

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
BENEDICTO XVI
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE
INGENIERÍA CIVIL**



**IMPLEMENTACION DE UNA RED DE AGUA POTABLE EN EL
CENTRO POBLADO LA VICTORIA DEL DISTRITO DE CAMPO VERDE
EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO**

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

AUTOR:

Boris Mirko Chávez Cabellos

ASESOR

Dr. Luis Alberto Acosta Sánchez
(ORCID: 0000-0003-0332-2171)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Sistema de saneamiento básico en zonas rurales

TRUJILLO PERÚ

**IMPLEMENTACION DE UNA RED DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO
LA VICTORIA DEL DISTRITO DE CAMPO VERDE EN LA PROVINCIA DE
CORONEL PORTILLO**

Equipo de Trabajo

TESISTA

BORIS MIRKO CHAVEZ CABELLOS

ASESOR

DR. LUIS ALBERTO ACOSTA SANCHEZ

JURADO Y ASESOR

Mg. ALVA REYES LUIS ALBERTO

Presidente de Jurado

Mg. JAMANCA RAMIREZ MARCO

Secretario de Jurado

DR. ACOSTA SANCHEZ LUIS ALBERTO

Miembro de Jurado

Agradecimiento

Quiero agradecer a las personas que me ayudaron en la realización de este trabajo ya que sin su ayuda no hubiera sido posible, no los menciono debido a que podría olvidarme de alguno de ellos y sería injusto de mi parte no darle las gracias a cada uno de ellos.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi madre Juana Luz
a quien amo y admiro en demasía,
a mis hijas Gianella, Fiorella y Andrea
y mi esposa Yudith quienes son mi fortaleza.

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo diseñar el sistema hidráulico del centro poblado La Victoria, ubicada en el kilómetro 19 de la carretera Federico Basadre en la provincia de Calleria en la región Ucayali. Fue desarrollado siguiendo los parámetros establecidos en la resolución del ministerio de vivienda N° 198-2018: Norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural del Perú. El estudio contempla la descripción de las condiciones actuales sin proyecto, y los cálculos y métodos empleados para el diseño de redes de agua potable. Los resultados mostraron presiones de agua en promedio de 17.08 m.a.c, superando en todas las juntas el valor mínimo de 10 metros de columna de agua.

Palabras clave: Metros de agua en columna (mca); Diseño hidráulico

Abstract

The objective of this work was to design the hydraulic system of the La Victoria town center, located at kilometer 19 of Federico Basadre avenue in the province of Calleria in the Ucayali region, the study was developed following the parameters established in Ministerial Resolution No. 198 - (2018) - Housing. Technical Design Standard: Technological options for sanitation systems in rural areas. The study contemplates the description of the calculations and methods used for the design of drinking water networks, with average water pressures of 17.08 m.a.c, exceeding the minimum value of 10 m.c.a. in all the joints.

Keywords: Meters of water in column (mca); Hydraulic design

Índice

Agradecimiento.....	4
Dedicatoria.....	5
Resumen	6
Abstract.....	7
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA	11
1.1 Generalidades	11
2.1 Antecedentes Internacionales	11
2.2 Antecedentes Nacionales.....	12
2.3 Bases teóricas de la investigación	14
2.3.1 Marco conceptual.	16
III. METODOLOGÍA	21
3.1 Diseño de la investigación.....	21
3.2 Población y muestra.....	21
3.3 Definición y operacionalización de variables e indicadores	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5 Plan de análisis.....	40
Matriz de consistencia	41
3.6 Principios éticos	42
IV. RESULTADOS.....	43
4.1 Resultados.....	43
4.1.1 Topografía.....	43
4.1.2 Población.	43
4.1.3 Cálculo de población de diseño.....	43
4.1.4 Diseño hidráulico de la captación	46
4.1.4.1.1 Cálculos	48
4.1.4.1.2 Diseño de potencia de la bomba.....	48
4.1.5 Cálculo del volumen del reservorio.....	49
4.1.5.1 Cálculo de agua potable.....	49
4.1.6 Diseño de redes de distribución.....	51
4.1.7 Cálculo de la red de agua potable	51
4.2 Análisis de resultados.....	52

4.2.1	Modelado del diseño de la red.....	52
4.2.2	Evaluación de las columnas de presión de agua en las juntas.....	52
4.3	Análisis estadístico.....	55
V.	CONCLUSIONES.....	58
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
	ANEXOS.....	63

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico en los países latino americanos es en su mayoría sin planificación. Mucha de esta población creciente, opta por buscar nuevos lugares donde habitar, que, en la mayoría de veces elige zonas donde la habilitación urbana no ha llegado, y los servicios básicos son escasos o de poca eficiencia. En la amazonía del Perú, el agua potable es limitada, siendo esto en muchos de los casos debido posiblemente a la diversidad de pisos ecológicos con la que cuenta el país, la topografía, diversidad de climas, escases de fuentes de captación, entre otros factores. Este problema es observado sobre todo en poblaciones rurales en la amazonía, ya que, debido a la lejanía de las localidades urbanas, se tiene dificultad para la realización de estudios y ejecución de obras de saneamiento.

Esta investigación estuvo basada en desarrollar un estudio que contengan los parámetros hidráulicos adecuados para el diseño de la red de agua potable en la localidad rural de La Victoria, en el distrito de Campo Verde de la región Ucayali, siguiendo un estricto cumplimiento de lo dispuesto por las normas peruanas de saneamiento en ámbitos rurales. Para lograr tal efecto, se tomó en consideración las condiciones topográficas, cantidad demandada de la población beneficiaria y diseño de redes, tomando como fuente, una captación subterránea de pozo tubular.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Generalidades

El sistema de saneamiento en las zonas amazónicas del Perú son un problema latente que la mayoría de las comunidades padece, sobre todo, las más alejadas, sin embargo, existen estudios que pueden servir como base de aplicación de métodos para la solución de este problema. Estos métodos se encuentran plasmados en investigaciones pasadas y que dieron resultados favorables en su aplicación de los cuales los de mayor relevancia para este proyecto se tiene:

2.1 Antecedentes Internacionales

Cueva, D. (2013). En su tesis llamada: “Estudio y diseño del sistema de agua potable para los barrios Guisaceo y Mostazapamba pertenecientes a la parroquia Sumaypamba, cantón Saraguro, provincia de Loja, Ecuador” realizo un estudio cuyo objetivo fue diseñar el sistema de agua potable de la localidad mencionada en el titulo con la utilización de la ecuación de Darcy - Weisback para el cálculo de pérdidas de carga, llegando a diseñar el sistema de captación, planta de tratamiento y distribución.

El investigador tuvo como resultados una velocidad de diseño de conducción y redes de distribución de 0.45 a 4.5 m/s que cumplía con las normas ecuatorianas para este fin. Así mismo con el resultado obtenido se determinó la idoneidad del diseño al evitar sedimentación y erosión en las tuberías de PVC.

Larraga, B. (2016). en su tesis titulada: “Diseño del sistema de agua potable para Augusto Valencia Cantón Vinces, provincia de los Ríos, Quito” tuvo como objetivo realizar el diseño completo de la red de agua potable de la zona objeto de estudio iniciando con un análisis social y

económico de la localidad para luego evaluar las fuentes de abastecimiento y componentes del sistema de agua potable a proponer. En su estudio utilizaron el método planteado por la norma de la subsecretaría de saneamiento ambiental del ministerio de desarrollo urbano y vivienda del Ecuador. El investigador concluye que el diseño desarrollado fue adecuado y concuerda con las características físicas del área de estudio.

Roque, H. (2017). Planteó su tesis: “Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para la cabecera municipal de San Manuel Chaparrón, Jalapa, Guatemala – 2017” cuyo objetivo principal fue realizar el diseño de la red distribución de agua potable del área de estudio el cual incluía la captación tanque de almacenamiento, línea de conducción, red de distribución, y obras especiales, basados en el método planteado por INFOM, obteniendo como resultados, que la red total de agua se extendía a 27 km de tubería y un tanque de 150 m³ de capacidad.

2.2 Antecedentes Nacionales

Meza, O. (2010) en su estudio: “Diseño de un sistema de agua potable para la comunidad nativa de Tsoroja, analizando la incidencia de costos siendo una comunidad de difícil acceso”. Propuso diseñar un sistema de abastecimiento de agua por gravedad para la comunidad indígena de Tosoroja, en el distrito de Río Tambo de la provincia de Satipo en Junín, sin acceso a tierra ni agua de río.. En el estudio, el investigador utilizó el método convencional para la solución del problema, sin embargo, debido a factores externos replanteó el método llegando a utilizar un método que denominó optimizado. Así mismo, para la disposición de deposiciones planteó el uso de letrinas de hoyo seco. El investigador concluyó que el método utilizado cumple con todos los requisitos técnicos que contempla la norma peruana (p. 1)

Guillen, U. (2019). Realizo una tesis llamada: “Ampliación y mejoramiento del servicio de agua potable en el anexo comunal Nuevo Paraíso, distrito de Paita-Paita- Piura- mayo 2019” en la cual observó problemas d enfermedades gastrointestinales, parasitarias y térmicas en la población del área de estudio las cuales asoció a la limitada calidad del agua que en ella se consume. Del problema observado planteó el objetivo de diseñar las redes de agua potable para el lugar para así dotarles de mejores condiciones de vida.

El investigador obtuvo como resultados principales que en la red de distribución se empleara 850 ml de tubería 2”.

