumo medio o promedio diario (l/s)}$$

Pf = la Población en un tiempo futuro (hab.)

d =Dotación de agua (lts/hab./día)

Consumo máximo Diario (Qmd)

se define al consumo máximo diario, como el día en que las personas hacen un gasto máximo de agua y se obtiene de los datos realizados en un periodo de un año.

$$Qmd = K1 \times Qm$$

K1=coeficiente de variación diaria según norma

Consumo máximo horario (Qmh)

Se puede definir como la hora de máximo gasto realizado por las personas en un periodo de 24 horas (día).

$$Qmh = K2 \times Qm$$

K2=coeficiente máximo anual de la demanda horaria según norma

Según la Guía de Opciones Técnicas para Abastecimiento de agua potable y Saneamiento para Centros Poblados del Ámbito Rural del MVCS nos señala:

Opciones tecnológicas de abastecimiento de agua

Las opciones tecnológicas son las distintas propuestas de resolver con sustento técnico las deficiencias en el servicio de agua, se adaptan a las realidades singulares de cada región, así como a su economía y a su carácter social. Autoriza escoger de forma inmejorable los métodos para proporcionar una adecuada red de agua que brinde un buen servicio que satisfaga a la comunidad con una baja inversión.

En el diseño en comunidades rurales es recomendable hacer proyectos con procesos simples que no requieran personal o mano de obra calificado para su reparación y mantenimiento. En su caso serán de filtración directa desde el origen del ojo de manantial. Las opciones tecnológicas son las siguientes:

- a) Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento (GST)

Estos son redes en el cual el manantial de suministro de agua es bueno, con una condición aceptable y no necesita proceso adicional de mejoramiento antes de la distribución, además, no necesitan algún método para la extracción del agua usando alguna bomba o motor hidráulico. los manantiales de suministro son las aguas que se encuentran en la capa subterránea o submarina de la corteza terrestre. La primera superficie que brota y la

otra se captura a través de galerías de filtros. El tipo ladera o de tipo fondo son las áreas de captación de estos manantiales.

b) Sistema de suministro de gravedad con tratamiento (GCT)

son aquellas fuentes de suministro que son visibles y están sobre la superficie del suelo, pueden ser captadas en sistemas de canaletas, acueductos, zanjas, acequias, deben aclararse y desinfectarse antes del reparto a la población. en el sistema en el que no se necesita algún equipo de bombeo para la extracción del agua de les llama "tratados por gravedad". Las plantas de procesos de purificación de agua deben diseñarse de acuerdo a las especificaciones de las normativas físicas, química y bacteriológica del agua en su estado natural.

c) Sistema de distribución tipo bombeo sin tratamiento (BST)

Estas son redes de agua que garantizan buenas condiciones de salubridad al ser consumidas por las personas y no necesitan un proceso para su desinfección, pero se debe bombear dicha agua del subsuelo para poder distribuirla. Habitualmente consisten en pozos.

d) Sistema distribución por bombeo con tratamiento (BCT)

Estas redes comprenden un proceso de extracción del agua del subsuelo por medio de una bomba o un motor hidráulico y conducir dichas aguas extraídas a una planta para ser tratada de acuerdo a las normas de calidad que se exigen antes de su reparto hacia el consumo de las personas.

Las unidades que componen una red convencional de distribución de agua son:

1. Fuente de suministro u ojo de manantial
2. Cámara de Captación
3. Tuberías de Conducción
4. planta de purificación
5. Almacenamiento
6. Tuberías de Aducción
7. tuberías de Red de Distribución

1.Fuente de Suministro

Es el componente principal donde se inicia una red distribución de agua, viene a ser el origen de donde se extrae el líquido elemento, estas son diferentes y varían de acuerdo a la geografía del lugar de un proyecto como agua de las lluvias, superficiales, subterráneas (manantiales) y de acuerdo al proceso de extracción, como son de gravedad y de bombeo.

- Aguas subterráneas: comprende la recolección de agua subterránea, se logra por medio de galería de filtros, pozos excavados y tubulares, pero en su mayoría se les encuentra en forma de manantiales u ojos de agua.

- Aguas superficiales: Constituido por la recolección a través de los lagos, quebradas, ríos, riachuelos, canales.

- Aguas de lluvia: Constituidas por la recolección de las aguas por lo común de los tejados y azoteas de las viviendas hacia un depósito o cilindro.

Elección del tipo de fuente de suministro, para un diseño como el presente que se encuentra en la zona rural se optará por un tipo como el de manantial, que generalmente poseen aguas en buenas condiciones de salubridad aprovechar la cota elevada en el que se ubica, para determinar el caudal del agua se recurrirá a dos métodos muy comunes en proyectos en regiones rurales como son:

- Método volumétrico

Este procedimiento consiste conducir el agua a un punto para luego generar un chorro, se hace el vertido hacia un depósito con un volumen medido, se debe cronometrar el tiempo de llenado, luego el volumen se divide por la duración medio, estos resultados se deben expresar en lt/seg.

- Método de velocidad - Área

Este procedimiento consiste que, en un tramo horizontal y suave de agua, podría ser un riachuelo se dimensiona el área, se arroja un elemento flotante (un corcho), se hace el conteo del punto inicial, luego el conteo del tiempo que recorre el tramo hasta un segundo punto. se puede hacer unas 7 veces este procedimiento, el promedio resultante se debe ajustar a un coeficiente de 0.8 a 0.9.

- Calidad del agua

La calidad, se tiene que examinar anteriormente al diseño de la red de abastecimiento. El agua en su estado natural contiene sedimentos con anomalías fisicoquímica o microbiológico y se diferencian según la fuente. si la contaminación que se presenta tiene

mayor porcentaje de los permitidos por la norma se tiene que necesariamente hacer una desinfección antes de su reparto hacia las personas

2.Cámara de Captación

Obra hidráulica donde se origina la red de distribución, comprende la estructura de concreto armado donde se junta el agua y en su interior contiene un filtro natural a base de gravas con distintos diámetros, podría ser un solo elemento como también varias en un solo lugar, dependerá de la dotación de demanda de la comunidad para el cual se está realizando el proyecto. el agua que emana llegara hacia una válvula lista para ser transportada por medio de las tuberías de conducción.

3.Línea de conducción o impulsión.

Son las tuberías que conducen el agua desde la cámara de captación hasta el reservorio, se diseñará para manejar los gastos máximos diarios (Qmd). Las caídas de carga en dichas líneas (hf) se calcularán utilizando la ecuación de Hazen Williams y con ello garantizar el adecuado transporte del fluido, a partir de estas mediciones se obtiene dibujos de corte y sección de las tuberías.

Por Hazen y Williams:

$$Q=0.0004264 \times C \times D^{(2.63)} \times [h_f]^{(0.54)}$$

Donde:

- Q = Caudal (Lps)
- d = Diámetro en pulgadas
- hf = pérdida unitaria por mil metros
- C = Coeficiente de Hazen Williams (150)

4.Almacenamiento

Es una obra hidráulica donde llega las tuberías de conducción desde la captación, tiene por finalidad acumular agua en momentos de poca demanda de la población y luego suministrar en los momentos de gran demanda, deben construirse con concreto armado con accesorios que garanticen limpieza y mantenimiento. para su dimensionamiento es de acuerdo al consumo promedio anual y según norma es:

Sistemas por Gravedad: 25% de Qp

$$V_{reg}=0.25 \times Q_p \times 86400/1000$$

5.Tuberías de aducción.

Para propósitos de diseño y su operación y mantenimiento, se llama conducto que transporta o conduce el agua tratada de un depósito a las redes de distribución.

6.Red de distribución

Son toda la red de tuberías que recibe el agua del reservorio por medio de la tubería de aducción y se extienden por todas las avenidas y calles del proyecto, se clasifican en principales y secundarias.

esta red es la encargada de llevar el agua hasta la puerta del domicilio de las personas en condiciones salubres.

7.Conexiones domiciliarias y/o piletas públicas.

son denominadas conexiones domésticas al nudo que va de una tubería principal hacia la vereda del domicilio de las personas, en este punto se instalan válvulas de control y registro dentro de una caja rectangular de concreto por las empresas prestadoras de servicio de agua.

Levantamiento topográfico

Según Casanova 2002, los levantamientos topográficos se ejecutan con la finalidad de describir la configuración de los terrenos de un proyecto, respecto su posición a la superficie terrestre, es un proceso de toma de datos para luego representarlo en un plano.

En la actualidad existen una gran variedad de equipos topográficos que miden con precisión las distancias, coordenadas, los distintos desniveles del terreno, los ángulos verticales y horizontales tales como el teodolito, la estación total, GPS diferencial.

Etapas de Levantamiento topográfico

Planeación y Programación: reconocimiento de campo

Trabajo de Gabinete: se efectúa las mediciones, se elabora y ordena la información.

Trabajo de Gabinete: procesamiento de la información con ayuda del AutoCAD

Instrumentos: Estación Total, GPS-localizador, brújula, cinta métrica, prisma.

Conceptualización de términos

Agua cruda: Es el agua en su condición originario, sin recibir ningún proceso de limpieza y desinfección (DS N° 019-MVCS, 2017, p. 40)

Agua potable: son los que deben cumplir con las condiciones normativas con respecto a los exámenes bacteriológicos y físico-químicos para la consumición de la población. (DS N° 019-MVCS, 2017, p. 40)

Afloramiento: fuentes naturales de agua (DS N°011-MVCS, 2006, p. 37)

Acuífero: capa profunda del suelo repleto de agua que emana con facilidad y en abundancia (DS N°011-MVCS, 2006, p. 37)

Análisis Hidráulico: cálculos de la cantidad y de presión del agua en algún nudo dentro de una red de distribución, con el uso de fórmulas y coeficientes de los materiales (OS.0.50-RNE,2014, p. 149)

Asociado: habitante mayor de edad que tiene representatividad de su domicilio en lo que respecta a los derechos y deberes sobre el agua. (DS N° 019-MVCS, 2017, p. 40)

Cuota familiar: desembolso que se realiza al prestador de servicio en una comunidad rural, cubre los pagos de agua y saneamiento. El monto lo aprueba los mismos usuarios (DS N° 019-MVCS, 2017, p. 40)

Dureza del agua: se designa al agua que contiene compuestos minerales en porcentaje altos que causan daños a la persona que la consume, estas son sales de magnesio y calcio, (SUNASS,2003, p. 353).

Cloración: es la purificación del agua por medio del hipoclorito, obteniendo condición salubre para que las personas puedan consumirlas. (SUNASS, 2004, p. 253).

Caudal de diseño: flujo de agua útil que nos sirve para proyectar los componentes de una red hidráulica. (RMN°153-2019-vivienda, p. 3)

Conexión Domiciliario: grupo de componentes que se inician en la tubería principal y llega hasta la parte de ingreso de las viviendas. (RMN°153-2019-vivienda, p. 4)

Coliformes fecales: son bacterias fecales como el escherichia coli que se encuentran en los intestinos humanos y de animales, que al contacto con el agua los contamina (OS. O90 MVCS, 2006, p. 6)

Filtración: procesamiento natural donde se filtra los sedimentos del fluido. (DS N°011-MVCS, 2006, p. 37)

Jaas: junta comunal administradora de agua y saneamiento sin fines de lucro (PRONASAR, 2011, p. 16)

EPS: empresa prestadora de servicios. (DS N° 019-MVCS, 2017, p. 40)

Presión: es el número de empujes que se ejerce a una determinada superficie (OS.050 RNE, 2014, p. 150)

Usuario: persona natural que recibe el servicio de agua en la comunidad (DS N° 019-MVCS, 2017, p. 41)

Rehabilitaciones menores: reconstrucción de las obras hidráulicas de una red de agua potable, incluye también obras de alcantarillado rural. (DS N° 019-MVCS, 2017, p. 41)

Nivel o cota: es la elevación vertical expresado en grados sexagesimales con respecto al nivel de la corteza terrestre (NT G.040-RNE-2006, p. 3)

Velocidad: distancia recorrida por una unidad de tiempo (OS.050 RNE, 2014, p. 148)

El software: son herramientas tecnológicas dotadas de normas y procedimientos que simplifican los trabajos en un ordenador. (Pérez, 2008).

Bentley Systems: industria especialista en software, enfocado a la planificación, modelamiento, simulacro y constantes mejoras en lo que respecta a los procesos hidráulicos. (Bentley Systems, Incorporated).

Golpe de ariete: se define así cuando el fluido en una línea de tuberías realiza un cambio brusco e inesperado de velocidades a causa del desnivel del terreno.

II. METODOLOGÍA

Tipos y Diseño metodológico

Tipo de investigación

El presente estudio es Aplicada, a causa de que presentan datos obtenidos de la realidad y proporcionando soluciones prácticas para la sociedad.

De enfoque cuantitativo según Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, L. (2014). Emplea la obtención de datos analizándola de forma ordenada mediante métodos estadísticos respondiendo a interrogantes del estudio para luego contrastar con las teorías pre establecidas (p. 37).

Nivel de investigación

Así mismo Hernández, *et al.* (2014), afirma que: la investigación de nivel explicativo, nos dirigen a entender definiciones más amplias a las anomalías preestablecidas y de correspondencia entre ellos; nos conducen a contestar por las motivaciones de sucesos y anomalías de carácter físico-social. nos afirma que su objetivo son las causas del porque sucede una anomalía y las situaciones de cómo puede expresarse y también como se enlazan dos variables. (p.95).

Método de investigación

El método de estudio empleado, es el método científico, según el autor Tamayo y Tamayo (2012), “el método científico es un conjunto de procedimientos por los cuales se plantean los problemas científicos y se ponen a prueba las hipótesis y los instrumentos de trabajo investigativo” (pág. 30).

Diseño de investigación

Según Hernández, *et al.*, (2003), “el diseño no experimental, se define como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos”.

VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

La variable, según Núñez (2007), “La variable es todo aquello que se va a medir, controlar y estudiar en una investigación, es también un concepto clasificatorio. Pues asume valores diferentes, los que pueden ser cuantitativos o cualitativos. Y también puede ser definidas conceptual y operacionalmente” (pag.167).

Variables Independientes (X): Aplicación del Software Watercad.

Variables Dependientes (Y): Modelamiento del sistema abastecimiento de agua potable.

Operacionalización de variables, “es un proceso metodológico que consiste en descomponer o desagregar deductivamente las variables que componen el problema de investigación, partiendo desde lo más general a lo más específico; es decir, las variables se dividen (si son complejas) en dimensiones, áreas, aspectos, indicadores, índices, subíndices e ítems; pero si son concretas solamente en indicadores, índices e ítems” (Carrasco, 2009).

Población, muestra y muestreo

La Población

Según el autor Arias (2006), “define población como un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio” (pág. 81).

En la presente investigación la población de estudio comprenderá todo el sistema de la red de distribución de agua en la comunidad de espite.

La muestra

Según el autor Arias (2006), “define muestra como un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p.83).

en el presente estudio y coincidiendo con el autor se seleccionará un tramo importante de todo el sistema de la red de distribución de agua de la comunidad que represente los objetivos de la investigación.

El muestreo

Muestreo no Probalístico: el modelo define, que no se encuentra el principio de que todos los individuos de un universo de estudio, posean iguales probabilidades de ser seleccionados para ser una fracción de la muestra. (Canahuire et. al 2015 p. 83)

Muestreo no probalístico por conveniencia

En el muestreo por conveniencia “el elemento se autoselecciona o se ha seleccionado debido a su fácil disponibilidad” (Kinneer y Taylor, 1998, p.405). Como su nombre lo indica, se selecciona con base en la conveniencia del investigador.

En el presente estudio el muestreo estará comprendido por la red de distribución domiciliaria que es la parte central y más representativa de todo el sistema de abastecimiento de agua en la comunidad.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

La Técnica de Recolección de datos según el autor Arias (2006) “define como las técnicas de recolección de datos como el conjunto de procedimientos y métodos que se utilizan durante el proceso de investigación, con el propósito de conseguir la información pertinente y los objetivos formulados en una investigación” (pág. 376).

Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información

El resultado del estudio utilizando los instrumentos se presentarán en tablas simples y figuras.

El Instrumento de recolección de datos

Para Chávez (2007), “los instrumentos de investigación son los medios que utilizan el investigador para medir el comportamiento o atributos de las variables. Entre estos se pueden mencionar: los cuestionarios, entrevistas y escalas de clasificación entre otros” (p.173).

La validez de los Instrumentos según Landeau (2007), “define la validez como el grado en que el instrumento proporciona datos que reflejen realmente los aspectos que interesen estudiar” (p. 81).

De igual manera, según la autora Landeau (2007), “define confiabilidad como el grado con el cual el instrumento prueba su consistencia, por los resultados que produce al aplicarlo repetidamente al objeto de estudio” (p. 81).

Procedimientos

El procedimiento para obtener las soluciones que se esperan en el actual estudio son:

- Toma de datos de la población, número de integrantes, tipos de servicios con los que cuenta, actividades a la que se dedica.
- Realizar el levantamiento topográfico y procesar la información en el AutoCAD Civil para obtener las cifras que se necesitan para el modelamiento de la red de agua.
- Aplicación del software watercad.

Método del análisis de datos

Con el método inductivo se iniciará el presente estudio pues se observará en primer lugar la población, la geografía del proyecto, ubicar las fuentes de agua, para luego iniciar con la toma de datos a la población, luego proceder con el levantamiento topográfico, en gabinete con los datos obtenidos se procederá con el método analítico para procesar dichos datos con ayuda del software AutoCAD para luego realizar el modelamiento del sistema de agua con el software watercad. finalmente se procederá con el análisis estadístico de los resultados y se empleará el método sintético para dar a conocer las conclusiones y resultados.

Aspectos éticos

Para la resolución del actual estudio, se tendrá presente los principios éticos con son con respecto a:

A la beneficencia: en este trabajo de investigación se velará por el beneficio social y económico pues el planeamiento de la red de agua mejorará positivamente la convivencia en la comunidad en estudio.

A la no maleficencia, el planeamiento de una red de distribución de agua estará a cargo de profesionales competentes y como consecuencia contribuirán positivamente en la mejor convivencia de los pobladores.

A la autenticidad, el trabajo de investigativo se realizará bajo los parámetros de las normas ISO 690 y 690-2.

A la verdad, los datos obtenidos en laboratorios serán avalados por los profesionales responsables.

A la autonomía, el autor empleara sus opiniones y apreciaciones de las soluciones que se obtuvieron.

El estudio tendrá como fuente teórica el Reglamento Nacional de Edificaciones específicamente en su capítulo Norma IS.010 Y norma IS.020 y R.M. N° 173-2016-VIVIENDA.

Segunda fuente la Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural del Ministerio de Vivienda.

Como tercera fuente de información el texto de distribución de agua y alcantarillado de Vierendel.

III. RESULTADOS

Requerimientos para el Modelamiento del Sistema de agua potable.

Es necesario para la simulación, los datos como, la población de diseño a 20 años, el periodo de proyección de las obras hidráulicas, la dotación de agua que necesita la población según recomendación de Digesa, las variaciones de consumo como es el caudal medio, el caudal máximo diario para la proyección de la red de conducción y el caudal máximo horario para proyectar las líneas de aducción y red de distribución.

Figura 8: Requerimientos para el modelamiento del proyecto

		Sector 01	Sector 02
Población de diseño $Pd = Pi * (1 + \frac{r*t}{1000})$ Pd=Población de diseño Pi= población inicial Pi= 308 r= tasa de crecimiento r=1.27 t= periodo (20 años)	386 hab.	300 hab.	86 hab.
Periodo de diseño	20 años		
Dotación de agua: zona rural	100 l/h/d		
Variaciones de consumo			
Caudal promedio $Qprom = \frac{poblacion*dotacion}{86400} \text{ Lt/seg.}$	0.45 Lt/s	0.35 Lt/s	0.10 Lt/s
Caudal máximo diario $Qmd=k1*Qprom \quad k1=1.30$ Caudal para diseño de línea de conducción	0.58 lt/s	0.45 Lt/s	0.13 Lt/s
Caudal máximo horario $Qmh=k2 \times Qm \quad k2=2$ Caudal para diseño de línea de aducción y red de distribución	0.90 lt/s	0.70 Lt/s	0.20 Lt/s

Fuente: elaboración propia

VOLUMEN DE RESERVORIOS

Figura 9: Volúmenes de almacenamiento de los reservorios

Va. = Vreg. + Vc.i. + Vres.	RESERVORIO N° 01	RESERVORIO N° 02	unidad
Demanda media diaria $MD = \frac{poblacion \times dotacion}{1000}$	30.0	8.6 0	M3
vol. regulación (m3) = 25 % del consumo medio	7.50	2.15	M3
volumen de reserva (m3) (33% v.reg) =	2.48	0.70	M3
Volumen contra incendio/ no aplica en zona rural			
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DEL RESERVORIO	9.98 = 10	2.85 = 3.0	M3

Fuente: elaboración propia

Según la Norma O.S. 0.30-D. S N°011-2006-VIVIENDA: Con título Almacenamiento de agua para consumición del hombre, y considerando que nuestro proyecto se está diseñando con dos sistemas: Las dimensiones del reservorio realizados a partir del caudal medio diario Q_m de la comunidad en estudio resultó el reservorio n° 01 de 10 m³ de almacenamiento y reservorio n° 2 de 3 m³, que serán ubicados en la cabecera de población. Adicionalmente se propone 01 cámara rompe presión en el sistema 01 dado que es el más extenso 1.8 km, en el punto más alto para contrarrestar el golpe de ariete, 01 válvula de purga en cada sistema en el punto más bajo para facilitar la limpieza de sedimentos y mantenimiento.

**RESULTADOS DE LAS TUBERIAS Y NODOS DE LAS LINEAS DE
CONDUCCIÓN 01 – RESERVORIO 01, OBTENIDOS CON EL SOFTWARE
WATERCAD**

Comprende las tuberías de PVC que inician en la captación tipo ladera n°1 hasta Reservoirio n° 1, con un diámetro interior de 29.4 mm, equivalente a 1”, con una longitud de 1807.01 m, una velocidad de 0.56 m/s. Se observa también los nodos de inicio y fin de dichas tuberías con sus respectivas presiones. se puede concluir en este cuadro que el diámetro y la velocidad se mantienen constantes hasta llegar al reservorio 01 pues no hay ningún desgaste en los nodos. las tuberías de conducción se diseñarán con el Qmd= 0.45 lps.

Tabla 1: Resultados tuberías Línea Conducción 01

Tub. Nº	Nodo Inicio	Nodo Fin	L (m)	D.int. (mm)	V (m/s)	Presión Nodo Inicio	Presión Nodo Fin
1	CAP-1	N-30	9.64	29.40	0.56	0	1.15
2	N-98	N-82	17.65	29.40	0.56	10.87	12.71
3	N-54	N-25	11.85	29.40	0.56	31.89	32.48
4	N-25	N-26	9.18	29.40	0.56	32.48	32.25
5	N-26	N-21	15.05	29.40	0.56	32.25	34.7
6	N-21	N-22	8.77	29.40	0.56	34.7	35.14
7	N-22	N-88	16.07	29.40	0.56	35.14	34.43
8	N-88	N-102	18.28	29.40	0.56	34.43	34.34
9	N-102	N-107	19.00	29.40	0.56	34.34	36.02
10	N-107	N-124	31.60	29.40	0.56	36.02	35.59
11	N-124	N-116	24.95	29.40	0.56	35.59	36.06
12	N-82	N-17	15.19	29.40	0.56	12.71	14.39
13	N-17	N-18	6.43	29.40	0.56	14.39	18.94
14	N-18	N-72	13.71	29.40	0.56	18.94	25.53
15	N-72	N-81	14.97	29.40	0.56	25.53	27.81
16	N-81	N-104	18.36	29.40	0.56	27.81	25.51
17	N-104	N-110	20.48	29.40	0.56	25.51	25.48
18	N-110	N-111	19.75	29.40	0.56	25.48	27.79
19	N-111	N-109	22.06	29.40	0.56	27.79	25.79
20	N-109	N-57	19.72	29.40	0.56	25.79	24.5
21	N-30	N-40	10.67	29.40	0.56	1.15	1.44
22	N-57	N-58	12.32	29.40	0.56	24.5	23.31
23	N-58	N-80	14.96	29.40	0.56	23.31	25.65
24	N-80	N-91	16.89	29.40	0.56	25.65	26.97
25	N-91	N-73	18.85	29.40	0.56	26.97	27.27
26	N-73	N-66	13.88	29.40	0.56	27.27	28.54
27	N-66	N-38	12.96	29.40	0.56	28.54	26.53
28	N-38	N-39	10.18	29.40	0.56	26.53	27.13
29	N-39	N-76	14.46	29.40	0.56	27.13	27.64
30	N-76	N-100	17.76	29.40	0.56	27.64	28.56

31	N-100	N-55	18.11	29.40	0.56	28.56	26.85
32	N-40	N-47	11.11	29.40	0.56	1.44	3.21
33	N-55	N-56	11.94	29.40	0.56	26.85	27.39
34	N-56	N-62	12.61	29.40	0.56	27.39	26.7
35	N-62	N-52	16.18	29.40	0.56	26.7	27.45
36	N-52	N-53	11.61	29.40	0.56	27.45	27.91
37	N-53	N-59	12.45	29.40	0.56	27.91	28.36
38	N-59	N-114	20.59	29.40	0.56	28.36	27.85
39	N-114	N-123	26.87	29.40	0.56	27.85	27.69
40	N-123	N-92	24.45	29.40	0.56	27.69	27.34
41	N-92	N-93	16.99	29.40	0.56	27.34	27.9
42	N-93	N-97	17.53	29.40	0.56	27.9	28.43
43	N-47	N-67	13.28	29.40	0.56	3.21	3.31
44	N-97	N-117	22.33	29.40	0.56	28.43	28.29
45	N-117	N-70	21.29	29.40	0.56	28.29	28.25
46	N-70	N-71	13.70	29.40	0.56	28.25	27.98
47	N-71	N-46	15.12	29.40	0.56	27.98	26.88
48	N-46	N-36	10.94	29.40	0.56	26.88	29.54
49	N-36	N-37	9.94	29.40	0.56	29.54	31.89
50	N-37	N-69	13.55	29.40	0.56	31.89	28.91
51	N-69	N-105	18.90	29.40	0.56	28.91	29.6
52	N-105	N-87	18.51	29.40	0.56	29.6	29.26
53	N-87	N-63	16.01	29.40	0.56	29.26	28.81
54	N-67	N-64	13.00	29.40	0.56	3.31	5.09
55	N-63	N-44	12.62	29.40	0.56	28.81	26.42
56	N-44	N-45	10.87	29.40	0.56	26.42	28.95
57	N-45	N-101	18.19	29.40	0.56	28.95	28.83
58	N-101	N-103	20.17	29.40	0.56	28.83	28.71
59	N-103	N-85	18.35	29.40	0.56	28.71	27.96
60	N-85	N-86	15.77	29.40	0.56	27.96	27.77
61	N-86	N-89	16.33	29.40	0.56	27.77	31.15
62	N-89	N-94	17.45	29.40	0.56	31.15	29.41
63	N-94	N-95	17.20	29.40	0.56	29.41	27.5
64	N-95	N-19	18.40	29.40	0.56	27.5	28.47
65	N-64	N-65	12.64	29.40	0.56	5.09	6.77
66	N-19	N-20	8.06	29.40	0.56	28.47	28.02
67	N-20	N-35	9.89	29.40	0.56	28.02	28.44
68	N-35	N-41	10.83	29.40	0.56	28.44	24.86
69	N-41	N-115	23.69	29.40	0.56	24.86	29.15
70	N-115	N-99	20.80	29.40	0.56	29.15	30.05
71	N-99	N-77	17.69	29.40	0.56	30.05	30.74
72	N-77	N-78	14.74	29.40	0.56	30.74	30.49
73	N-78	N-108	19.27	29.40	0.56	30.49	30.42
74	N-108	N-112	28.59	29.40	0.56	30.42	29.64
75	N-112	N-79	19.98	29.40	0.56	29.64	29.73
76	N-65	N-48	23.73	29.40	0.56	6.77	8.46
77	N-79	N-60	14.90	29.40	0.56	29.73	27.53
78	N-60	N-61	12.59	29.40	0.56	27.53	27.84