Arias, D. (2019) en su tesis: “Diseño hidráulico de red de agua potable en el caserío de Carahuasi distrito de Nanchoc, provincia de San Miguel, Cajamarca, enero 2019”. Se planteó como objetivo replantear la red existente en el área de estudio ya que en el momento de la observación del sitio se pudo notar deficiencias en el mismo. En el estudio utilizó como método de análisis el método descriptivo, analítico, deductivo no experimental, así mismo utilizó el software Water Cad para el cálculo de diámetro de tuberías, materiales, presiones y velocidades.

Los resultados del rediseño mostraron que esta contará con una captación tipo manantial ladera, una línea de conducción que abarcará, 01 Cámara Rompe Presión tipo 6 (C.R.P6-1), 01 Reservorio apoyado, línea de aducción llegando hasta la línea de distribución por otro lado contendrá 116 conexiones, 05 válvulas de purga y 06 válvulas de compuerta.

Gonza, S. (2019). En su tesis de titulación denominada “Mejoramiento del sistema de agua potable del caserío de Monteverde, distrito de Las Lomas, provincia y departamento de Piura, febrero del 2019” planteó mejorar el sistema de distribución de agua existente en el área escogida para el estudio, ya que, según información primaria, el investigador determinó que este se encontraba

deteriorado y por lo tanto se debía hacer un mejoramiento del mismo. El investigador concluye que el agua que abastecerá a la red será tomada de de la quebrada Guineo (cota 579.55 msnm) los caudales obtenidos en el re diseño son $Q_p=0.371\text{L/s}$; $Q_{md}=0.48\text{ L/s}$; 0.742 L/s . La línea de conducción tendrá una cámara rompe presión tipo VI, a una cota aproximada de 542.106 m.s.n.m, una válvula de purga a una cota aproximada de 512.798 m.s.n.m y una válvula de aire a una cota de 520.884 m.s.n.m

2.3 Bases teóricas de la investigación

En el planteamiento de la red de distribución de agua potable se debe considerar información previa la cual es muy requerida en el diseño de la red. De lo anterior se tiene como primer paso el trazo en planta, considerando para esto previamente la vialidad, la topografía del área y la ubicación de los puntos de alimentación y reservorio (considerando esto en zona rural, con utilización de aguas subterráneas).

De la vialidad podemos mencionar que está referida a la configuración vial (configuración urbanística) que da acceso a las zonas de aplicación del estudio y los puntos de salida que normalmente esta representados por las edificaciones, viviendas, o terrenos. Este análisis es importante ya que permitirá el trazado de la red por las vías que esta contenga, así mismo para garantizar el uso y mantenimiento de la misma cuando esta entre en funcionamiento.

Un componente primordial en una red de agua potable son los reservorios, debido a que estos permiten la conservación del agua para su uso en labores o actividades antropogénicas donde estas se montan, así mismo ayudan en la regulación en las variaciones de demanda según horario. Para la PS/CEPIS. (6) “Los reservorios de almacenamiento elevados son estanques de almacenamiento

de agua que se encuentran por encima del nivel del terreno natural y son soportados por columnas o paredes”. Estos a su vez pueden ser calculados mediante un método empírico que utiliza como fuente de datos el volumen de regulación V_r , el coeficiente de regulación C (0.20-0.25), y el consumo promedio diario anual Q_m .

En el diseño de redes hidráulicas de distribución se suelen utilizar muchos términos, y que en su mayoría están sujetos a lo tipificado en las normas de cada país. En el Perú las normas que rigen para el diseño de redes hidráulicas o abastecimiento en zona rural es la norma técnica de diseño: “Tecnología para sistemas de saneamiento en el ámbito rural”. Las cuales concentran terminología técnica y muy básica para el uso de las mismas en los estudios de diseño que se pudieran presentar.

En el presente estudio, por estar situado en una zona rural de la amazonía se utilizó terminología que se ajusta a la misma y que será utilizada en los diferentes capítulos de este proyecto y posterior informe de tesis, y que a continuación se detalla.

Red de distribución de agua.

Es aquel conjunto de tuberías que normalmente trabajan a presión, y que son instaladas en las vías de las comunidades rurales o urbanas con la única finalidad de abastecer de agua a las diferentes edificaciones o parcelas. Gur, E y Spuhler, D. 2017, “mencionan además que la red está compuesta por válvulas y otros componentes”.

Considerando la forma de la distribución, así como el tamaño de la población beneficiaria, la red de distribución se clasifica en 2 tipos fundamentales: la abierta o en forma ramificada y la cerrada o en forma de malla.

Para Gur, E y Spuhler, D. 2017. “El sistema abierto es aquella donde de la tubería matriz parten una serie de ramificaciones que terminan en pequeñas mallas (puntos ciegos) asemejándose a la espina de un pescado. Se usa más a menudo en caminos donde la topografía hace difícil, económica y técnicamente, realizar interconexiones entre ramales, y se utiliza una red abierta poblaciones cuyas viviendas están localizadas a lo largo de una vía o son poblaciones dispersas”.

Gur, E y Spuhler, D. 2017. Afirman también que “en el sistema cerrado o mallado el agua circula por tuberías que están interconectadas en forma de malla, generando un sistema cerrado, eficiente en presión y caudal, en el que no hay puntos muertos y los tramos se abastecen por ambos extremos logrando menores pérdidas de carga”.

2.3.1 Marco conceptual.

En el presente estudio, por estar situado en una zona rural de la amazonía se utilizó terminología que se ajusta a la misma y que fue utilizada en los diferentes capítulos de este estudio, y que a continuación se detalla.

Red de distribución de agua. Para Gur, E y Spuhler, D. 2017. “Es aquel conjunto de tuberías que normalmente trabajan a presión, y que son instaladas en las vías de las comunidades rurales o urbanas con la única finalidad de abastecer de agua a las diferentes edificaciones o parcelas”., mencionan además que “la red está compuesta por válvulas y otros componentes”.

Considerando la forma de la distribución, así como el tamaño de la población beneficiaria, la red de distribución se clasifica en 2 tipos fundamentales: la abierta o en forma ramificada y la cerrada o en forma de malla.

Red de distribución abierta o en ramificado.

Para Gur, E y Spuhler, D. 2017. “El sistema abierto es aquella donde de la tubería matriz parten una serie de ramificaciones que terminan en pequeñas mallas (puntos ciegos) asemejándose a la espina de un pescado. Se usa más a menudo en caminos donde la topografía hace difícil, económica y técnicamente, realizar interconexiones entre ramales” se utiliza una red abierta poblaciones cuyas viviendas están localizadas a lo largo de una vía o son poblaciones dispersas”.

Red de distribución cerrada o en malla.

Gur, E y Spuhler, D. 2017. afirman que “en el sistema cerrado o mallado el agua circula por tuberías que están interconectadas en forma de malla, generando un sistema cerrado, eficiente en presión y caudal, en el que no hay puntos muertos y los tramos se abastecen por ambos extremos logrando menores pérdidas de carga”.

Abatimiento (S): “Ésta es la diferencia entre el nivel estático y el nivel dinámico” Gur, E y Spuhler, D. 2017.

Anclajes: según Gur, E y Spuhler, D. 2017, son aquellos “mecanismos o estructuras especiales de hormigón, mamposterías o metálicos, etc., usados para la fijación y apoyo de tuberías, accesorios, motores, etc”.

Cámaras rompe presión: Esta estructura permite disipar la energía y poner a cero la presión relativa (presión atmosférica) para no dañar la tubería.

Según Gur, E y Spuhler, D. 2017, son “depósito con superficie libre de agua y volumen relativamente pequeño, que se ubica en puntos intermedios de una tubería separándola en partes. Su función es reducir la presión hidrostática a cero y establecer un nuevo nivel estático aguas abajo; es decir la estructura permite disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños a la tubería”.

Carga dinámica: Expresa la diferencia entre la carga estática y la pérdida por fricción de la tubería en cualquier punto de la línea.

Coefficiente de Transmisividad (T): A razón de esto que el agua que fluye a través de la franja vertical de agua subterránea tiene un ancho y una altura iguales a su espesor de saturación cuando el gradiente hidráulico es 1 o 100%.

Coefficiente de Almacenamiento (S): Esta es la cantidad de agua extraída de la transferencia o almacenamiento por unidad de área cuando ocurre un cambio en la carga unitaria.

Coefficiente de Permeabilidad (K): Esta es la cantidad de agua que puede fluir a través de una unidad de área de sección transversal en un material poroso en una unidad de tiempo con un gradiente hidráulico de 1,00 (100%) a una temperatura particular.

Golpe de ariete: Sobrepresión en la tubería debido a la parada repentina del flujo de agua.

Malla: La envolvente cerrada está formada por la tubería de la red de distribución por la que circula agua a presión sin ninguna otra envolvente cerrada en su interior.

Nivel de carga estática: Esto representa la carga máxima que puede recibir una tubería cuando el flujo se detiene repentinamente.

Nivel Estático (N.E.): Este es el nivel de agua que queda en el pozo cuando no se extrae agua del agua subterránea mediante bombeo o descarga gratuita.

Nivel Dinámico (N.D.): Este es el nivel de agua que se alcanza cuando se bombea el pozo.

Línea de aducción: En un sistema de auto flujo, es la tubería que lleva el agua desde el tanque de almacenamiento hasta la primera casa de la red de distribución.