79	N-61	N-90	16.47	29.40	0.56	27.84	30.14
80	N-90	N-96	17.22	29.40	0.56	30.14	30.79
81	N-96	N-125	25.44	29.40	0.56	30.79	32.37
82	N-125	N-121	26.77	29.40	0.56	32.37	27.36
83	N-121	N-118	22.91	29.40	0.56	27.36	27.72
84	N-118	N-119	21.91	29.40	0.56	27.72	30.28
85	N-119	N-120	22.22	29.40	0.56	30.28	29.88
86	N-120	N-122	23.08	29.40	0.56	29.88	29.4
87	N-48	N-49	11.12	29.40	0.56	8.46	7.96
88	N-122	N-106	25.42	29.40	0.56	29.4	29.6
89	N-106	N-83	18.55	29.40	0.56	29.6	28.1
90	N-83	N-84	15.73	29.40	0.56	28.1	29.23
91	N-84	N-74	18.88	29.40	0.56	29.23	29.17
92	N-74	N-75	14.04	29.40	0.56	29.17	30.25
93	N-75	N-33	16.34	29.40	0.56	30.25	30.91
94	N-33	N-34	9.81	29.40	0.56	30.91	29.04
95	N-34	N-50	18.34	29.40	0.56	29.04	30.15
96	N-50	N-51	11.27	29.40	0.56	30.15	30.78
97	N-51	N-31	14.29	29.40	0.56	30.78	29.07
98	N-49	N-98	22.53	29.40	0.56	7.96	10.87
99	N-31	N-32	9.70	29.40	0.56	29.07	27.61
100	N-32	N-68	17.63	29.40	0.56	27.61	29.7
101	N-68	N-23	13.18	29.40	0.56	29.7	31.37
102	N-23	N-24	9.04	29.40	0.56	31.37	32.96
103	N-24	N-27	10.35	29.40	0.56	32.96	31.02
104	N-27	N-28	9.40	29.40	0.56	31.02	30.98
105	N-28	N-42	24.18	29.40	0.56	30.98	30.8
106	N-42	N-43	10.86	29.40	0.56	30.8	30.63
107	N-43	N-113	23.55	29.40	0.56	30.63	29.95
108	N-113	N-54	20.19	29.40	0.56	29.95	31.89
109	N-116	RESERV-01	21.19	29.40	0.56	36.06	39.97
TOTAL:			1807.01				

RESULTADOS DE LAS TUBERIAS DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN O2-HASTA EL RESERVORIO 02, OBTENIDO POR EL SOFTWARE WATERCAD

Comprende las tuberías de PVC que inician en la captación tipo ladera n°2 hasta Reservoirio n° 2, con un diámetro interior de 29.4 mm, equivalente a 1", con una longitud total de 292.99 m. y una velocidad de 0.13 m/s. Se observa también los nodos de inicio y fin de dichas tuberías con sus respectivas presiones. Se puede concluir en este cuadro que el diámetro y la velocidad se mantienen constantes hasta llegar al reservorio 02 pues no hay ningún desgaste en los nodos. las tuberías de conducción se diseñarán con el Qmd= 0.13 lps.

Tabla 2: Resultados de las tuberías de línea de Conducción 02

Tub N°	Nodo Inicio	Nodo Fin	L (m)	D.int (mm)	V (m/s)	Presión Nodo Inicio	Presión Nodo Fin
1	CAP- 02	N-127	9.35	29.40	0.13	0	1
2	N-127	N-133	14.50	29.40	0.13	1	1.46
3	N-133	N-135	16.14	29.40	0.13	1.46	5.02
4	N-135	N-130	18.35	29.40	0.13	5.02	6.43
5	N-130	N-131	11.70	29.40	0.13	6.43	9.95
6	N-131	N-132	12.66	29.40	0.13	9.95	7.59
7	N-132	N-134	14.65	29.40	0.13	7.59	9.33
8	N-134	N-128	17.72	29.40	0.13	9.33	9.24
9	N-128	N-129	10.03	29.40	0.13	9.24	12.59
10	N-129	N-138	24.37	29.40	0.13	12.59	14.46
11	N-138	N-139	31.17	29.40	0.13	14.46	18.74
12	N-139	N-140	27.10	29.40	0.13	18.74	23.12
13	N-140	N-136	32.19	29.40	0.13	23.12	26.91
14	N-136	N-137	22.73	29.40	0.13	26.91	28.47
15	N-137	RESERV-02	30.33	29.40	0.13	28.47	30.63
TOTAL:			292.99				

RESULTADOS DE LAS TUBERIAS DE ADUCCION Y LA RED DE DISTRIBUCIÓN – ESPITE, OBTENIDO DEL SOFTWARE WATERCAD

Comprende las tuberías de las tuberías de aducción y la red distribución en la localidad en estudio, se inician en los reservorio n° 1 y n° 2 bajan por sus respectivas tuberías de aducción y convergen en la red de distribución que son las encargadas de suministrar el agua a los domicilios, a continuación se detallan los diámetros de las tuberías, los caudales y sus respectivas velocidades de cada tramo. La a líneas de distribución se diseñan con $Q_{mh}=0.70$ L/S para el sector 01, $Q_{mh}=0.20$ L/S para el sector 02 respectivamente.

Tabla 3: Resultados de tuberías de Aducción y Red de distribución

Tub N°	Nodo Inicio	Nodo Fin	L (m)	D.int (mm)	V (m/s)	Caudal (l/s)	Presión Nodo Inicio	Presión Nodo Fin
LÍNEA DE ADUCCIÓN SECTOR 01								
1	RESERV 01	N-12	23.08	38.4	0.50	0.70	0	6.19
2	N-12	N-193	45.55	38.4	0.50	0.70	6.19	28.59
3	N-197	N-9	14.81	38.4	0.50	0.70	2.53	11.57
4	N-9	N-10	15.89	38.4	0.50	0.70	11.57	21.43
5	N-10	N-3	29.88	38.4	0.50	0.70	21.43	26.96

6	N-3	N-7	4.79	38.4	0.50	0.70	26.96	27.34
7	CRP 01	N-197	11.00	38.4	0.50	0.70	0	2.53
8	N-1	CRP 01	30.54	38.4	0.50	0.70	39.71	0
9	N-193	N-194	22.23	38.4	0.50	0.70	28.59	34.71
10	N-194	N-1	18.17	38.4	0.50	0.70	34.71	39.71
LINEA DE ADUCCIÓN SECTOR 02								
1	RESERV 02	N-15	62.63	29.4	0.19	0.20	0	4.37
2	N-15	N-13	20.73	29.4	0.19	0.20	4.37	6.83
3	N-13	N-144	26.72	29.4	0.18	0.20	6.83	7.91
RED DE DISTRIBUCIÓN SECTOR 02								
1	N-153	N-150	47.89	29.4	0.17	0.14	15.25	19.77
2	N-152	N-150	47.07	29.4	0.16	0.13	15.19	19.77
3	N-152	N-143	45.65	29.4	0.15	0.12	15.19	11.84
4	N-149	N-146	34.15	29.4	0.15	0.14	5.83	8.69
5	N-144	N-149	16.79	29.4	0.13	0.15	7.91	5.83
6	N-144	N-145	8.89	29.4	0.14	0.12	7.91	9.54
7	N-145	N-152	31.01	29.4	0.12	0.13	9.54	15.19
8	N-146	N-147	11.25	29.4	0.15	0.14	8.69	9.62
9	N-147	N-148	22.98	29.4	0.14	0.10	9.62	10.93
10	N-148	N-143	12.57	29.4	0.15	0.15	10.93	11.84
11	N-143	N-141	4.73	29.4	0.14	0.14	11.84	12.05
12	N-141	N-142	4.42	29.4	0.16	0.12	12.05	12.24
13	N-142	N-153	37.57	29.4	0.17	0.12	12.24	15.25
14	N-150	N-151	26.14	22.9	0.15	0.10	19.77	22.98
RED DE DISTRIBUCIÓN SECTOR 01								
1	N-192	N-154	53.55	22.9	0.15	0.40	42.68	40.26
2	N-154	N-182	34.72	22.9	0.25	0.63	40.26	36.17
3	N-182	N-185	43.12	22.9	0.35	0.58	36.17	36.41
4	N-185	N-167	37.69	22.9	0.51	1.24	36.41	36.25
5	N-167	N-176	8.54	29.4	0.35	0.53	36.25	35.95
6	N-176	N-191	62.66	29.4	0.32	0.48	35.95	34.9
7	N-191	N-183	46.32	29.4	0.28	0.39	34.9	33.86
8	N-183	N-187	41.09	29.4	0.25	0.50	33.86	35.75
9	N-189	N-190	43.33	29.4	0.26	0.26	32.48	32.18
10	N-190	N-179	46.30	29.4	0.24	0.36	32.18	32.43
11	N-179	N-168	31.50	29.4	0.30	0.42	32.43	29.95
12	N-168	N-169	5.06	29.4	0.35	0.51	29.95	29.71
13	N-169	N-162	19.75	29.4	0.32	0.47	29.71	28.26
14	N-162	N-163	4.43	29.4	0.28	0.42	28.26	27.83
15	N-163	N-160	27.36	22.9	0.25	0.63	27.83	24.12
16	N-160	N-161	4.42	22.9	0.24	0.54	24.12	23.18
17	N-161	N-186	38.44	22.9	0.25	0.63	23.18	18.06
18	N-168	N-174	7.39	29.4	0.28	0.40	29.95	29.73

19	N-174	N-177	18.63	29.4	0.24	0.36	29.73	28.6
20	N-177	N-172	14.40	29.4	0.26	0.38	28.6	27.93
21	N-172	N-173	6.10	29.4	0.28	0.41	27.93	27.85
22	N-173	N-164	7.58	29.4	0.52	0.75	27.85	27.6
23	N-164	N-165	4.63	29.4	0.53	0.78	27.6	27.12
24	N-165	N-7	6.17	29.4	0.56	0.82	27.12	27.34
25	N-7	N-171	5.82	29.4	0.32	0.47	27.34	27.5
26	N-171	N-180	22.17	29.4	0.30	0.46	27.5	28.36
27	N-180	N-181	15.77	29.4	0.35	0.50	28.36	29.3
28	N-181	N-188	41.19	29.4	0.25	0.50	29.3	29.05
29	N-173	N-158	6.14	29.4	0.30	0.45	27.85	28.63
30	N-158	N-159	4.42	29.4	0.26	0.38	28.63	29.14
31	N-159	N-178	14.47	29.4	0.28	0.40	29.14	30.92
32	N-178	N-179	14.41	29.4	0.24	0.35	30.92	32.43
33	N-179	N-191	47.23	29.4	0.25	0.38	32.43	34.9
34	N-181	N-190	48.81	29.4	0.26	0.38	29.3	32.18
35	N-190	N-183	45.80	29.4	0.30	0.46	32.18	33.86
36	N-163	N-156	4.79	29.4	0.32	0.49	27.83	29.32
37	N-156	N-157	3.10	29.4	0.20	0.29	29.32	30.11
38	N-157	N-170	5.63	29.4	0.22	0.32	30.11	30.46
39	N-170	N-175	18.74	29.4	0.24	0.36	30.46	32.75
40	N-175	N-166	8.41	29.4	0.20	0.30	32.75	34.02
41	N-166	N-167	4.79	29.4	0.18	0.26	34.02	36.25
42	N-183	N-184	35.56	22.9	0.15	0.30	33.86	36.92
43	N-188	N-146	3.00	29.4	0.16	0.22	29.05	8.69
44	N-189	N-143	3.00	29.4	0.14	0.20	32.48	11.84
45	N-187	N-153	3.00	29.4	0.15	0.18	35.75	15.25
	TOTAL		1646.56					

Resumen de las longitudes de tuberías PVC en la línea de aducción y red de distribución del proyecto.

Tabla 4: Resultados longitud de tuberías de red de distribución- sector n° 01

Sector 01	Diámetro interior	Longitud (m)
Línea de aducción 01	1 ¼ “ = 38.40 mm	215.94
Línea de distribución 01	¾” = 22.90 mm	274.86
Línea de distribución 01	1” = 28.40 mm	694.57

Fuente: elaboración propia obtenido del software Watercad

Tabla 5: Resultados longitud de tuberías de Red de distribución-Sector n° 02

Sector 02	Diámetro interior	Longitud (m)
Línea de aducción 02	1” = 29.40 mm	110.08
Línea de distribución 02	¾” = 22.90 mm	26.14
Línea de distribución 02	1” = 29.40 mm	324.97
TOTAL		1646.56 m

Fuente: Elaboración propia obtenido del software Watercad

Tabla 6: Resultado de longitud de tuberías de línea de conducción 01

Captación 01 hasta reservorio 01	Diámetro interior	Longitud (m)
Línea de conducción 01	1 “ = 29.40 mm	1807.01m

Tabla 7: Resultado de longitud de tuberías de línea de conducción 02

Captación 02 hasta reservorio 02	Diámetro interior	Longitud (m)
Línea de conducción 02	1 “ = 29.40 mm	292.99 m

LONGITUD TOTAL DE TUBERIA	3746.56 m.
----------------------------------	-------------------

INTERPRETACION DE RESULTADOS

velocidad

Los resultados obtenidos a partir del funcionamiento hidráulico de la red de distribución de agua en la localidad de Espite, se presentan resultados estadísticos correspondiente al parámetro de velocidad de las tuberías.

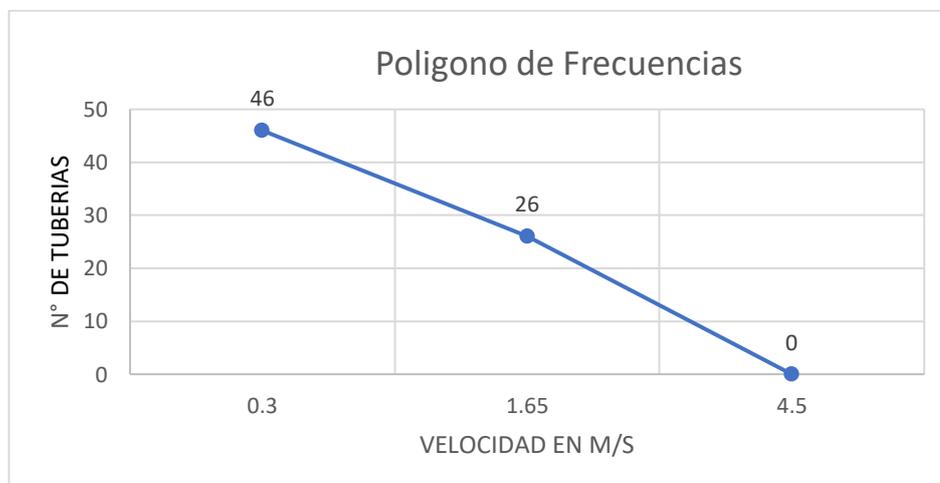
Figura 10: Frecuencias de velocidad en el modelamiento de la red de distribución

Intervalo de velocidad lts/seg	Clase Xi	fi	Xi*fi	Xi - X	(Xi - X) *Fi	(Xi-X) ^2*fi
[0 – 0.3[	0.3	46	13.8	0.49	22.54	11.04
[0.3 – 3.0[	1.65	26	42.9	0.86	22.36	19.22
[3.0 – 6.0]	4.5	0	0	3.71	0	0
		72	56.7		44.90	30.26

Fuente: elaboración propia

a partir del cuadro anterior, se han desarrollado las figuras estadísticas para facilitar su interpretación.

Figura 11: Polígono de frecuencias de velocidad



Fuente: elaboración propia

El polígono de frecuencias de la figura 12, señala los productos de las velocidades de simulación en el software watercad, pero esta vez cada rango es representado por una marca de clase, interpretándose que 46 tuberías de las 72 que representan a la red tienen una velocidad representativa de 0.30 m/s y 26 tuberías de 1.65 m/s.

Presión

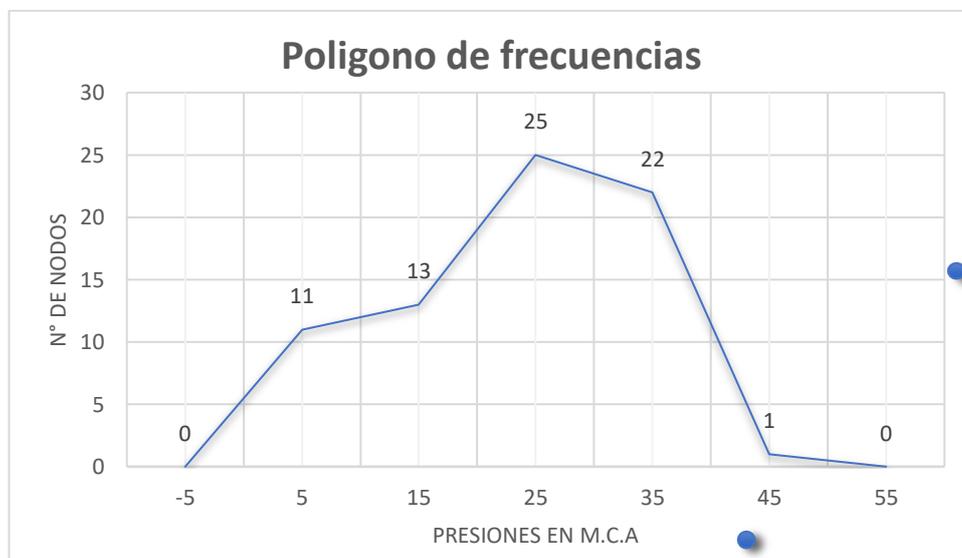
Los resultados obtenidos a partir del funcionamiento de la red de reparto de agua en la localidad de Espite, se presenta resultados estadísticos correspondiente al parámetro de presión de los nodos, según RNE la presión no debe bajar de 10 mca y la presión no debe sobrepasar los de 50 mca.

Figura 12: Frecuencias de Presiones en el modelamiento de la red de distribución

Intervalo de Presión m.c.a	Clase Xi	fi	Xi*fi	|Xi - X|	|Xi - X| *Fi	(Xi-X) ^2*fi
[-10 - 0[	-5	0	0	28.47	0	0
[0 - 10[	5	11	55	18.47	203.17	3752.54
[10 - 20 [	15	13	195	8.47	110.11	932.63
[20 - 30 [	25	25	625	1.53	38.25	58.52
[30 - 40 [	35	22	770	11.53	253.66	2924.69
[40 - 50[	45	1	45	21.53	21.53	463.54
[50 - 60 [	55	0	0	31.53	0	0
		72	1690		626.72	8131.92

A partir del cuadro anterior, se desarrolla el grafico estadístico para facilitar su interpretación de los datos.

Figura 13: Polígono de frecuencias de presiones



Fuente: elaboración propia

El polígono de frecuencias representado en la figura 14, muestra los resultados de las presiones, en el gráfico cada valor se representa con una marca de clase, se deduce que 11 nodos de los 72 que representan la red de distribución tiene una presión de 5 mca, de la misma manera 13 nodos tiene 15 mca, 25 nodos tienen 25 mca, 22 nodos 35 mca y 1 nodo tiene 45 mca. se puede concluir que las presiones en el presente proyecto cumplen con lo establecido en la Norma N° 173-2016.

IV. DISCUSIÓN

En la presente tesis se elaboró la discusión de resultados con respecto a los resultados de las investigaciones de autores citados, será de suma importancia pues estas soluciones que se obtuvieron deberán ser comparados con dichas teorías.

1. En la tesis de Alberto y Hurtado, con título “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Irhua, Taricá – Ancash 2018”, se diseñó un sistema de abastecimiento por gravedad con una captación tipo ladera con un reservorio de 5 m³ y para una población futura de 192 habitantes, se empleó para su modelamiento el software Watercad obteniendo como resultado 2,313.62 m. de tuberías de conducción, PVC de (2 ½”) desde la captación hasta el reservorio con velocidad de 2.2 m/s y un caudal de Q=0.44 l/s. , además de 02 cámaras rompe presión tipo 6 , desde el reservorio la línea de aducción y toda la red de distribución consta de 3,070.77 m de tubería PVC de (1”), coincidiendo con la presente investigación donde el proyecto es de abastecimiento de agua por gravedad que consta con una captación tipo ladera, línea de conducción, reservorio, línea de aducción, la red de distribución y empleando el software watercad para el modelamiento obtenemos como resultado 3746.56 m de tubería con un diámetro de 1” PVC, confirmando que el resultado obtenido por el software utilizado es muy preciso en el cálculo de las dimensiones de las tuberías así como su velocidad y las presiones en los nodos.
2. En la presente investigación de los resultados en el modelamiento del watercad se observa que existe tramos de tuberías donde la velocidad mínima es inferior a 0.3 m/s según la guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural donde establece que las velocidades mínimas no deben ser menores a 0.3 m/s, se justifica pues se tiene caudales pequeños y para aumentar la presión hidráulica de las redes se propone aumentar las dimensiones de los reservorios y con esto obtener mayores velocidades. De igual forma los autores BANCES y CASAS, 2018. con su proyecto de investigación titulado “Diseño y Simulación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable de las localidades de Puerto Bagazán, Nueva Esperanza y la Victoria, Distrito de Elías Soplín Vargas, Rioja-2017”, para una

población de 614 habitantes proponen un diseño del sistema de agua para 03 localidades: Puerto Bagazán, Nueva esperanza y la victoria, se proyecta un sistema de gravedad la cual consta de: construcción de una captación de manantial tipo ladera, instalación de 02 líneas de conducción (de L.01=1542.85ml y L.02=4972.68ml con diámetros de 2 ½”), construcción de reservorio 01 de 25 m3 para las localidades de Puerto Bagazán y Nueva esperanza, construcción de reservorio 02 de 15 m3 para la localidad de la victoria, instalación de línea de aducción y redes de distribución para la localidad de la victoria L=1455.00 m consiguiendo velocidades inferiores a establecido en la norma y para compensar proponen reducir los diámetros de las tuberías a los mínimos permitidos (1”) e instalar válvulas de purga en las zonas más bajas , afirmando que con estas propuestas se deben conseguir aumentar la velocidad del sistema y obtener buenas presiones de servicios al final de los tramos.

CONCLUSIONES

1. De los datos que se obtuvieron en el actual estudio podemos concluir que la aplicación del software Watercad contribuye significativamente en la optimización del modelamiento de la red de agua potable en la comunidad en estudio.
2. La aplicación del software Watercad mejora el proyecto de la red de abastecimiento de la red de agua potable, pues nos permite obtener datos precisos de las tuberías de PVC que intervienen en los diferentes tramos del proyecto, así como la demanda y las presiones en los nudos según el RNE.
3. El modelamiento de la red de agua potable mejora con la aplicación del software Watercad y herramientas tecnológicas, pues se ahorra tiempo y recursos en la elaboración de un proyecto.

RECOMENDACIONES

1. De los resultados que se obtuvieron se sugiere la utilización del software Watercad para la optimización de modelamientos de distribución de agua potable en los diferentes proyectos, pues es una excelente herramienta que nos permite simular diferentes modelos hasta obtener resultados requeridos.
2. Para la mejor aplicación del software Watercad en el diseño de una red de distribución de agua es necesario el conocimiento de los componentes del sistema, sus funciones, ventajas de empleo de algún accesorio, operatividad y mantenimiento del mismo.
3. Se recomienda elaborar el modelamiento de los proyectos de acuerdo a las normas vigentes del RNE, para garantizar las velocidades de agua en las tuberías, así como las demandas y presiones en los nodos
4. Se sugiere que para el estudio definitivo del proyecto se complemente el diseño de alcantarillado y para la descarga de aguas negras una planta de tratamiento tipo Imhoff.

REFERENCIAS

1. AGÜERO, R. Agua Potable Para Poblaciones Rurales. Lima: Asociación de Servicios Educativos Rurales. 1997. [en línea]. [consulta: febrero de 2021]. 166 pp. Disponible en:
https://www.ircwash.org/sites/default/files/22116989.pdf?fbclid=IwAR1tJpIqpt6Vid_cgGsPNhrYI2t_BmSmG0wMt2w3DGpcMv8-WKeYBYoG2S0
2. ALBERTO, Joel y HURTADO, wilver. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Irhua, Tarica 2018. [en línea]. Tesis de grado. Huaraz: Universidad Cesar Vallejo, 2019 [consulta: febrero de 2021]. 160 pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46424>
3. BANCES, jhon y CASAS, Santiago. Con su proyecto de investigación titulado “Diseño y Simulación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable de las localidades de Puerto Bagazán Esperanza y la Victoria, Distrito de Elías Soplín Vargas, Rioja-2017” [en línea]. Tesis de grado. Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín, 2018 [consulta: febrero de 2021]. 105 pp. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3073>
4. BARRERA, Andrea y HERNÁNDEZ, aura. Manejo Integral del Recurso Hídrico para el Abastecimiento de agua Potable en el Corregimiento de Emaús. [en línea]. Tesis de grado. Cartagena de Indias: Universidad de Cartagena, 2016 [consulta: febrero de 2021]. 148 pp. Disponible en:
<https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/4157>
5. CERDA, H. Los Elementos de la Investigación [en línea]. Colombia: Editorial Magisterio, 1991 [consulta: febrero de 2021]. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/5177/517751763017.pdf>
6. CAMARGO, urbano. Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable en san Isidro, Rio Negro-2019 [en línea]. Tesis de grado. Satipo: Universidad

- Católica Los Ángeles Chimbote, 2019 [consulta: febrero de 2021]. 154 pp.
Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/14794>
7. CRUZ, nidia y CENTENO, Erick. Evaluación de la calidad del servicio de abastecimiento de agua potable a partir de la percepción de personas usuarias: El caso en Cartago, Costa Rica. Revista en ciencias ambientales [en línea]. Costa rica: 2020, vol.54, n.1, pp.95-122. ISSN 2215-3896[consulta: febrero de 2021]. 122 pp.
Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-38962020000100095&script=sci_abstract&tlng=es
 8. CHANCASANAMPA, Wilder. Evaluación del sistema de agua potable para mejorar el abastecimiento de agua en el anexo Tulturi, distrito de Moya-Huancavelica-2019 [en línea]. Tesis de grado. Lima: Universidad cesar Vallejo, 2019 [consulta: febrero de 2021]. 115 pp. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45954>
 9. EMERSON, tito. Relación entre redes cerradas y el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de caja – Huancavelica. [en línea]. Tesis de grado. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2017 [consulta: febrero de 2021]. 154 pp. Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/253>
 10. FERNÁNDEZ, Watercad el software para obras hidráulicas,2016 [en línea], [consulta: febrero de 2021], Disponible en: <https://www.eadic.com/watercad-el-software-para-obras-hidraulicas/>
 11. GUTIÉRREZ, yosel Y HUAMANI, maría. Modelamiento del sistema de abastecimiento de agua potable utilizando el software watercad en el diseño de las redes de distribución en la etapa del proyecto San Antonio de Mala [en línea]. Tesis de grado. Lima: Universidad San Martín de Porras, 2019 [consulta: febrero de 2021]. 95 pp. Disponible en: <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/5486>

12. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., & BAPTISTA, L. Metodología de la investigación, 2014. McGraw-Hill, 6ta Ed. consulta: febrero de 2021]. 644 pp. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
13. MARROQUIN, Ricardo. Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Joyitas y sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Linda Vista y la aldea Cerro Gordo, Jutiapa [en línea]. tesis de grado. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala 2017 [consulta: febrero de 2021]. 188 pp. Disponible en: <https://1library.co/document/zx28rkdq-diseno-abastecimiento-caserio-joyitas-alcantarillado-sanitario-jutiapa-jutiapa.html>
14. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. (2014). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: Grupo Universitario S.A.C.
15. MVCS. (junio de 2017). Reglamento de la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento. D.S. 019. Lima, Perú: El Peruano. [consulta: febrero de 2021]. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-reglamento-del-decreto-legisl-decreto-supremo-n-019-2017-vivienda-1537155-4/>
16. OMS. (2014). Estadísticas Sanitarias Mundiales 2014. Suiza: Servicios de Producción de Documentos de la OMS. [consulta: febrero de 2021]. Disponible en: https://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2014/es/
17. RNE. (2006). Captación y Conducción de Agua para Consumo Humano. Norma OS. 010. Lima, Perú: G-UNI.
18. VIERENDEL. Abastecimiento de agua y alcantarillado. Lima - cuarta edición. (2009.146 pp.)

ANEXOS

Anexo n 1º: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

	variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
INDEPENDIENTE	APLICACIÓN DEL SOFTWARE WATERCAD	Permite la simulación hidráulica de una red de abastecimiento de una localidad y de esta forma, estudiar en todo momento los consumos, posibles pérdidas de caudal o de presión. Fernández (2016)	A partir de los datos del levantamiento topográfico, de los parámetros de diseño del RNE, se realizará el modelamiento del sistema de abastecimiento de agua	Presión en Nodos	Caudal	razón
				Flujo en Tuberías	Velocidad	razón
					Diámetro de tuberías	razón
DEPENDIENTE	MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	Es el conjunto de instalaciones que la empresa de abastecimiento tiene para transportar desde el punto de captación y tratamiento hasta hacer llegar el suministro al cliente en unas condiciones que satisfagan sus necesidades. Moliá (1987, p.2)	A partir de los datos del modelamiento con el software watercad, las recomendaciones de diseño de RNE, de la guía de opciones técnicas de abastecimiento de agua para cada uno de los componentes del sistema se realizará el modelamiento del proyecto	Población Beneficiaria	Caudal promedio (Qp)	razón
					Caudal promedio diario (Qpd)	razón
					Caudal promedio horario (Qph)	razón
				Estudio Topográfico	Curvas de nivel	razón
					Áreas	razón

Anexo n°2: Matriz de Consistencia

TEMA: “APLICACIÓN DEL SOFTWARE WATERCAD EN EL MODELAMIENTO DEL SISTEMA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE ESPITE-AYACUCHO – 2020”.

PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	Indicadores	Metodología
<p>Problema General: ¿De qué manera la aplicación del software watercad optimiza el modelamiento de sistema de agua potable en la comunidad de espite – Ayacucho – 2020?</p>	<p>Objetivo General: Analizar la aplicación del software watercad para la optimización del modelamiento del sistema de agua potable en la comunidad de espite – Ayacucho- 2020.</p>	<p>Hipótesis General: La aplicación del software watercad contribuirá significativamente para la optimización del modelamiento del sistema de agua potable en la comunidad de espite – Ayacucho- 2020.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Aplicación del software watercad</p>	Presión en nodos	Caudal	Método de Investigación Método Científico
				Flujo en tuberías	Diámetro de tuberías velocidad	Diseño de Investigación No Experimental
<p>Problema Específico 1: ¿De qué manera la aplicación del software watercad mejorará el diseño de abastecimiento de agua potable de la comunidad de espite ayacucho-2020?</p> <p>Problema Específico 2: ¿De qué manera el uso de software watercad mejorará el modelamiento del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de espite Ayacucho-2020?</p>	<p>Objetivo Específico 1: Determinar si la aplicación del software watercad mejora el diseño de la red de distribución del sistema de agua potable en la comunidad de espite – Ayacucho - 2020.</p> <p>Objetivo Específico 2: Determinar el modelamiento del sistema de abastecimiento de agua potable con el software watercad de la comunidad espite-Ayacucho – 2020.</p>	<p>Hipótesis Específica 1: La aplicación del software watercad mejorará el diseño de la red de distribución del sistema de agua potable en la comunidad de espite – Ayacucho - 2020.</p> <p>Hipótesis Específica 2: El modelamiento del sistema de abastecimiento de agua potable mejorará con la aplicación del software watercad de la comunidad espite-Ayacucho – 2020.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Modelamiento del sistema de agua potable</p>	Población Beneficiaria	Caudal promedio (Qp)	Enfoque de Investigación Enfoque Cuantitativo
					Caudal promedio diario (Qpd)	Tipo de Investigación
					Caudal promedio horario (Qph)	Aplicada
					Curvas de nivel	Nivel de Investigación Explicativo
				Estudio topográfico	Áreas	

Anexo n°03: Presupuesto del proyecto

Se detalla el presupuesto del proyecto de investigación, el cual ha sido enteramente asumido por el investigador.

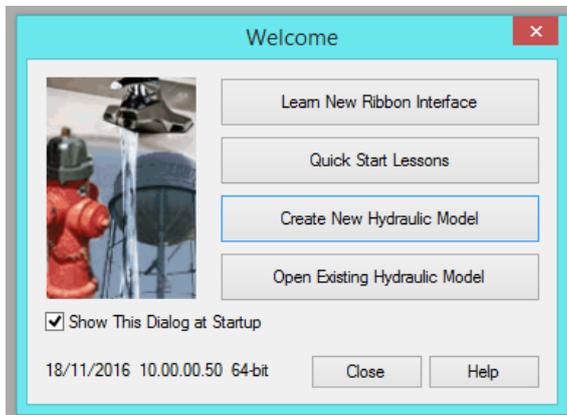
Tabla 8: Presupuesto de la Investigación

Ítems	Descripción	Unidad	cantidad	Precio UN.S/	subtotal S/
1.0	RECURSOS HUMANOS				
1.1	Investigador	gbl	1.0	0.0	0.0
1.2	Asesor de tesis	gbl	1.0	0.0	0.0
2.0	Equipos e Insumos de Escritorio				
2.1	computadora	Und.	1.0	2200.0	2200.0
2.2	impresora	Und.	1.0	650.0	650.0
2.3	papel bond A4 (200 hojas)	Und.	1.0	12.0	15.0
3.0	Equipos e Insumos de Campo				
3.1	Estación total Top COM	día	3.0	100.0	300.0
3.2	Camioneta	día	3.0	150.0	450.0
	GPS - localizador	día	3.0	20.0	60.0
3.4	prismeros	día	3.0	70.0	210.0
3.5	wincha-(50 m)	Und.	1.0	110.0	110.0
3.6	pintura	gl.	1.0	45.0	45.0
3.7	cemento	bls.	1.0	25.0	25.0
3.8	estacas-acero	gbl.	1.0	40.0	40.0
	TOTAL, DEL PRESUPUESTO			S/.	4105.0

Anexo 04: MODELAMIENTO DEL SOFTWARE WATERCAD V 10.5

1). CREAR UN NUEVO PROYECTO: abrir el software y seleccionar en crear proyecto nuevo.

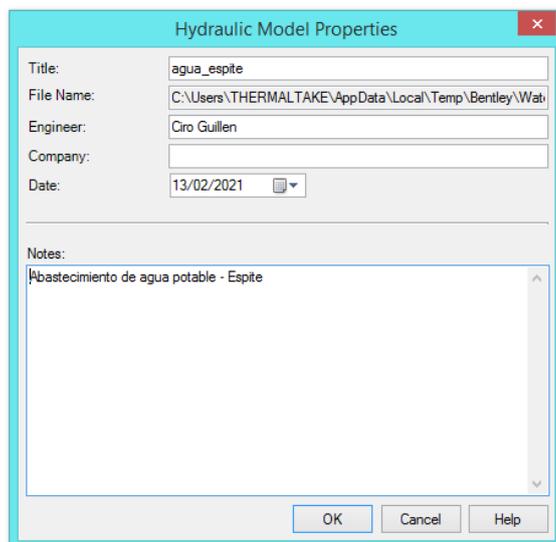
Figura 14: Crear un Proyecto Nuevo



Fuente: Elaboración propia obtenido del programa Watercad

2) EN FILE, seleccionar Hydraulic Model Properties e introducir datos generales del proyecto. Como nombre del proyecto, nombre del profesional responsable y una breve descripción del proyecto.

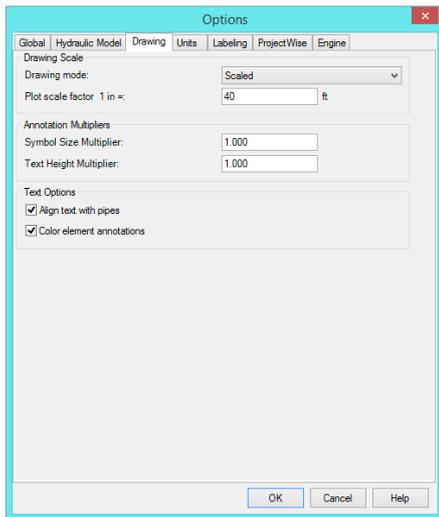
Figura 15: Ingreso de Datos generales al Watercad



Fuente: Elaboración propia obtenido del programa Watercad

3). EN TOOL, dirigirse a drawing seleccionar escala, para que el dibujo tome las medidas reales y también configurar tamaño de textos y símbolos

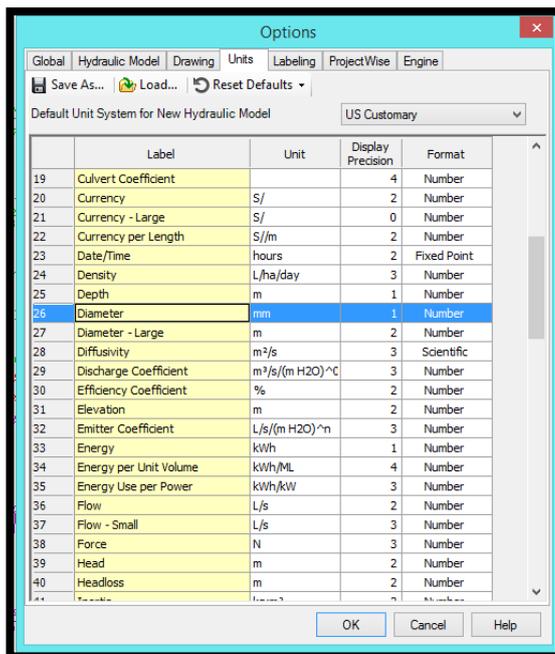
Figura 16: Configuración de escala



Fuente: Elaboración propia obtenido del programa Watercad

Luego ir a la ventana de UNITS, seleccionar SI, el diámetro en mm, presiones en mca, caudal en l/s y la velocidad en l/s

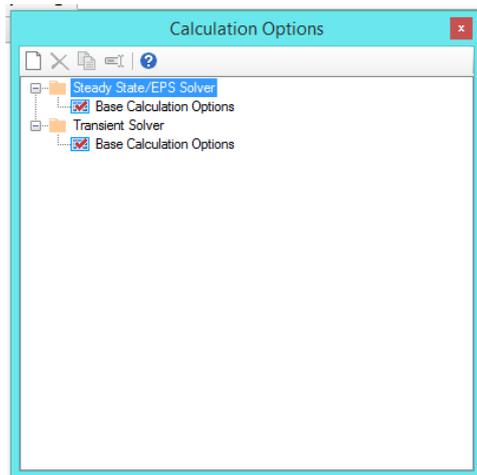
Figura 17: Configuración de Unidades



Fuente: Elaboración propia obtenido del programa Watercad

4). EN ANÁLISIS, Opciones de cálculo y se selecciona la primera que es el estudio estático.

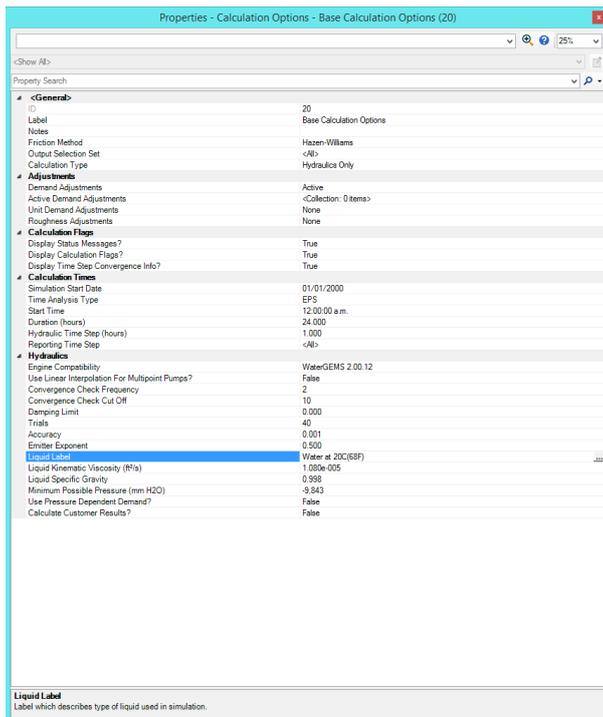
Figura 18: Selección del estudio estático



Fuente: Elaboración propia obtenido del programa Watercad

4). Dentro del estudio estático, configurar el método de fricción a utilizar en este caso hazen-williams, el tipo de líquido, hidraulic only en este caso agua y temperatura que es de 20C°.