Línea gradiente hidráulica: Esta es una línea que muestra la presión de la columna de agua a lo largo de la tubería en condiciones de funcionamiento.

Pérdida de carga unitaria (h_f): Esta es la pérdida de energía en la tubería por unidad de longitud debido a la resistencia del material de la tubería al flujo de agua. Expresado en m / km o m / m.

Pérdida por tramo (H_f): Representa la pérdida de presión unitaria multiplicada por la longitud de la tubería.

Ramal: conductor de una red por la que circula agua a presión, o un conductor de una red cuyo recorrido no forma una rejilla dentro del nivel freático libre.

Red de distribución: Conjunto de cañerías y conductos de agua que abastecen a una vivienda de agua para consumo humano.

Válvula de aire: válvula para eliminar el aire presente en la tubería. Se colocan en los puntos más altos del segmento de línea.

Válvula de purga: Son válvulas que están ubicadas en la parte inferior de la red o tubería para eliminar la acumulación de sedimentos.

Válvula de control: Utilizada en redes de distribución para control de flujo. La válvula más común en una red de distribución es una válvula de guillotina, que se utiliza para separar sus segmentos.

III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño de la investigación.

De acuerdo con los rasgos del estudio el tipo de investigación fue Aplicada, ya que se aplicaron métodos existentes para la resolución del problema planteado. Hernández Sampieri, R. “Refiere que este tipo de investigación busca generar información y conocimientos necesarios con aplicación directa en el problema planteado a fin de solucionarlo”, que es el caso propuesto en el caserío Victoria.

Desde el punto de vista temporal la investigación fue transversal ya que se midieron las variables de estudio en un solo momento y no a través del tiempo.

3.2 Población y muestra

La población la conforma el sistema de abastecimiento de la localidad que consta de todas las viviendas e instituciones contempladas dentro del área de estudio, estas hicieron un total de 340 puntos, y una población beneficiaria de 1280 personas.

Debido a las características del estudio fue conveniente no utilizar una técnica de muestreo, ya que se tomaron como objetos de estudio a la totalidad de la población.

3.3 Definición y operacionalización de variables e indicadores

Al ser una investigación que va a solucionar un problema factico de una comunidad, y por el nivel descriptivo que tiene, se tuvo en cuenta una variable de estudio la cual es el estudio técnico en la implementación de la red de agua del tipo potable.

Tabla 1

Operacionalización de variable descriptiva de investigación

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento	Escala
Diseño hidráulico de la red de agua	“Una red hidráulica de agua potable es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural con población relativamente densa, el agua potable”	Se utiliza para diseñar una red hidráulica de agua datos de:	Determinación de la topografía del área de estudio	Estudio topográfico	Levantamiento o Topográfico	Estación total	Nominal
		Características topográficas del área de estudio, Parámetros de Diseño hidráulico, el Trazo	Determinación de Parámetros de Diseño hidráulico, y el Trazo	Clasificación de parámetros	Diseño hidráulico para zonas rurales	Cálculos hidráulicos	Nominal Escalar
		Y se miden el cumplimiento en todos los puntos de salida los Metros columna de agua m.c.a	Método de diseño	Medición de m.c.a.	Modelado	Water Cad	Cuantitativa Escalar

Fuente: Elaboración propia

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El diseño hidráulico estuvo basado en la estimación de presiones y columnas de agua para cada vivienda, así mismo, el diseño propuesto se basó en la topografía del área del problema, planos, cantidad de viviendas y diseño de reservorio.

Por otro lado, se siguió los parámetros de diseño propuesto por la “Norma Técnica de Diseño Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el ámbito Rural RM-192-2018-viviendarm N°198” que a continuación se detalla.

3.4.1 Criterios de diseño para sistemas de agua para consumo humano

3.4.1.1 Parámetros de diseño

a. Periodo de diseño

Es el cálculo que se realiza para estimar el tiempo de duración de la red diseñada y se determina tomando como criterio lo siguiente:

- Vida útil de las estructuras y equipos.
- Vulnerabilidad de la infraestructura sanitaria
- Crecimiento poblacional.
- Economía de escala

Considerando el año 0 del proyecto, la fecha de inicio de la recolección de datos y la fecha de inicio del proyecto, la vida máxima de diseño del sistema de alcantarillado es la siguiente: (RM N°198 Vivienda, 2018)

Tabla 2

Periodos de diseño de infraestructura sanitaria

ESTRUCTURA	PERIODO DE DISEÑO (años)
Fuente de abastecimiento	20
Obra de captación	20
Pozos	20
Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)	20
Reservorio	20
Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución	20
Estación de bombeo	20
Equipos de bombeo	10

Fuente: RM N°198 Vivienda, 2018. Norma Técnica de Diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural

b. Población de diseño

Para estimar la población futura o proyectada, es necesario utilizar métodos aritméticos de acuerdo con la siguiente fórmula:

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

Donde:

Pi: Población inicial (habitantes)

Pd: Población futura o de diseño (habitantes)

r: Tasa de crecimiento anual (%)

t: Período de diseño (años)

Por otro lado, se debe considerar en el cálculo lo siguiente:

La tasa de crecimiento anual debe coincidir con el período de turno específico de la ubicación.

- Si no existe, se deben aplicar otras razones de población, tasas de crecimiento rural, con o sin características similares.
- Si la tasa de crecimiento anual es negativa, debe aceptar la misma población de proyectos que tiene hoy ($r = 0$). En caso contrario, debe consultar al INEI.
- Todos los datos del censo del INEI (Instituto Nacional de Información Estadística del Perú) deben ser considerados para estimar los pronósticos demográficos. Además, registrarse como usuario municipal (RM N ° 198 Vivienda, 2018)

c. Dotación

El suministro es la cantidad de agua que satisface las necesidades de consumo diario de cada familia. La elección de la fuente de agua depende del tipo de opción de tecnología de suministro sanitario. (RM N ° 198 Vivienda, 2018)

Las opciones técnicas para la disposición de residuos sanitarios y la normativa local en la que se implementa son las siguientes:

Tabla 3

Dotación de agua según opción tecnológica y región (L/hab.d)

REGIÓN	DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCION TECNOLÓGICA (L/hab.d)	
	SIN ARRASTRE HIDRÁULICO (COMPOSTERA Y HOYO SECO VENTILADO)	CON ARRASTRE HIDRÁULICO (TANQUE SÉPTICO MEJORADO)
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

Fuente: RM N°198 Vivienda, 2018. Norma Técnica de Diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural

Tabla 4

Dotación de agua para instituciones educativas

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN (L/alumno.d)
Educación primaria e inferior (sin residencia)	20
Educación secundaria y superior (sin residencia)	25
Educación en general (con residencia)	50

Fuente: RM N°198 Vivienda, 2018. Norma Técnica de Diseño:
Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural

d. Variaciones de consumo

d.1 Consumo máximo diario (Qmd)

Este consumo Debe considerarse como un consumo diario medio anual de 1,3. esta manera:

$$Qp = \frac{Dot * Pd}{86400}$$

$$Qmd = 1.3 * Qp$$

Donde:

Qp: Caudal promedio diario anual en L/s

Qmd: Caudal máximo diario en L/s

Dot: Dotación en L/hab x día

Pd: Población de diseño en habitantes (hab)

d.2. Consumo máximo horario (Qmh)

En este cálculo se considera un valor de 2,0 del consumo promedio diario anual, Qp es así que:

$$Qp = \frac{Dot * Pd}{86400}$$

$$Qmh = 2 * Qp$$

Donde:

Qp: Caudal promedio diario anual en L/s

Qmh: Caudal máximo horario en L/s

Dot: Dotación en L/hab x día

Pd: Población de diseño en habitantes (hab)

e. Información básica para diseño hidráulico

Para el diseño hidráulico necesita:

- Información demográfica.
- Investigación de fuentes: flujo y tiempo.
- Mapa topográfico de la ruta seleccionada.
- Para investigaciones pedológicas y geológicas para determinar la estabilidad del suelo.
- Calidad físico-química de la fuente. (RM N°198 Vivienda, 2018)

f. Trazo

Se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Evite pendientes superiores al 30% para evitar una velocidad excesiva y pendientes inferiores al 0,50% para facilitar la operación y el mantenimiento.
- La ruta debe adaptarse a la ruta más corta a menos que cause demasiada excavación u otros aspectos. Evite las partes vulnerables y de difícil acceso.
- En terreno accidentado, la pendiente del ascenso puede ser más ligera y la pendiente del descenso puede ser más pronunciada, refiriéndose nuevamente a la dirección del ciclo del agua.

- Evite cruzar terrenos privados o amenazados durante la construcción y evite problemas de operación y mantenimiento del sistema.
- Mantener una distancia aceptable de los rellenos sanitarios, riberas de ríos, marismas, altos niveles de agua subterránea, cementerios y otros servicios.
- Porque el uso de áreas que conectan o mantienen distancias cortas con los caminos existentes, o su terreno, permite la creación de caminos para construcción, operación y mantenimiento.
- Evite las áreas sensibles a fenómenos naturales o provocados por el hombre.
- Considere la ubicación del pozo de préstamo y la ubicación del exceso de material resultante del proceso de excavación.
- Establecer un lugar para colocar instalaciones, válvulas y accesorios u otros accesorios especiales que necesiten cuidados, vigilancia y operación. (RM N°198 Vivienda, 2018)

3.4.1.2 Diseño de línea de aducción

3.4.1.2.1 Caudal de diseño

Ésta debe tener la Posibilidad de incrementar el caudal máximo al menos por hora (Qmh).