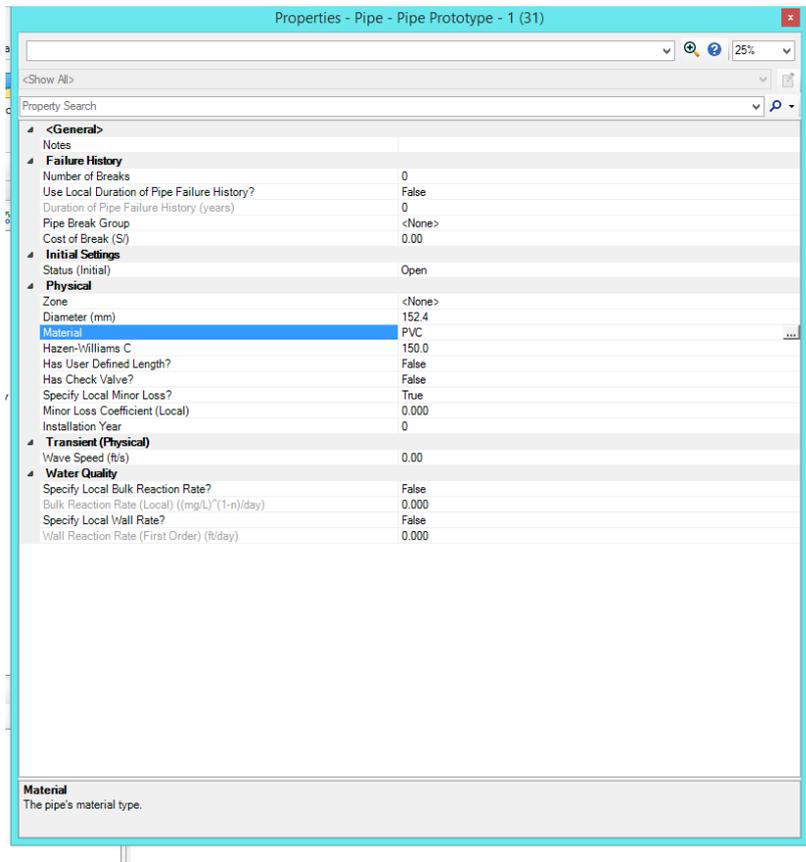
Figura 19: Configuración del método y temperatura del agua



Fuente: Elaboración propia obtenido del programa Watercad

5). En COMPONENTS configurar prototypes para colocar el tipo de material a utilizar en el proyecto, en es te caso es el PVC y el diámetro tentativo de las tuberías.

Figura 20: Configuración del tipo de material de tuberías



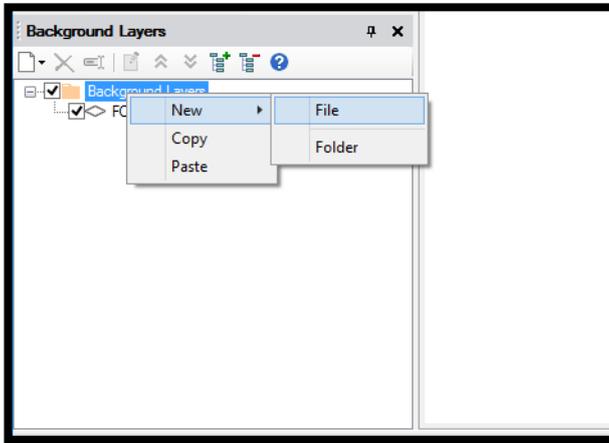
Fuente: Elaboración propia obtenido del programa Watercad

Tipo de Tubería	C
Acero sin costura	120
Cobre soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno. Asbesto cemento	140
Poli (cloruro de vinilo) PVC	150

Fuente: Reglamento Nacional de edificaciones

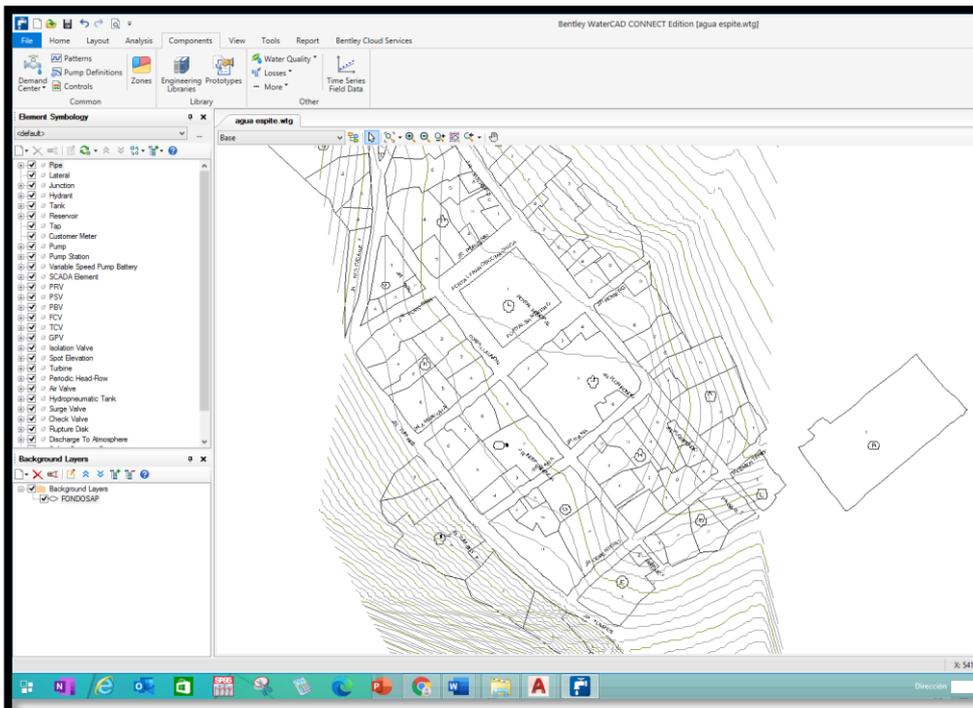
6). En Brackground Layer, clic derecho y en file, Importación de plano del proyecto, las manzanas, las curvas de nivel en formato dxf del civil3D.

Figura 21: Importación del plano AutoCAD formato dxf



Fuente: Elaboración propia obtenido del programa Watercad

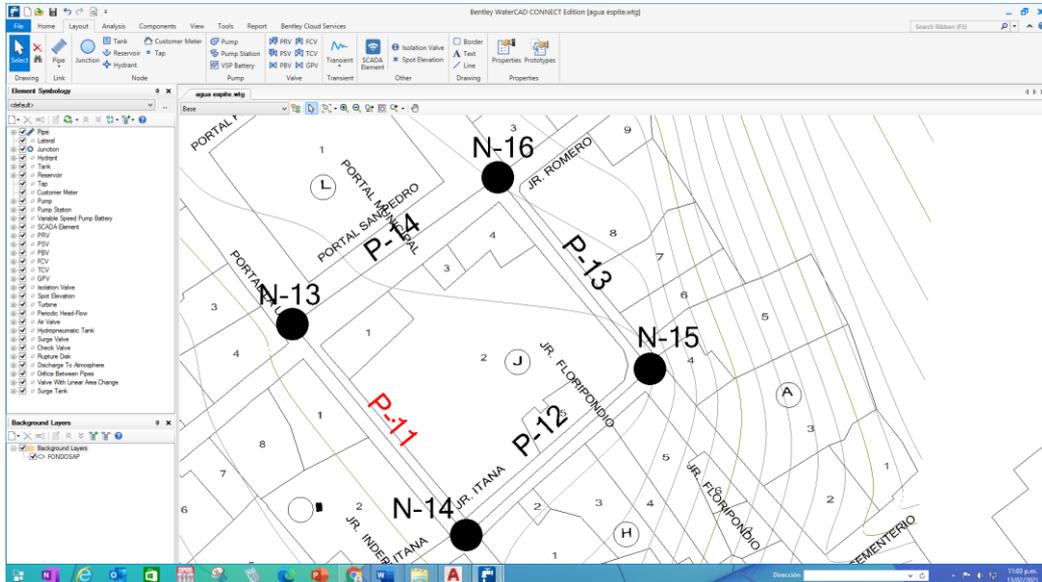
Figura 22: Plano topográfico en formato dxf



Fuente: Elaboración propia obtenido del programa Watercad

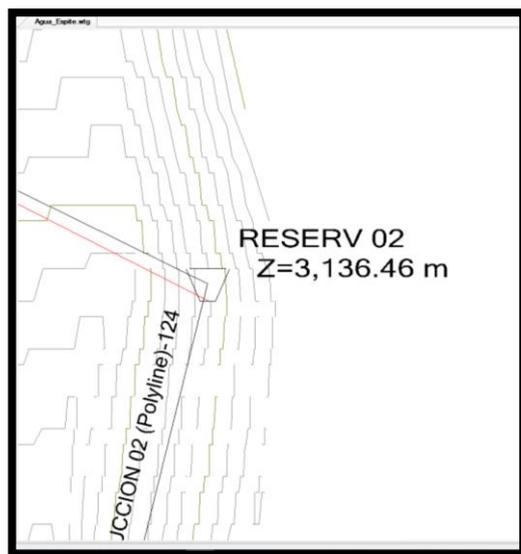
ya teniendo el plano en el espacio de dibujo del watercad, seleccionar layout e iniciar con el dibujo de las tuberías, nudos y reservorios.

Figura 23: Dibujo de las tuberías y nodos



Fuente: Elaboración propia obtenido del programa Watercad

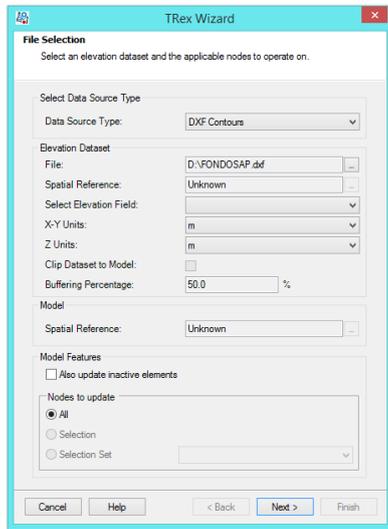
Figura 24: Inserción de reservorios en el proyecto



Fuente: Elaboración propia obtenido del programa Watercad

Una vez que se tiene el dibujo de los nudos y tuberías, se necesita colocar las elevaciones en los nudos, para ello vamos a TOOL, en TRex WIZARD se selecciona el archivo de las curvas de nivel del proyecto y se importa, las longitudes configurar en metros.