3.4.1.2.2 Carga estática y dinámica

Del análisis de la carga estática máxima permitida, se deben tomar 50 m, y la carga dinámica mínima es 1 m.

3.4.1.2.3 Diámetros

El diámetro debe diseñarse para una velocidad mínima de 0,6 m / sy una velocidad máxima de 3,0 m / s. Para fábricas o áreas rurales, el diámetro mínimo del cable de alimentación debe ser de 25 mm (1 pulgada).

3.4.1.2.4 Dimensionamiento

a. Línea gradiente hidráulica (L.G.H.)

El gradiente hidráulico es siempre por encima del suelo. En el punto de inflexión, el diámetro se puede cambiar para mejorar la pendiente.

b. Pérdida de carga unitaria (hf)

Para propósitos de diseño, consideramos:

- Ecuación de Hazen-Williams para diámetros mayores de 2 pulgadas y
- Ecuación de ondulación corregida para diámetros menores de 2 pulgadas.

El cálculo del diámetro de la tubería se puede realizar mediante la siguiente fórmula:

- Para tuberías con un diámetro superior a 50 mm, Hazen Williams:

$$H_f = 10,674 [Q^{1.852} / (C^{1.852} \times D^{4.86})] L$$

Siendo:

Hf, pérdida de carga continua, en m.

Q, Caudal en m³/s

D, diámetro interior en m (ID)

C, Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

Acero sin costura

C=120

Acero soldado en espiral	C=100
Hierro fundido dúctil con revestimiento	C=140
Hierro galvanizado	C=100
Polietileno	C=140
PVC	C=150
L, Longitud del tramo, en m.	

Para tuberías de diámetro igual o inferior a 50 mm, Fair-Whipple:

$$H_f = 676,745 * \left[\frac{Q^{1,751}}{(D^{4,753})} \right] / L$$

Siendo:

H_f , pérdida de carga continua, en m.

Q, Caudal en l/min

D, diámetro interior en mm

L, longitud en metros

c. Presión

En la línea más, la presión representa la cantidad de energía gravitacional presente en el agua. Se debe aplicar la ecuación de Bernoulli para calcular la rampa hidráulica (LGH).

$$Z_1 + P_1/\gamma + V_1^2/2g = Z_2 + P_2/\gamma + V_2^2/2g + H_f$$

Siendo:

Z = cota altimétrica respecto a un nivel de referencia en m.

P/γ = altura de carga de presión, en m, P es la presión y γ el peso específico del fluido.

V = velocidad del fluido en m/s.

H_f = pérdida de carga de 1 a 2, incluyendo tanto las pérdidas lineales (o longitudinales) como las locales.

Si como es habitual, $V_1=V_2$ y P_1 está a la presión atmosférica, la expresión se reduce a:

$$P_2/\gamma = Z_1 - Z_2 - H_f$$

La presión estática máxima de la tubería no debe exceder la presión de operación especificada por el fabricante de 75 y debe ser compatible con la presión de operación de los accesorios y válvulas utilizados.

La caída de presión local ΔH_i para componentes especiales y válvulas debe calcularse y evaluarse mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta H_i = K_i \frac{V^2}{2g}$$

Dónde:

ΔH_i , pérdida de carga localizada en las piezas especiales y en las válvulas, en metros.

K_i , coeficiente que depende del tipo de pieza especial o válvula (ver Tabla).

V , máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial o de la válvula en m/s.

G , aceleración de la gravedad, m/s².

3.4.1.3 Diseño de pozo tubular

3.4.1.3.1 Descripción de los criterios de diseño.

El Programa Nacional Saneamiento Rural, ha diseñado una propuesta técnica para la extracción de agua subterránea de pozos tubulares de diferentes profundidades y diámetros arroja un caudal máximo diario (Q_{md}) de 0,50 lps, 1,00 lps, 1,50 lps y 1,50 lps, y el caudal de la bomba (Q_b) es de 1,00 lps, 2,00 lps, 3.00 lps., El área de captación del pozo se evalúa en este caso la cantidad de agua bombeada.

Dado que se determina que el caudal es muy bajo, el proyecto de trabajo es de un solo tipo para los tres caudales, difiriendo solo en el tamaño del diámetro del tubo de impulso y la salida de la electrobomba, como ilustración. un proyecto. En la tabla adjunta.

Tabla 5
Caudales de diseño

Descripción	Lps	Lps	Lps
Q_{md}	0.50	1.00	1.50
Q_b	1.00	2.00	3.00

Fuente: Programa Nacional Saneamiento Rural

3.4.1.3.2 Descripción de las estructuras de captación para el caudal de bombeo

a. Bombeo de 1.00 Lps, 2.00 Lps y 3.00 Lps

En el caso de la planificación del PNSR para la estandarización, se asume que se construirá un pozo de 50 m de largo. Profundidad con las siguientes características:

- Se debe instalar carcasa o tubería. Este es un tubo que envuelve y protege la integridad del trabajo del pozo profundo. El acero al carbono se usa comúnmente, pero se deben usar materiales similares. Utilizado en base a las propiedades químicas del agua.
- Los tubos de pozo o cubiertas se dividen de la siguiente manera:
Tubos lisos y tubos ranurados. Una tubería lisa es una tubería recta y se usa donde no hay absorción o flujo de agua, mientras que una tubería ranurada es un tipo de tubería que permite que el agua pase a través de las estructuras de los pozos. Océano profundo.
- Carcasa o entubado: Este es el proceso de introducir una tubería en un pozo.
- Filtro de grava: Es la parte anular entre el pozo y la tubería que se llena de grava para formar un filtro que mejora la calidad del agua extraída del nivel freático y evita el movimiento de partículas en el pozo.
- Tubo de columna. Una tubería conectada a un dispositivo de bombeo y un regulador de flujo, cuyo diámetro depende del caudal específico y las necesidades del pozo.
- Los cables sumergibles, el medio por el cual se alimentan los motores de las bombas, tienen varias medidas para cumplir con los requisitos de amperaje del edificio.

Tabla 6

Diámetros de accesorios

CAUDAL DE BOMBEO (L/s)	TUB. DE IMPULSION Y ACCESORIOS	CANASTILLA
1.00	Ø 1-1/2"	Ø 2"
2.00	Ø 2"	Ø 2-1/2"
3.00	Ø 2-1/2"	Ø 3"

Fuente: Programa Nacional Saneamiento Rural

3.4.1.3.3 Determinación de horas de bombeo

Los tiempos de bombeo y las puestas en marcha diarias dependen de la eficiencia de la fuente, el consumo de agua, la disponibilidad de energía y los costos operativos.

Normalmente, se selecciona diariamente un intervalo de bombeo de 8 horas. Esta vez se entregará en el momento más adecuado. En ciertos casos, se aplicarán intervalos más largos, pero considere hasta 12 horas. Un estudio de caso regional considerado en el tratado considera 1 horas de bombeo.

El periodo de bombeo se determina mediante el caudal de bombeo de acuerdo a lo siguiente:

$$Q_i = Q_{md} \left(\frac{24}{N} \right)$$

Donde:

Q_i = Caudal de impulsión, L/s

Q_{md} = Caudal máximo diario, L/s

N = Números de horas de bombeo, L/s

3.4.1.3.4 Carga dinámica o altura manométrica total

Según RM N°198 Vivienda, 2018, “Es el incremento total de la carga del flujo a través de la bomba. Es la suma de la carga de succión más la carga de impulsión” calculada a través de:

$$**Hb = hS + hI**$$

Donde:

Hb = Altura dinámica o altura de bombeo, m.

Hs = Carga de succión, m.

Hi = Carga de impulsión, m.

3.4.1.3.5 Carga de succión.

Para la RM N°198 Vivienda, 2018, este valor “Viene dado por la diferencia de elevación entre el eje de la bomba y el nivel mínimo del agua en la fuente o captación, afectado por la pérdida de carga en el lado de la succión”.

$$**Hb = hS + hfs**$$

Donde:

hS = Altura de succión, esto es, altura del eje de la bomba sobre el nivel inferior del agua, m.

hfs = Pérdida de carga en la succión, m.

3.4.1.3.6 Carga neta de succión positiva

A medida que el agua fluye a través de la bomba, la presión en la línea de entrada y succión tiende a disminuir debido a la alta velocidad del flujo. Cuando la reducción excede la presión de vapor del agua, se produce la vaporización y se forman burbujas de vapor en el líquido.

La succión positiva verdadera es la diferencia entre la presión en la entrada de la bomba y la presión de vapor del líquido bombeado. Esta distinción es necesaria para evitar la cavitación. En el diseño de la bomba destacan dos valores de NPSH, NPSH disponible y NPSH obligatorio. El NPSH requerido depende del diseño de fábrica de la bomba, determinado experimentalmente y de los valores proporcionados por el fabricante. El NPSH requerido es la carga mínima requerida por la bomba para mantener un funcionamiento estable. Se basa en la altura de referencia y, a menudo, se considera el eje de la rueda.

NPSH depende del sistema de succión de la bomba. Se calcula en metros de agua utilizando la siguiente fórmula:

$$\mathbf{NPSH_{disponible} = Hatm - (Hvap + hS + hfs)}$$

Donde:

NPSH disponible = Carga neta de succión positiva disponible, m.

Hatm = Presión atmosférica, m

Hvap = Presión de vapor, m

hs = Altura estática de succión, m.

h_{fs} = Pérdida de carga por fricción de accesorios y tubería, m.

Para evitar el riesgo de la cavitación por presión de succión, se debe cumplir que:

$$\mathbf{NPSH_{disponible} > NPSH_{requerido}}$$

3.4.1.3.7 Altura dinámica total.

Los elementos de elevación (motobombas) deben superar la caída de presión durante el movimiento (pérdidas por fricción a lo largo de la tubería, pérdidas locales por piezas y accesorios), además de que existe una diferencia de grado entre pozos o tanques. Presión entrante.

H_s = Altura de aspiración o succión, esto es, altura del eje de la bomba sobre el nivel inferior.

H_d = Altura de descarga, o sea, la altura del nivel superior con relación al eje de la bomba.

H_g = Altura geométrica, esto es la diferencia de nivel; (altura estática total)

Utilizadas en la siguiente expresión.

$$\mathbf{H_g = H_d + H_s}$$

Por otro lado,

$H_{f\ total}$ = Pérdida de carga (totales).

P_s = Presión de llegada al reservorio/planta (se recomienda 2 m).

H_{dt} = Altura dinámica total en el sistema de bombeo, que corresponde a:

$$\mathbf{H_{dt} = H_g + H_{f\ total} + P_s}$$

3.5 Plan de análisis

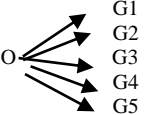
Para el procesamiento de datos se utilizaron técnicas de estadística descriptiva, prospectiva e informática, así como análisis y síntesis bibliográficas.

Como instrumentos se utilizaron cuadros comparativos, formatos de recojo de información, gráficos, software como Excel, SPSS, Word.

Los datos se presentan en tablas, cuadros, gráficos estadísticos incluyendo porcentajes. Siendo estas interpretadas mediante un análisis estadístico de las mismas.

Tabla 7

Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
¿Cuáles serán las características de diseño hidráulico adecuadas para la dotación de una red de agua potable del centro poblado La Victoria	<p>OBJETIVO GENERAL. Determinar las características de diseño hidráulico adecuadas para la dotación de una red de agua potable del centro poblado La Victoria</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar las características Topográficas del área de estudio. • Analizar las pendientes y tamaño de reservorio para el cálculo de la hidráulica de diseño • Analizar y determinar el tipo de material y diámetro de tuberías a emplear • Determinar las columnas de agua en cada una de las viviendas y comprobar su cumplimiento exigible en la norma. • Establecer el diseño hidráulico adecuado para la zona de estudio 	No aplicable	Variable de estudio Diseño hidráulico de la red de agua	Metros de columna de agua (m.c.a)
TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION	POBLACION Y MUESTRA	DISEÑO DE INVESTIGACION	TÉCNICAS DE RECOJO DE DATOS	PROCESAMIENTO Y PRESENTACION DE DATOS
<p>El tipo de investigación desarrollado fue Aplicada, con un nivel de investigación Descriptivo</p> <p>Del tipo transversal debido a que la investigación será medida en un solo momento temporal.</p>	<p>La población la representa todas las viviendas consideradas dentro del área de estudio.</p> <p>La muestra está representada por todas las viviendas establecidas de acuerdo al alcance del estudio y la totalidad de viviendas en el lugar</p>	<p>El diseño de estudio fue observacional descriptivo Transversal</p> 	<p>Para la topografía se realizó un levantamiento topográfico in situ para diseñar mediante el programa CIVIL3D las curvas de nivel, y plantear los planos de las redes de agua según la cantidad de viviendas.</p> <p>La estimación de las columnas de agua se realizó mediante el programa Water Cad</p>	<p>Para el procesamiento de resultados con fines de comprobación de diseño se utilizaron técnicas de estadística descriptiva, prospectiva e informática, así como análisis y síntesis bibliográficas.</p> <p>Como instrumentos se utilizaron cuadros comparativos, formatos de recojo de información, gráficos, software como Excel, SPSS, Word.</p>

3.6 Principios éticos

El investigador es conocedor de lo importante del estudio sobre el desarrollo de las comunidades del Perú y así mismo es consciente del constante trabajo que hacen múltiples investigadores para mejorar cada día más, es por esto que este estudio cuenta con principios éticos de originalidad y reconocimiento a otras investigaciones hechas por antecesores, cuyos resultados fueron citados y considerados en el presente estudio.

IV. RESULTADOS

4.1 Resultados

4.1.1 Topografía.

El centro poblado La Victoria presenta una superficie con abundante vegetación cuya topografía es casi llana, ratificadas en el hecho de que tienen pendientes que varían entre 0.5% a 2% respectivamente en donde están ubicada las viviendas, las cotas están comprendidas desde los 146.000 msnm hasta 152.000 msnm; así mismo se apreció que en la zona más baja del caserío, se encuentra cubierta con agua punto hacia donde discurren las aguas pluviales.

4.1.2 Población.

De acuerdo a los datos recopilados del área de estudio, la población actual asciende a 1280 personas, así mismo del cálculo de la proyección mediante el método aritmético se desprende que esta ascenderá a 1905 personas, teniendo como base de cálculo lo siguiente

4.1.3 Cálculo de población de diseño

Para determinar la población de diseño se realizó utilizando el método aritmético propuesto para zonas rurales el cual fue calculado de acuerdo a la siguiente formula

$$Pd = Pi \left(1 + \frac{rt}{100}\right)$$

Donde:

P_d : Población de diseño

P_i : Población de inicial

r : Índice crecimiento poblacional anual

t : Periodo de diseño

Según los datos recopilados existen 332 viviendas con un total 1280 habitantes, por lo que de acuerdo a la fórmula:

$$D = \frac{Pob.}{N^{\circ} \text{ de viviendas}}$$

Se obtuvo una densidad poblacional $D = 3.86$ Hab/viv.

Por otra parte, tomando como referencia los datos de crecimiento poblacional para el distrito de Campo Verde (no existe dato para el centro poblado), de acuerdo al censo (1993-2007), se tomó como dato el proyectado por el INEI ascendente a 2.44.

Tabla 8

Datos de parámetros de diseño

Descripción	Tasa de crecimiento	Encuestas Realizadas		Densidad por lote (hab /lote)	Población de diseño 2019 año 0	
		Viviendas	Población		Viviendas	Población
LA VICTORIA	2.44	332	1280.00	3.86	332	1280

Fuente: Resultados según datos del estudio

Tabla 9

Proyección de la población a 20 años

Periodo de diseño	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
AÑO	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
POBLACION	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9
	80	11	42	74	05	36	67	99	30	61	92	24	55	86	17	48	80	11	42	73	05

Fuente: Resultados según datos del estudio

Cuadro 1

Proyección de la demanda de agua a 20 años

AÑO	POBLACION	COBERTURA (%)	POBLACION SERVIDA (hab)			CONEXIONES	CONSUMO DE AGUA (l/día)	CONSUMO DE AGUA TOTAL			DEMANDA AGUA					VOLUMEN DE REGULACION m ³	Numero de conexiones		
											CAUDAL PROMEDIO			Caudal Max. Diario	Caudal Max Horario		Antiguas	Nuevas	Total
		CONEXIONES	POR CONEXIONES	TOTAL	%	Nº DE CONEXIONES	POR CONEXIÓN	lt/día	m ³ /año	lt/día	m ³ /año	lt/seg.	lt/seg.	lt/seg.					
0	1,280	100	1,280	1,280	100	332	89,600	89,600	32,704	89,600	32,704	1.04	1.35	2.08	23.00	0	332	332	
1	1,311	100	1,311	1,311	100	340	91,770	91,770	33,496	91,770	33,496	1.06	1.38	2.12	23.00	0	340	340	
2	1,342	100	1,342	1,342	100	348	93,940	93,940	34,288	93,940	34,288	1.09	1.41	2.18	24.00	0	348	348	
3	1,374	100	1,374	1,374	100	356	96,180	96,180	35,106	96,180	35,106	1.11	1.45	2.22	24.00	0	356	356	
4	1,405	100	1,405	1,405	100	364	98,350	98,350	35,898	98,350	35,898	1.14	1.48	2.28	25.00	0	364	364	
5	1,436	100	1,436	1,436	100	372	100,520	100,520	36,690	100,520	36,690	1.16	1.51	2.32	26.00	0	372	372	
6	1,467	100	1,467	1,467	100	380	102,690	102,690	37,482	102,690	37,482	1.19	1.55	2.38	26.00	0	380	380	
7	1,499	100	1,499	1,499	100	388	104,930	104,930	38,299	104,930	38,299	1.21	1.58	2.42	27.00	0	388	388	
8	1,530	100	1,530	1,530	100	396	107,100	107,100	39,092	107,100	39,092	1.24	1.61	2.48	27.00	0	396	396	
9	1,561	100	1,561	1,561	100	404	109,270	109,270	39,884	109,270	39,884	1.26	1.64	2.52	28.00	0	404	404	
10	1,592	100	1,592	1,592	100	412	111,440	111,440	40,676	111,440	40,676	1.29	1.68	2.58	28.00	0	412	412	
11	1,624	100	1,624	1,624	100	421	113,680	113,680	41,493	113,680	41,493	1.32	1.71	2.64	29.00	0	421	421	
12	1,655	100	1,655	1,655	100	429	115,850	115,850	42,285	115,850	42,285	1.34	1.74	2.68	29.00	0	429	429	
13	1,686	100	1,686	1,686	100	437	118,020	118,020	43,077	118,020	43,077	1.37	1.78	2.74	30.00	0	437	437	
14	1,717	100	1,717	1,717	100	445	120,190	120,190	43,869	120,190	43,869	1.39	1.81	2.78	31.00	0	445	445	
15	1,748	100	1,748	1,748	100	453	122,360	122,360	44,661	122,360	44,661	1.42	1.84	2.84	31.00	0	453	453	
16	1,780	100	1,780	1,780	100	461	124,600	124,600	45,479	124,600	45,479	1.44	1.87	2.88	32.00	0	461	461	
17	1,811	100	1,811	1,811	100	469	126,770	126,770	46,271	126,770	46,271	1.47	1.91	2.94	32.00	0	469	469	
18	1,842	100	1,842	1,842	100	477	128,940	128,940	47,063	128,940	47,063	1.49	1.94	2.98	33.00	0	477	477	
19	1,873	100	1,873	1,873	100	485	131,110	131,110	47,855	131,110	47,855	1.52	1.97	3.04	33.00	0	485	485	
20	1,905	100	1,905	1,905	100	494	133,350	133,350	48,673	133,350	48,673	1.54	2.01	3.08	34.00	0	494	494	