Figura 25: Importación automática de elevaciones



Fuente: Elaboración propia obtenido del programa Watercad

Figura 26: Elevaciones de los nodos importados del AutoCAD

ID	Label	Length (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Manhole	Flow Direction	Flow Check	Minor Loss Coefficient (E/m)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)	Flow Loss (m)	Length (m)
1276-ADUC01	1276-ADUC01-01	4.78	10-1	10-7	20.0	PVC		F		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.78
1276-ADUC01	1276-ADUC01-02	14.61	10-7	10-9	20.0	PVC		F		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.61
1276-ADUC01	1276-ADUC01-03	13.89	10-9	10-20	20.0	PVC		F		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.89
1276-ADUC01	1276-ADUC01-04	20.00	10-20	10-21	20.0	PVC		F		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00
1276-ADUC01	1276-ADUC01-05	20.00	10-21	10-3	20.0	PVC		F		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00
1276-ADUC01	1276-ADUC01-06	40.00	10-3	10-20	20.0	PVC		F		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00
1276-ADUC01	1276-ADUC01-07	20.70	10-15	10-13	20.0	PVC		F		0.00	0.11	0.19	0.002	0.00	20.70
1276-ADUC01	1276-ADUC01-08	62.62	10-13	10-12	20.0	PVC		F		0.00	0.13	0.19	0.002	0.00	62.62
1276-ADUC01	1276-ADUC01-09	4.45	10-14	10-15	20.0	PVC		F		0.00	0.01	0.01	0.000	0.00	4.45
1276-ADUC01	1276-ADUC01-10	4.70	10-14	10-16	20.0	PVC		F		0.00	0.04	0.05	0.000	0.00	4.70
1276-ADUC01	1276-ADUC01-11	8.89	10-14	10-18	20.0	PVC		F		0.00	0.07	0.20	0.000	0.00	8.89
1276-ADUC01	1276-ADUC01-12	11.20	10-14	10-17	20.0	PVC		F		0.00	0.04	0.06	0.000	0.00	11.20
1276-ADUC01	1276-ADUC01-13	12.37	10-14	10-19	20.0	PVC		F		0.00	0.03	0.04	0.000	0.00	12.37
1276-ADUC01	1276-ADUC01-14	20.70	10-14	10-18	20.0	PVC		F		0.00	0.02	0.00	0.000	0.00	20.70
1276-ADUC01	1276-ADUC01-15	22.38	10-14	10-18	20.0	PVC		F		0.00	0.03	0.05	0.000	0.00	22.38
1276-ADUC01	1276-ADUC01-16	20.10	10-18	10-21	20.0	PVC		F		0.00	0.04	0.11	0.000	0.00	20.10
1276-ADUC01	1276-ADUC01-17	20.70	10-13	10-24	20.0	PVC		F		0.00	0.11	0.19	0.002	0.00	20.70
1276-ADUC01	1276-ADUC01-18	11.10	10-18	10-22	20.0	PVC		F		0.00	0.06	0.09	0.000	0.00	11.10
1276-ADUC01	1276-ADUC01-19	20.10	10-18	10-16	20.0	PVC		F		0.00	0.04	0.06	0.000	0.00	20.10
1276-ADUC01	1276-ADUC01-20	27.37	10-14	10-23	20.0	PVC		F		0.00	0.03	0.04	0.000	0.00	27.37
1276-ADUC01	1276-ADUC01-21	40.00	10-12	10-14	20.0	PVC		F		0.00	0.01	0.02	0.000	0.00	40.00
1276-ADUC01	1276-ADUC01-22	40.00	10-12	10-28	20.0	PVC		F		0.00	0.04	0.05	0.000	0.00	40.00
1276-ADUC01	1276-ADUC01-23	40.00	10-13	10-28	20.0	PVC		F		0.00	0.03	0.03	0.000	0.00	40.00
1276-ADUC01	1276-ADUC01-24	1.10	10-18	10-27	20.0	PVC		F		0.00	0.10	0.19	0.002	0.00	1.10
1276-ADUC01	1276-ADUC01-25	4.45	10-18	10-28	20.0	PVC		F		0.00	0.08	0.26	0.001	0.00	4.45
1276-ADUC01	1276-ADUC01-26	4.45	10-18	10-21	20.0	PVC		F		0.00	0.04	0.09	0.001	0.00	4.45
1276-ADUC01	1276-ADUC01-27	4.45	10-22	10-21	20.0	PVC		F		0.00	0.10	0.27	0.001	0.00	4.45
1276-ADUC01	1276-ADUC01-28	4.45	10-24	10-23	20.0	PVC		F		0.00	0.06	0.10	0.001	0.00	4.45
1276-ADUC01	1276-ADUC01-29	4.78	10-24	10-27	20.0	PVC		F		0.00	0.12	0.17	0.001	0.00	4.78
1276-ADUC01	1276-ADUC01-30	1.10	10-28	10-28	20.0	PVC		F		0.00	0.20	0.29	0.004	0.00	1.10
1276-ADUC01	1276-ADUC01-31	1.10	10-27	10-28	20.0	PVC		F		0.00	0.17	0.19	0.001	0.00	1.10
1276-ADUC01	1276-ADUC01-32	1.10	10-27	10-21	20.0	PVC		F		0.00	0.20	0.32	0.001	0.00	1.10
1276-ADUC01	1276-ADUC01-33	1.10	10-21	10-21	20.0	PVC		F		0.00	0.17	0.20	0.001	0.00	1.10
1276-ADUC01	1276-ADUC01-34	1.10	10-21	10-28	20.0	PVC		F		0.00	0.18	0.27	0.001	0.00	1.10
1276-ADUC01	1276-ADUC01-35	1.10	10-22	10-7	20.0	PVC		F		0.00	0.26	0.53	0.002	0.00	1.10
1276-ADUC01	1276-ADUC01-36	7.38	10-18	10-24	20.0	PVC		F		0.00	0.10	0.21	0.001	0.00	7.38
1276-ADUC01	1276-ADUC01-37	7.38	10-17	10-24	20.0	PVC		F		0.00	0.06	0.10	0.001	0.00	7.38
1276-ADUC01	1276-ADUC01-38	1.10	10-24	10-24	20.0	PVC		F		0.00	0.12	0.20	0.001	0.00	1.10
1276-ADUC01	1276-ADUC01-39	1.10	10-27	10-28	20.0	PVC		F		0.00	0.10	0.11	0.001	0.00	1.10
1276-ADUC01	1276-ADUC01-40	1.10	10-27	10-12	20.0	PVC		F		0.00	0.17	0.25	0.001	0.00	1.10
1276-ADUC01	1276-ADUC01-41	1.10	10-28	10-28	20.0	PVC		F		0.00	0.17	0.20	0.001	0.00	1.10
1276-ADUC01	1276-ADUC01-42	1.10	10-28	10-28	20.0	PVC		F		0.00	0.10	0.10	0.001	0.00	1.10
1276-ADUC01	1276-ADUC01-43	1.10	10-28	10-21	20.0	PVC		F		0.00	0.21	0.30	0.004	0.00	1.10
1276-ADUC01	1276-ADUC01-44	1.10	10-28	10-21	20.0	PVC		F		0.00	0.14	0.20	0.001	0.00	1.10
1276-ADUC01	1276-ADUC01-45	22.17	10-12	10-28	20.0	PVC		F		0.00	0.21	0.32	0.002	0.00	22.17
1276-ADUC01	1276-ADUC01-46	22.17	10-13	10-28	20.0	PVC		F		0.00	0.04	0.05	0.000	0.00	22.17
1276-ADUC01	1276-ADUC01-47	20.10	10-18	10-28	20.0	PVC		F		0.00	0.05	0.07	0.000	0.00	20.10
1276-ADUC01	1276-ADUC01-48	24.72	10-14	10-22	20.0	PVC		F		0.00	0.10	0.25	0.004	0.00	24.72

Fuente: Elaboración propia obtenido del programa Watercad

Para colocar las demandas en los nudos, copiar del archivo Excel las demandas y en COMPONENTS, en Demandad center, en demand control center confirmamos Ok, y pegar.

Figura 27: Demanda del caudal en los nodos

	ID	Label	Demand (Base) (L/s)	Pattern (Demand)	Zone
1	1366	N-3	0.001	Fixed	<None>
2	1372	N-7	0.001	Fixed	<None>
3	1375	N-9	0.000	Fixed	<None>
4	1377	N-10	0.000	Fixed	<None>
5	1380	N-12	0.000	Fixed	<None>
6	1386	N-13	0.006	Fixed	<None>
7	1389	N-15	0.000	Fixed	<None>
8	1641	N-141	0.002	Fixed	<None>
9	1642	N-142	0.007	Fixed	<None>
10	1644	N-143	0.002	Fixed	<None>
11	1646	N-144	0.005	Fixed	<None>
12	1647	N-145	0.005	Fixed	<None>
13	1649	N-146	0.005	Fixed	<None>
14	1650	N-147	0.005	Fixed	<None>
15	1652	N-148	0.006	Fixed	<None>
16	1654	N-149	0.009	Fixed	<None>
17	1657	N-150	0.015	Fixed	<None>
18	1658	N-151	0.040	Fixed	<None>
19	1661	N-152	0.014	Fixed	<None>
20	1664	N-153	0.010	Fixed	<None>
21	1669	N-154	0.069	Fixed	<None>
22	1672	N-156	0.001	Fixed	<None>
23	1673	N-157	0.006	Fixed	<None>
24	1675	N-158	0.002	Fixed	<None>
25	1676	N-159	0.003	Fixed	<None>
26	1678	N-160	0.004	Fixed	<None>
27	1679	N-161	0.014	Fixed	<None>
28	1681	N-162	0.009	Fixed	<None>
29	1682	N-163	0.010	Fixed	<None>
30	1684	N-164	0.001	Fixed	<None>
31	1685	N-165	0.002	Fixed	<None>
32	1688	N-166	0.004	Fixed	<None>
33	1689	N-167	0.011	Fixed	<None>
34	1691	N-168	0.008	Fixed	<None>
35	1692	N-169	0.005	Fixed	<None>
36	1694	N-170	0.004	Fixed	<None>
37	1696	N-171	0.005	Fixed	<None>
38	1698	N-172	0.003	Fixed	<None>
39	1699	N-173	0.001	Fixed	<None>
40	1703	N-174	0.006	Fixed	<None>
41	1706	N-175	0.003	Fixed	<None>
42	1708	N-176	0.020	Fixed	<None>
43	1710	N-177	0.006	Fixed	<None>
44	1712	N-178	0.008	Fixed	<None>
45	1713	N-179	0.018	Fixed	<None>
46	1716	N-180	0.009	Fixed	<None>
47	1717	N-181	0.022	Fixed	<None>
48	1725	N-182	0.042	Fixed	<None>

Fuente: Elaboración propia obtenido del programa Watercad

Finalmente validamos los datos con el comando VALITE y ejecutamos el software con el comando COMPUTE, Y OBTENEMOS LOS RESULTAD

Anexo n° 5: UBICACIÓN POLÍTICA DEL PROYECTO

Ubicación del proyecto

El proyecto sistema de abastecimiento de agua se encuentra a 3.30 horas del Dpto. de Ayacucho, a 165 kilómetros de carretera asfaltada (123 km) y una parte con trocha carrozable (40 km). La localización precisa se muestra a continuación:

Localidad: Espite

Provincia: Víctor Fajardo

Departamento: Ayacucho

Población: 308 habitantes

Longitud Oeste: $-74^{\circ}36'58.52''$

Latitud Sur: $-13^{\circ}34'6.04''$

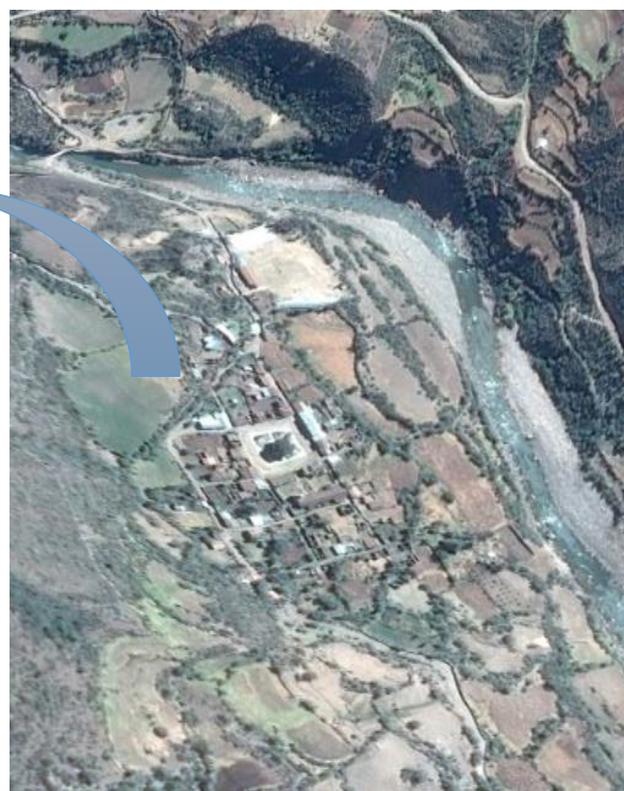
Altitud: 3133.7 m.s.n.m

Figura 29: Mapa Regional - Ayacucho



Fuente: INEI

Figura 28: Localidad de Espite



Fuente: Google Earth - Pro

ESQUEMA GENERAL DEL PROYECTO

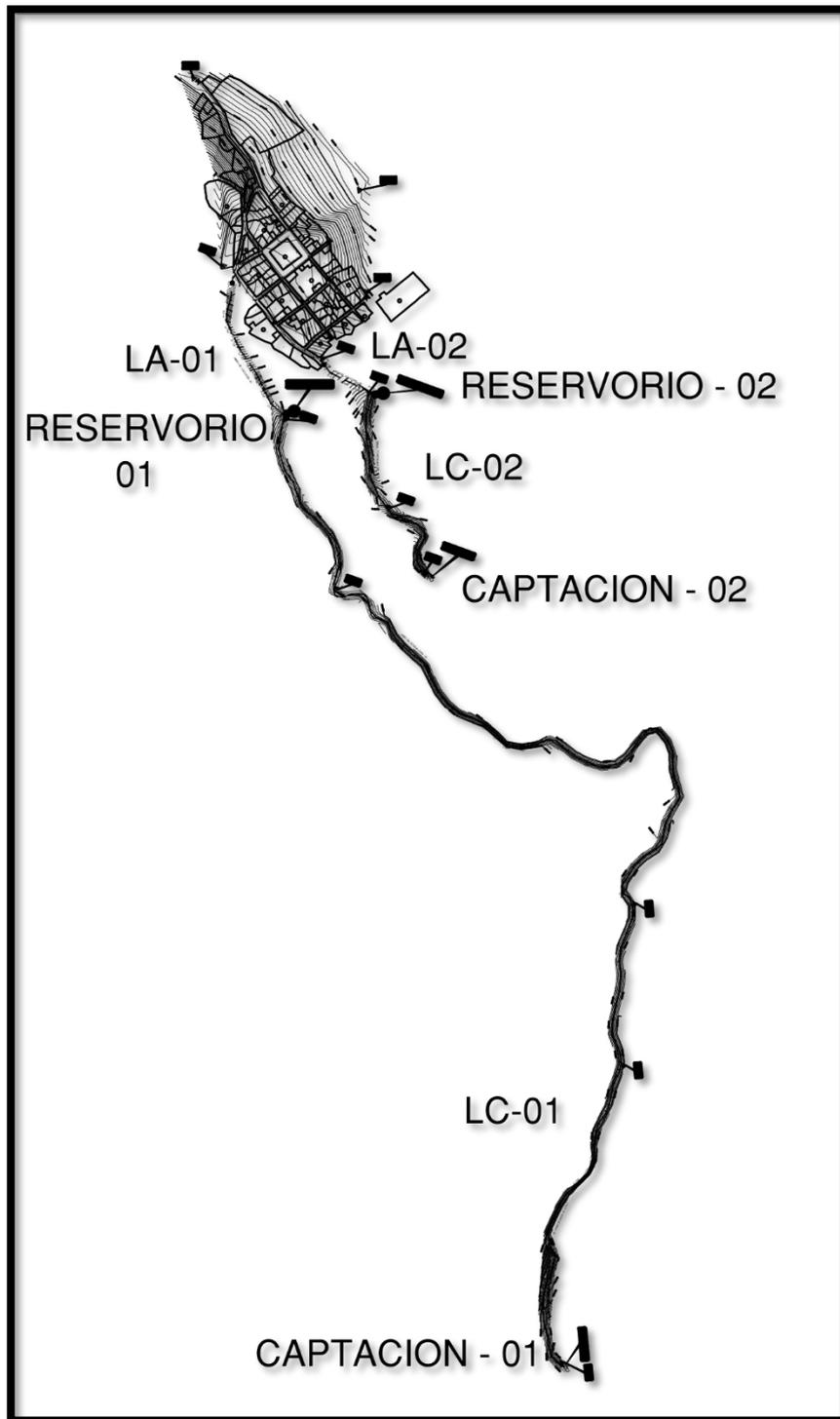


Tabla de aforos de los manantiales

Para saber la cantidad de agua que aflora en los manantiales 01 y 02, que son las fuentes del abastecimiento de agua para el presente estudio, se consideró el método Velocidad-Área.