Fuente: Resultados según datos del estudio

4.1.4 Diseño hidráulico de la captación

Debido a las características del área de estudio se planteó realizar la captación mediante la perforación de pozo tubular típico de las áreas rurales de la selva peruana

4.1.4.1 Diseño de Línea de impulsión

El cálculo del diámetro de línea de impulsión se hizo mediante la fórmula de Bresse, de lo que se desprende que el diámetro teórico máximo D_{max} . Es:

$$D_{max} = 1.3 \left(\frac{N}{24} \right)^{1/4} (\sqrt{Qb})$$

Y el diámetro económico teórico D_{econ} . Es 1.136

$$D_{econ} = 0.96 \left(\frac{N}{24} \right)^{1/4} (Qb)^{0.45}$$

Reemplazando los datos se obtuvo:

Diámetro teórico máximo (D max.)	67.00 mm
Diámetro teórico económico (D econ.)	65.00 mm

Respecto de los datos obtenidos en el cálculo anterior y según la tabla siguiente se determinó que el diámetro de línea de impulsión es 3 pulgadas.

Tabla 10

Diámetros de tubería estimados según línea de impulsión

Ø Nominal (Inch)	Ø ext. (mm)	Longitud (m)	e (mm)	Ø int. (mm)	Peso (kg)
1/2"	21.00	5.00	1.80	17.40	0.783
3/4"	26.50	5.00	1.80	22.90	1.007
1"	33.00	5.00	1.80	29.40	1.273
1 1/4"	42.00	5.00	2.00	38.00	1.813
1 1/2"	48.00	5.00	2.30	43.40	2.382
2"	60.00	5.00	2.90	54.20	3.752
2 1/2"	73.00	5.00	3.50	66.00	5.512
3"	88.00	5.00	4.20	80.10	8.023
4"	114.00	5.00	5.40	103.20	13.289
6"	168.00	5.00	8.00	152.00	29.005
8"	219.00	5.00	10.40	198.00	49.16
10"	273.00	5.00	13.00	247.00	76.591
12"	323.00	5.00	15.40	292.20	107.341

Fuente: (RM N°198 Vivienda, 2018)

4.1.4.1.1 Cálculos

Caudal Máximo Diario (Qmd)	2.01 L/seg
Número de Horas de Bombeo (N)	14.00 horas
Caudal de Impulsión (Qi)	3.440 lt/seg
Diámetro de Impulsión (Di)	2.58 pulg.
Diámetro de Impulsión Comercial (Dc)	3.00 pulg.
Longitud de la línea de Impulsión (L)	44.50 mt
Constante "C" de Hazen y Williams	120.00
Altura Estática	41.00 mt
Cota mínima de succión	146.00 msnm
Cota de descarga	187.00 msnm

4.1.4.1.2 Diseño de potencia de la bomba

La pérdida de carga por fricción en la tubería (h_f) se calculó utilizando la fórmula de Hazen y Williams.

$$h_f = \frac{1745155.28 * L(Q_b^{1.85})}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Así también se tomaron datos exigidos por las normas peruanas para el diseño de este tipo de elementos que a continuación se detalla.

Costo de Energía (\$/Kw-h)	0.13
Eficiencia de la Bomba	75.00%
Tasa de Interés (%)	11.00%
Vida Util del Proyecto (años)	20.00
Vida Util del Equipo de Bombeo (años)	10.00
Número de Renovaciones del E. de Bombeo	2.00

Por lo que de acuerdo a los requerimientos y determinación de demandas aunado la eficiencia de la bomba de 75%, más el diámetro de la línea de impulsión, la potencia del equipo de bombeo será de 4.96 HP, Teniendo que elegirse una de 5 HP por motivos comerciales.

4.1.5 Cálculo del volumen del reservorio

4.1.5.1 Cálculo de agua potable

Se han seleccionado los siguientes coeficientes de volatilidad del consumo diario y horario.

- máximo anual de la demanda diaria (K1) =1.30
- máximo anual de la demanda horaria (K2) =2.00
- La dotación por conexión para zona rural =70 litros /habitantes-día

Cálculo de Caudal promedio (Q_{Promedio})

$$Q_{\text{promedio}} = \frac{\text{consumo}(l / \text{hab.dia}) \times \text{población}(\text{hab})}{86400}$$

Aplicación de la población actual:

$$Q_{promedio} = \frac{70 \times 1280}{86400} = 1.58l / seg$$

Caudal máximo diario ($Q_{max \text{ diario}}$) se obtiene así:

$$Q_{max \text{ diario}} = k_1 \times Q_{promedio}$$

Aplicación de la población actual:

$$Q_{max \text{ diario}} = 1.30 \times 1.58 = 2.05l / seg$$

Caudal máximo horario (Q_{max}) se obtiene así:

$$Q_{max \text{ horario}} = k_2 \times Q_{promedio}$$

Aplicación de la población actual:

$$Q_{max \text{ horario}} = 2.00 \times 1.58 = 3.16l / seg$$

4.1.5.2 Cálculo del volumen de almacenamiento al año 20

Para toda población de 1280 en el año 20 y un número de viviendas de 332 es:

$$V.Almacenamiento = \frac{Q_{promedio} \times 25\% \text{ regulacion} \times 86400}{1000} + V.reserva$$

$$V.Almacenamiento = \frac{1.58 \times 0.25 \times 86400}{1000} + \frac{1.52 \times 86400 \times 2.50h.corte}{1000 \times 24horas} = 50m^3$$

4.1.6 Diseño de redes de distribución

Para definir los parámetros básicos usados en el dimensionamiento del reservorio apoyado se ha usado la “Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural”.

Al estimar la cantidad, se consideró la población y los recursos correspondientes, se estableció el consumo promedio 25 (Qp) como una cantidad regulada y se consideró la fuente de agua como continua. Reservas imprudentes que los diseñadores deben estimar y, en caso de emergencia, en su caso, deben justificar cortes de energía y / o paradas parciales de plantas de procesamiento, entre otras situaciones.

En cuanto a las dimensiones internas del tanque, el país, tomando en cuenta la necesidad de una válvula para regular el nivel del agua de entrada, como se indica en las instrucciones del proyecto, dependiendo del primer año en el que la demanda de agua disminuyó cada vez más buscado. . Equilibrio ecológico en el campo del impacto de las fuentes de agua.

4.1.7 Cálculo de la red de agua potable

Las redes de distribución y línea de aducción son diseñadas con el caudal máximo horario para cada año establecido en la simulación hidráulica para zona rural:

Caudal máximo horario (Q Max h.) = 3.16 lps

Tubería de PVC de presión (clases 5,7.5, 10 o 15)

El diámetro mínimo para la línea de aducción debe ser de 4”

Para líneas principales 3", 2". Para líneas secundarias 1 1/2" hasta mínimo tubería de 1" de diámetro.

Presión:

Máxima: 20.00 mca

Mínima: 10.00 mca

4.2 Análisis de resultados

Este apartado muestra el análisis de los resultados relacionada con los objetivos que perseguía la investigación, relacionándolos con los parámetros y exigencias mínimas de las normas peruanas para este tipo de estudios.

4.2.1 Modelado del diseño de la red

El diseño propuesto de acuerdo a los datos obtenidos de población y topografía (ver planos en anexos) fueron modelados en el software *Wáter Cad* de Bendley, de los cuales se desprende lo siguiente.

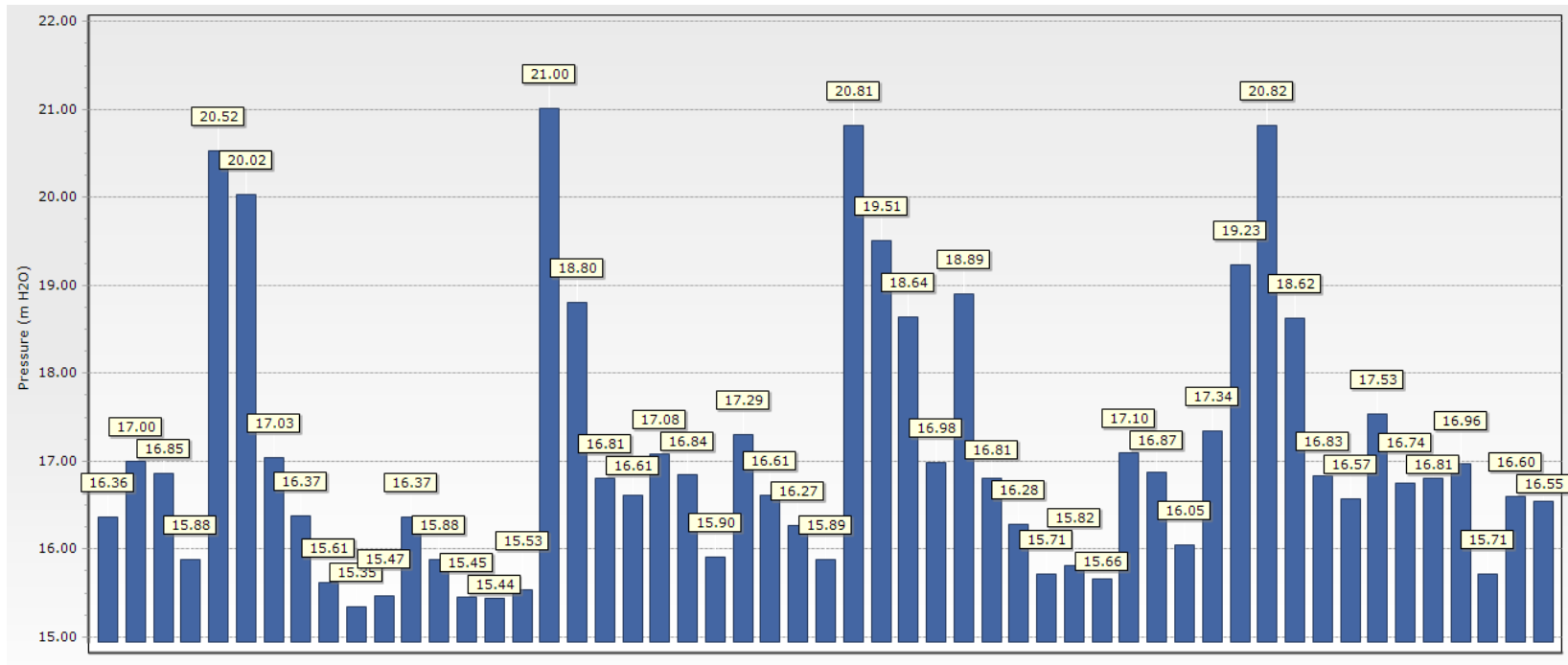
4.2.2 Evaluación de las columnas de presión de agua en las juntas

Luego de obtenido los datos de presión de agua en el Software watercad, observados en la última columna del cuadro, y grafico 1 se puede observar un comportamiento adecuado de acuerdo a los requerimientos de las normas peruanas que estipulan un mínimo de 10 m.c.a. y preferiblemente 20m.c.a. en las juntas de la red.

El grafico 1 muestra que en todo el diseño se alcanzó una presión de agua máxima de 21 m.c.a. en la junta 35, y una mínima de 15.35 m.c.a. correspondiente a la junta 44

Gráfico 1

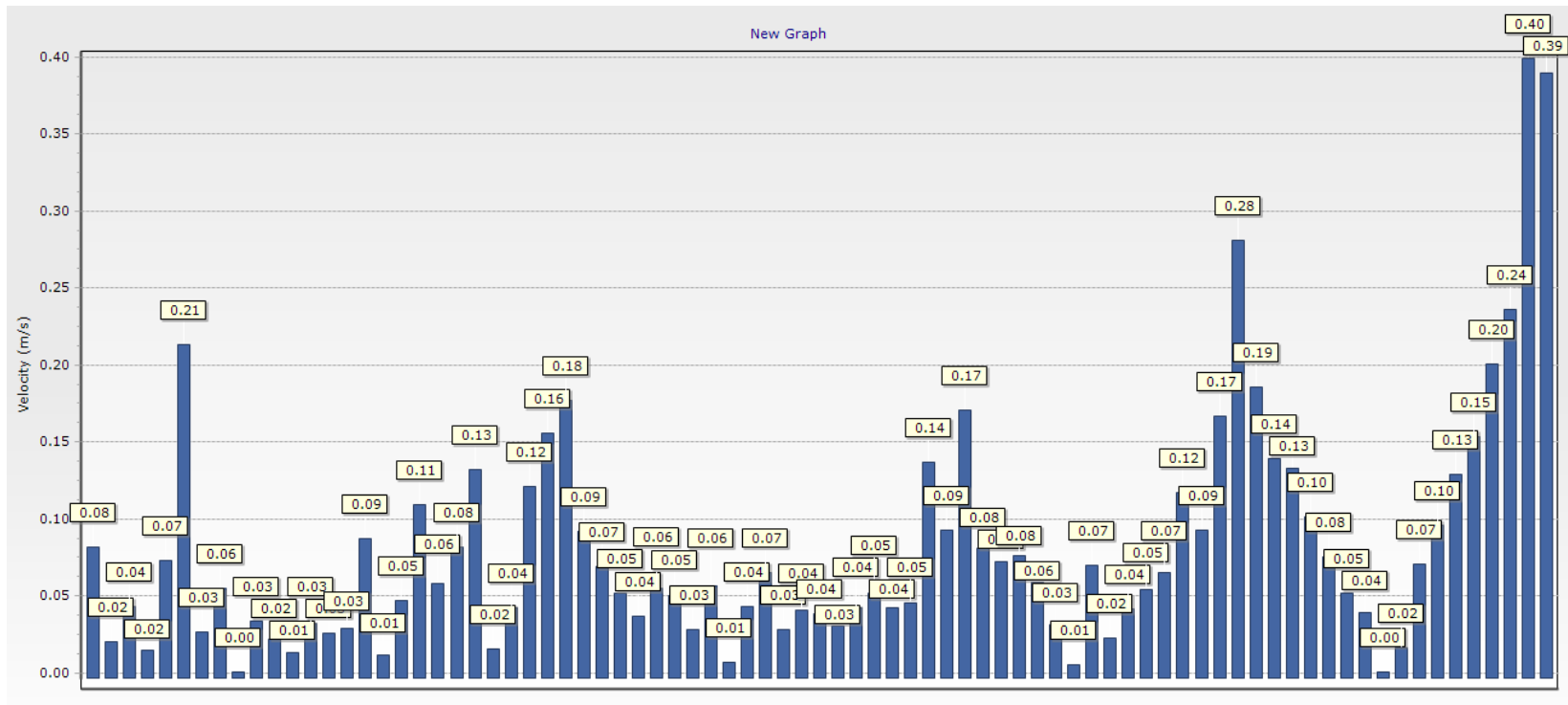
Presión en metros de columna de agua (m.c.a.) según diseño calculado



Fuente: Resultados según datos del estudio calculados con el Software WaterCad/Bendley

Gráfico 2

Velocidades según diseño calculado



Fuente: Resultados según datos del estudio calculados con el Software WaterCad/Bendley

4.3 Análisis estadístico

Tabla 11

Procesamiento de casos

Resumen de procesamiento de casos

	Diseño Hidraulico	Válido		Casos Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Presión H2O	Diseño Hidraulico La Victoria	53	100,0%	0	0,0%	53	100,0%

Descriptivos

Diseño Hidraulico			Estadístico	Desv. Error	
Presión H2O	Diseño Hidraulico La Victoria	Media	17,0881	,20853	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	16,6697	
			Límite superior	17,5066	
		Media recortada al 5%	16,9705		
		Mediana	16,8100		
		Varianza	2,305		
		Desv. Desviación	1,51813		
		Mínimo	15,35		
		Máximo	21,00		
		Rango	5,65		
		Rango intercuartil	1,42		
		Asimetría	1,284	,327	
		Curtosis	,822	,644	