Figura 30: aforo manantial 01

N° de pruebas	Longitud (m)	Tiempo (seg.)
1	5	38
2	5	39
3	5	37
4	5	39
5	5	38
Total		191

Fuente: Elaboración propia

obtenemos tiempo promedio (t) = $191/5 = 38.2$ seg.

Velocidad (V) = Longitud/Tiempo

$V = 5/38.2 = 0.13$ m/s

obtenemos el área de la sección transversal (A) = ancho * altura

$A = 0.1 * 0.05 = 0.005$ m²

El valor caudal se considera para fondos menores a 1 m de agua, un 80 %

$Q = 800 * V * A = 0.52$ lt/s

$Q = 0.52$ lt/s

aforo manantial 02

N° de pruebas	Longitud (m)	Tiempo (seg.)
1	5	72
2	5	73
3	5	73
4	5	74
5	5	75
Total		367

Fuente: Elaboración propia

obtenemos tiempo promedio (t) = $367/5 = 73.2$ seg.

Velocidad (V) = Longitud/Tiempo

$$V = 5/73.2 = 0.07 \text{ m/s}$$

obtenemos el área de la sección transversal (A) = ancho * altura

$$A = 0.1 * 0.05 = 0.005 \text{ m}^2$$

El valor caudal se considera para fondos menores a 1 m de agua, un 80 %

$$Q = 800 * V * A = 0.27 \text{ lt/s}$$

$$Q = 0.27 \text{ lt/s}$$

Diseño de captación

Según Agüero (1997), nos indica la metodología y las recomendaciones para el diseño de una captación tipo ladera en regiones rurales.

a) tipo de captación

según la visita y el aforo realizado se considera un manantial tipo ladera concentrado.

b) calculo hidráulico

1) longitud del afloramiento

valor de la velocidad $V = 0.13$

se asume el valor de $H = 0.35$

fórmula para el orificio de entrada

$$H_o = 1.56 \frac{V^2}{2g}$$

$$H_o = 1.56 \frac{0.13^2}{2(9.81)}$$

$$H_o = 0.00134 \text{ m}$$

longitud del afloramiento hasta la caja de captación

$$H_f = H - H_o$$

$$H_f = 0.35 - 0.00134$$

$$H_f = 0.34 \text{ m}$$

$$L = H_f / 0.30$$

$$L = 0.34 / 0.30$$

$$L = 1.13 \text{ m}$$

2) Hallamos el ancho de la pantalla (b)

se asume el caudal del aforo

$$\text{aforo}=0.13 \text{ l/s}$$

para el coeficiente de descarga se asume $C_d=0.7$

la velocidad de pase $V=0.13 \text{ m/s}$

por lo tanto:

$$A = \frac{Q_{max}}{C_d * d}$$

$$A = \frac{0.84}{0.7 * 0.13}$$

$$A = 0.00923$$

hallando la tubería de entrada-diámetro

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.00923}{\pi}}$$

$$D = 0.10840$$

$$D = 10.84 \text{ m}$$

$$D = 4''$$

según el cálculo realizado el diámetro del orificio de entrada será de 4'', pero según norma se recomienda menor o igual a 2''.

por lo tanto: $D_2=2''$

$$D_1=4''$$

$$NA = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 + 1$$

$$NA = \left(\frac{10.16}{5.08}\right)^2 + 1$$

$$NA = 5.00$$

NA = 5 orificios de 4" x 2"

cálculo del ancho horizontal de la pantalla

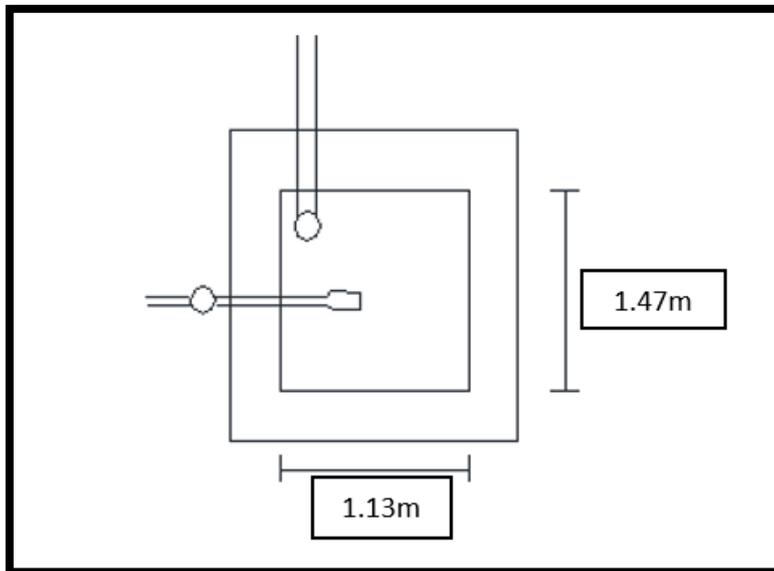
$$b = (2(6D)) + (NA(D)) + (3D(NA - 1))$$

$$b = (2(6 * 2'')) + (5(2'')) + (3 * 2''(5 - 1))$$

$$b = 58 \text{ pulg.}$$

$$b = 147.32 \text{ cm}$$

$$b = 1.47 \text{ m}$$



Fuente: Elaboración propia

3) Hallamos la altura en la cámara húmeda (Ht)

se calcula de acuerdo a:

A = 10 altura mínima

B = (3/4) diámetro de salida de la canastilla

H=valor de altura de agua

D= diferencia de h de agua que ingres y la que está dentro de la cámara húmeda.

E= borde libre (10-30cm)

dado por:

$$H = 1.56 \frac{V^2}{2g}$$

se asume una H=30 cm para facilitar el paso del agua:

$$H_t = 10 + 1.91 + 30 + 3 + 30$$

$$H_t = 1.00 \text{ m}$$

4) Dimensión de la canastilla

diámetro de salida $D_c = \frac{3}{4}$

se deduce que es 2 veces el D_c por lo tanto:

$$D \text{ canastilla} = 2 * \frac{3}{4}$$

$$D \text{ canastilla} = 1.5''$$

$$D \text{ canastilla} = 2''$$

cálculo de la tubería de limpieza y de rebose

la tubería que se presenta de rebose y de limpieza serán de diámetro igual:

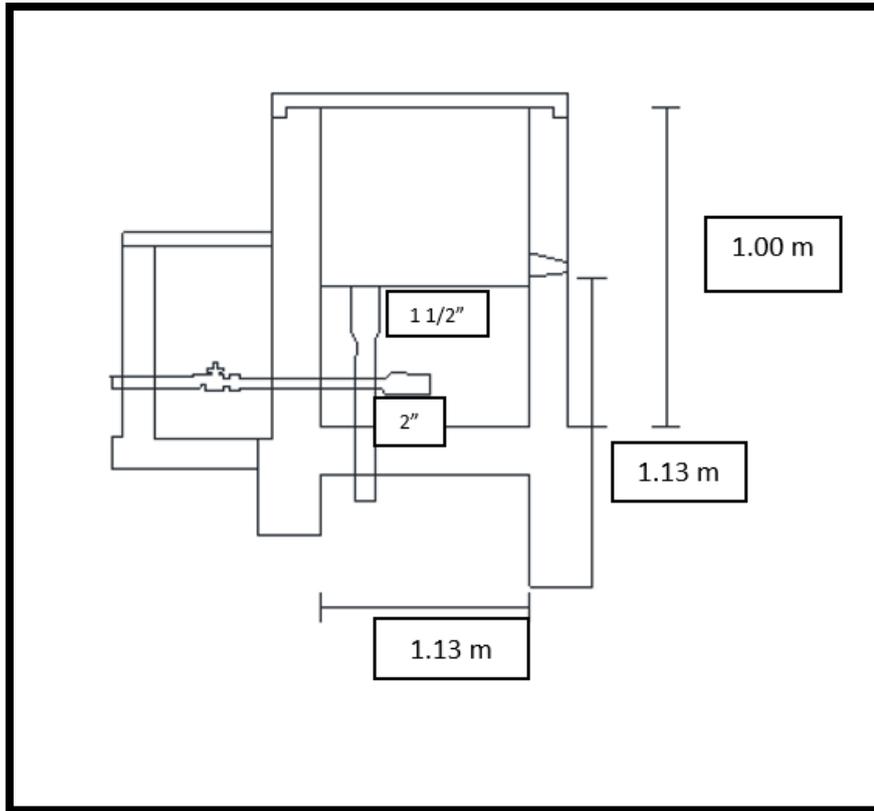
$$Q_{md} = 0.45 \text{ m}^3/\text{s}$$

H_f =consideración de la carga unitaria (0.015 m/m)

$$D = \frac{(0.71 * Q^{0.38})}{(H_f^{0.21})}$$

$$D = \frac{(0.71 * 0.45^{0.38})}{(0.015^{0.21})}$$

$$D = 1.26 \text{ pulg.} = 1 \frac{1}{2}''$$



Fuente: Elaboración propia

Anexo n°: 06

INSTRUMENTO: FICHA DE OBSERVACIÓN

Herramienta que usaremos para la recolección de datos generales de la población en estudio.

REDACTADO POR EL TESISISTA: GUILLÉN HUARANCCA, CIRO

1. Condiciones a observar:

En lo referente a los servicios básicos y realidades en los que habitan la población en la localidad de Espite-Ayacucho.

2. Objetivo:

identificar las condiciones y realidades de la localidad de Espite -Ayacucho

Fecha: 18-ENERO-2021

3. datos generales

Departamento: AYACUCHO

Distrito: VILCANCHOS

Localidad: ESPIE

Altura: 3133.7 m.s.n.m.

4. Clima

Cálido: NO Templado: SI Frio: SI

Temperatura: máxima 25 °C mínima: 5 °C

5. Topografía:

plana: NO Accidentada: SI Muy Accidentada: NO

Tipo de suelo: Arcilloso SI Grava: SI Roca: SI Otros: NO

6. población:

censos realizados

Año	población	OBSERVACIONES
<u>2017</u>	<u>308</u>	<u>—</u>

7. Actividades principales:

agricultura SI ganadería SI Comercio SI otros NO

8. Enfermedades predominantes:

GASTROINTESTINALES, DIARREA, GRIPE

INFECCIONES URINARIAS, SARPILLIDOS EN LA PIEL.

9. Agua potable:

captación NO línea de conducción SI Reservorio NO

Línea de aducción NO Red de distribución NO Otros PILETAS.

10. alcantarillado

sistema de Alcantarillado sanitario NO

planta de tratamiento de aguas negras NO

sistema biodigestor NO

letrinas NO pozo séptico. SI

11. Servicios públicos

escuela SI postas medicas NO capilla SI

servicio eléctrico; costo UNA CAJA GENERAL, SE DIVIDEN EL CONSUMO.

12. Descripción del problema NO EXISTE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA POBLACIÓN.

12.1 indique cómo funciona el abastecimiento de agua DESDE EL MANANTIAL HASTA PILETAS EN LA PLAZA. SE TRANSPORTA EL AGUA POR MEDIO DE TUBERIAS EN MAL ESTADO.

12.2 . Señale el tipo de mantenimiento que realizan en su sistema de agua NO HAY UN MANTENIMIENTO, SI SE ROMPE UNA TUBERIA HACEN FAENA Y SE REEMPLAZA.

12.3. si la población paga por el servicio de agua NO SE PAGA POR EL AGUA. SOLO SI SE PRESENTA UNA AVERIA HACEN UNA CUOTA Y COMPRAN LO NECESARIO PARA REPARAR.

13. Manantiales estudiados:

manantial 01: Nombre Qellqama Distancia a la población 02 km.

tipo de afloramiento: concentrado SI de ladera SI otros NO

tipo de terreno: ACCIDENTADO Y RODEADO DE VEGETACIÓN

cantidad de agua SEGÚN AFORO, MUY BAJO

manantial 02: nombre Puqulay Distancia a la población 500 mt.

tipo de afloramiento: concentrado SI de ladera SI otros NO

tipo de terreno ACCIDENTADO Y RODEADO DE VEGETACIÓN

cantidad de agua SEGÚN AFORO, MUY BAJO.

Anexo n° 07: Panel Fotográfico

MANANTIAL EXISTENTE: PUQULAY - 02



Fuente: elaboración propia

MANANTIAL: QELQAMA - 01



Fuente: elaboración propia

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: INICIO MANANTIAL



Fuente: elaboración propia

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN LA COMUNIDAD



Fuente: elaboración propia

DISEÑO DEL PROYECTO - WATERCAD