Gráfico 3

Histograma para diseño hidráulico de red de distribución de aguas

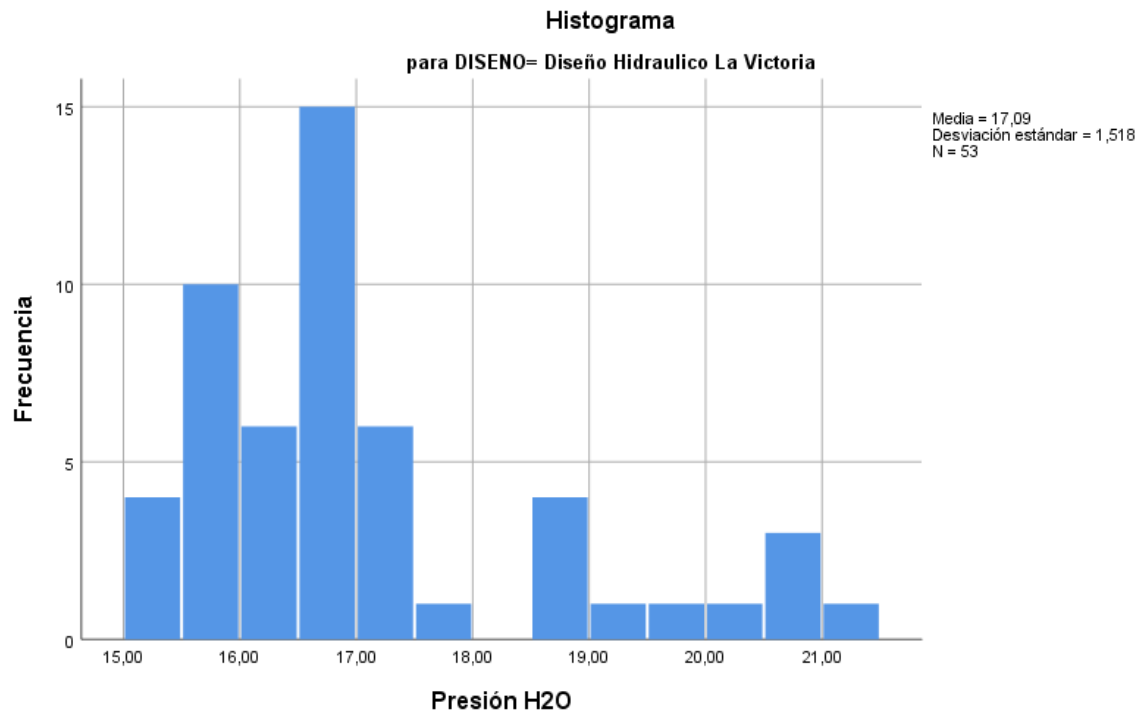
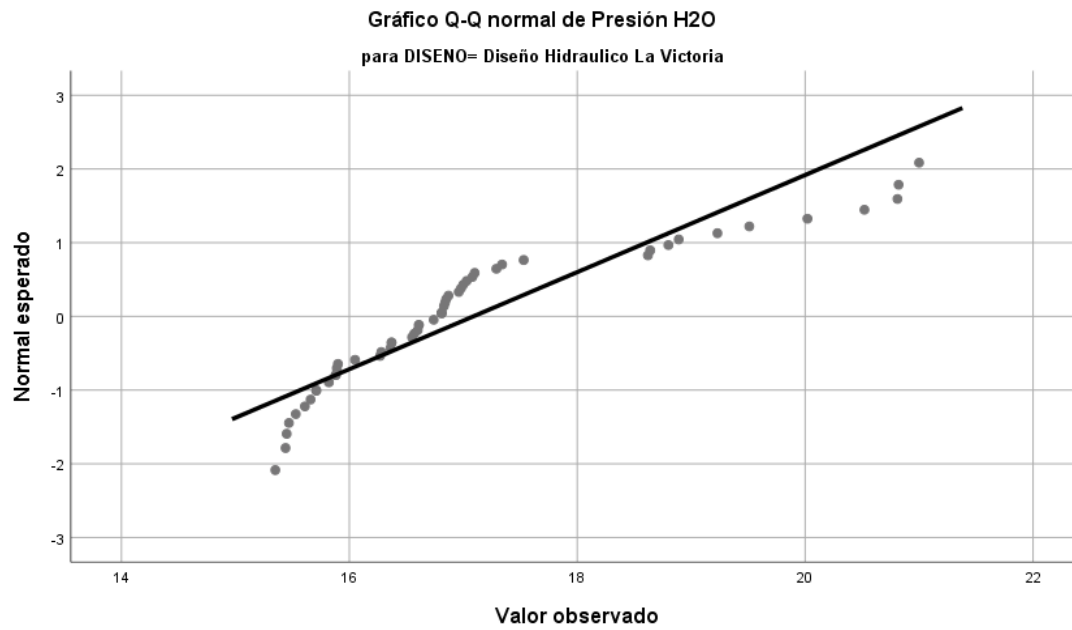


Gráfico 4

Normal de presión de agua para diseño hidráulico de red de distribución de aguas



V. CONCLUSIONES

La implementación de la red de agua potable en el centro poblado la Victoria del distrito de Campo Verde en la provincia de Coronel Portillo fue posible debido al diseño hidráulico planteado en el estudio, que comprendía el diseño hidráulico de la captación, Cálculo del volumen de reservorio, Diseño de redes de distribución, Calculo de la red de agua potable, y el Modelado del diseño de red. Las cuales mostraron resultados favorables que cumplían con los requisitos mínimos exigidos en la norma.

El área de estudio, centro poblado La Victoria, presenta en su topografía una superficie con abundante vegetación sin pendientes pronunciadas, casi llana, ratificadas en el hecho de que tienen pendientes que varían entre 0.5% a 2% respectivamente en donde están ubicada las viviendas. Las cotas están comprendidas desde los 146 msnm hasta 152 msnm.

En el estudio, se calculó un tanque elevado de 50 m^3 , este reservorio deberá contar con una cimentación una platea cuadrada de 8.00 metros x 8.00 metros con un espesor $e = 0.60$ metros y una viga de cimentación de 0.35 metros x 0.80 metros, con un solado de $e = 0.10$ metros que se ubicará a 3.10 metros debajo del nivel del terreno, también tendrán 4 columnas que serán de sección cuadrada de 0.50 metros x 0.50 metros y las vigas de sección rectangular de 0.40 metros x 0.60 metros

Su ubicación viene determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener la presión en la red dentro de los límites del servicio, aumentando la presión mínima en la casa y disminuyendo la presión máxima en la casa.

De acuerdo a los resultados se desprende, que se debe considerar una (01) línea de impulsión desde la captación mediante un pozo tubular hasta el tanque elevado con una tubería $\varnothing = 3''$ de fierro galvanizado con una longitud 76.56 metros, esta tubería contará con sus respectivos accesorios entre ellas se incluyen un clorador de línea, un medidor de caudal, un manómetro y sus respectivas válvulas, además se deberá realizar la prueba hidráulica y desinfección de líneas de tubería

De los resultados se propone la instalación de una línea de aducción proveniente del tanque elevado, de diámetro $\varnothing = 4''$ de tubería de fierro galvanizado con una longitud de 21.35 metros hasta una transición de F^oG^o a PVC $\varnothing 4''$ para luego continuar hasta una tee de PVC de 4'', la cual dará inicio a las redes de distribución, continuando hasta las cajas de concreto de 0.70 metros x 0.70 metros para una válvula de bronce de $\varnothing 4''$ cada una, constituida por adaptadores y uniones universales. Esta línea de aducción empalmará a la red de distribución.

La red de distribución comprende el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas y demás accesorios cuyo origen está al final de la línea de aducción y que se desarrolla según la ubicación de viviendas:

Instalación de tuberías $\varnothing 4''$, C-10, en una longitud de 16.13 metros lineales.

Instalación de tuberías $\varnothing 3''$, C-10, en una longitud de 1,108.71 metros lineales.

Instalación de tuberías $\varnothing 2''$, C-10, en una longitud de 1,178.19 metros lineales.

Instalación de tuberías Ø 1 1/2, C-10, en una longitud de 3,723.58 metros lineales. Total, redes de distribución: 6,026.78 metros lineales.

Las columnas de agua que se generarían con el diseño cumplen con los requisitos mínimos de la Norma Técnica de Diseño RM 192-2018-Vivienda, que estipulan un mínimo de 10 m.c.a. y preferiblemente 20 m.c.a. en las juntas de la red. Teniendo una presión de agua máxima de 21 m.c.a. en la junta 35, y una mínima de 15.35 m.c.a. en la junta 44.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias D. (2019). *Diseño hidráulico de red de agua potable en el caserío de Carahuasi distrito de Nanchoc, provincia de San Miguel, Cajamarca, enero 2019*. Trabajo de fin de Titulación]. Piura Perú: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Escuela de Ingeniería Civil.
- Cueva D. (2013). *Estudio y diseño del sistema de agua potable para los barrios Guisaceo y Mostazapamba pertenecientes a la parroquia Sumaypamba, cantón Saraguro, provincia de Loja*. [Trabajo de fin de Titulación]. Loja, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Ingeniería Civil.
- Gonza S. (2019). *Mejoramiento del sistema de agua potable del caserío de Monteverde, distrito de Las Lomas, provincia y departamento de Piura, febrero del 2019* Trabajo de fin de Titulación]. Piura Perú: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Escuela de Ingeniería Civil.
- Guillen U. (2019). *Ampliación y mejoramiento del servicio de agua potable en el anexo comunal Nuevo Paraíso, distrito de Paita-Paita- Piura- mayo 2019* Trabajo de fin de Titulación]. Piura Perú: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Escuela de Ingeniería Civil.
- Gur, E y Spuhler, D. (2017). *Gestión de agua y saneamiento sostenible*. [citado el 14 de marzo del 2020]. Disponible en: <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/red-de>
- Hernández, R; Fernández, C; y Baptista, P. (2001). *Metodología de la Investigación*. 6ª. ed. México, D.F: McGraw-Hill

- Meza O. (2010). *Diseño de un sistema de agua potable para la comunidad nativa de Tsoroja, analizando la incidencia de costos siendo una comunidad de difícil acceso*. [Tesis]. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica de Perú, Escuela de Ingeniería Civil.
- Larraga B. (2016). *Diseño del sistema de agua potable para Augusto Valencia Cantón Vinces, provincia de los Ríos, Quito*. [Trabajo de fin de Titulación]. Loja, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Ingeniería Civil.
- OPS/CEPIS. (2005). *Guía para el diseño de reservorios de tanques elevados de agua potable*. Organización panamericana de la salud; centro panamericano de ingeniería sanitaria. Lima.
- Resolución Ministerial N°198 – (2018) – Vivienda. *Norma Técnica de Diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural*. Diario oficial El Peruano. Lima, Perú, 20 de mayo 2018
- Roque H. (2017). *Diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Para la Cabecera Municipal de San Manuel Chaparrón, Jalapa*. [Trabajo de Graduación]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Ingeniería Civil.

ANEXOS