



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE
CHIMBOTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL**

**EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS
ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS DEL SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL
BARRIO ANTAOCO, DISTRITO DE INDEPENDENCIA,
PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE
ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN
SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2023**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA CIVIL**

AUTORA

NEIRA NAYRA, MILAGROS DEL PILAR

ORCID: 0000-0001-9794-8380

ASESOR

LEON DE LOS RIOS, GONZALO MIGUEL

ORCID: 0000-0002-1666-830X

CHIMBOTE, PERÚ

2023



FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA N° 0123-110-2023 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TESIS

En la Ciudad de **Chimbote** Siendo las **21:50** horas del día **23** de **Agosto** del **2023** y estando lo dispuesto en el Reglamento de Investigación (Versión Vigente) ULADECH-CATÓLICA en su Artículo 34º, los miembros del Jurado de Investigación de tesis de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, conformado por:

SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN Presidente
PISFIL REQUE HUGO NAZARENO Miembro
RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER Miembro
Mgtr. LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL Asesor

Se reunieron para evaluar la sustentación del informe de tesis: **EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL BARRIO ANTAOCO, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2023**

Presentada Por :
(0801151177) **NEIRA NAYRA MILAGROS DEL PILAR**

Luego de la presentación del autor(a) y las deliberaciones, el Jurado de Investigación acordó: **APROBAR** por **MAYORIA**, la tesis, con el calificativo de **14**, quedando expedito/a el/la Bachiller para optar el TITULO PROFESIONAL de **Ingeniera Civil**.

Los miembros del Jurado de Investigación firman a continuación dando fe de las conclusiones del acta:

SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN
Presidente

PISFIL REQUE HUGO NAZARENO
Miembro

RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER
Miembro

Mgtr. LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL
Asesor



CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

La responsable de la Unidad de Integridad Científica, ha monitorizado la evaluación de la originalidad de la tesis titulada: EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL BARRIO ANTAOCO, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2023 Del (de la) estudiante NEIRA NAYRA MILAGROS DEL PILAR, asesorado por LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL se ha revisado y constató que la investigación tiene un índice de similitud de 0% según el reporte de originalidad del programa Turnitin.

Por lo tanto, dichas coincidencias detectadas no constituyen plagio y la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

Cabe resaltar que el turnitin brinda información referencial sobre el porcentaje de similitud, más no es objeto oficial para determinar copia o plagio, si sucediera toda la responsabilidad recaerá en el estudiante.

Chimbote, 12 de Abril del 2024



Mgtr. Roxana Torres Guzman
RESPONSABLE DE UNIDAD DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA

Jurado

Mgtr. Pisfil Reque, Hugo Nazareno

ORCID ID: 0000-0002-1564-682X

Presidente

Mgtr. Retamozo Fernández, Saúl Walter

ORCID ID: 0000-0002-3637-8780

Miembro

Mgtr. Sotelo Urbano, Johanna del Carmen

ORCID ID: 0000-0001-9298-4059

Miembro

Dedicatoria

A Dios, por haberme dado la vida y por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi vida formación profesional.

A mi familia, por ser los pilares fundamentales y por siempre demostrarme su apoyo incondicional. Y en especial para mi hermanita Fabiana, porque es mi mayor motivación para ser una mejor persona cada día.

Agradecimiento

A mis padres, Flavio y Rosa; a mis hermanas, Sandra, Claudia y Fabiana y a mi sobrina April, por el amor que me han dado y me siguen dando, por todo su apoyo incondicional y por estar presentes en todo momento.

Al ingeniero, Gonzalo Miguel León de los Ríos, por su valiosa guía, por su tiempo y por todo su apoyo para lograr culminar exitosamente mi carrera profesional.

Índice General

Jurado.....	IV
Dedicatoria..	V
Agradecimiento	VI
Índice General	VII
Lista de Tablas	IX
Lista de Figuras.....	X
Resumen	XI
Abstract.....	XII
I. Planeamiento de la Investigación.....	13
a) Descripción del problema	13
b) Formulación del problema	13
c) Justificación de la investigación.....	14
d) Objetivo General	14
e) Objetivo Específicos	14
II. Marco Teórico.....	15
2.1. Antecedentes	15
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	15
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	17
2.1.3. Antecedentes locales.....	19
02.2. Bases teóricas	22
2.3. Hipótesis.....	40
III. Metodología.....	41
3.1. Nivel, Tipo y Diseño de Investigación	41
3.2. Población y muestra	41
3.3. Variables: Definición y operacionalización	43
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	45

3.4.1. Técnicas de recolección de datos.....	45
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos	45
3.5. Método de Análisis de datos	45
3.6. Principios éticos	46
IV. Resultados	48
IV. Discusión	60
V. Conclusiones	62
Referencias Bibliográficas	64
Anexos 71	
Anexo 01. Matriz de consistencia	72
Anexo 02: Instrumentos de recolección de información.	75
Anexo 03: Validez de Instrumento.....	84
Anexo 04: Evidencias de Ejecución.	91

Lista de Tablas

Tabla 1.	íVolumen de agua disponible en el mundo.....	23
Tabla 2.	Resumen de la situación del sistema de abastecimiento de agua potable....	48
Tabla 3.	Análisis de la Demanda	51
Tabla 4.	Calculo hidráulico y dimensionamiento de la línea de conducción.....	52
Tabla 5.	Diseño de captación	53
Tabla 6.	Parámetros de Línea de Conducción	54
Tabla 7.	Diseño de Línea de Conducción.....	54
Tabla 8.	Diseño de Línea de Aducción.....	56
Tabla 9.	Reservorio	56
Tabla 10.	Detalle de reposición de red de distribución	57
Tabla 11.	Conexión domiciliaria	57

Lista de Figuras

Figura N° 01.	Ciclo iHidrológico del agua	24
Figura N° 02.	Método ivolumétrico idirecto	25
Figura N° 03.	iAgua (“mujer rural en Bangladesh”)	25
Figura N° 04.	IUso del agua len lel iPerú	26
Figura N° 05.	Agua potable y reducción de pobreza.....	27
Figura N° 06.	iTratamiento de agua	28
Figura N° 07.	“Sistema de agua potable por gravedad”	30
Figura N° 08.	iSistema de agua potable por ibombeo	31
Figura N° 09.	iPartes de una icaptación	32
Figura N° 010.	iCaptación de iladera	32
Figura N° 011.	iCaptación de ifondo	33
Figura N° 012.	iLínea de iconducción.....	34
Figura N° 013.	IUbicación de la lcámara de Ireunión	34
Figura N° 014.	iReservorio lapoyado de iforma icircular	35
Figura N° 015.	iReservorio lelevado	36
Figura N° 016.	iReservorio lenterrado	37
Figura N° 017.	Volumen de reservorio.....	37
Figura N° 018.	iRed de idistribución iramificada	39
Figura N° 019.	iRed de idistribución icerrada.....	39
Figura N° 020.	IEvaluación de la icobertura de agua potable.....	58
Figura N° 021.	Evaluación de la cantidad de agua potable.....	58
Figura N° 022.	Evaluación de la continuidad de agua potable.....	59
Figura N° 023.	IEvaluación de la icalidad de agua potable	59

Resumen

Se desarrolló la siguiente investigación Evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable, para determinar su incidencia en la condición sanitaria de la población del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023, “las estructuras de los sistemas de agua potable mayormente se encuentran en malas condiciones porque son construidas muchas veces sin ninguna dirección técnica, como se establece en la Norma Técnica Peruana (NTP) y el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), es importante enfocarnos y plantear el siguiente enunciado del **problema** ¿La evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable, mejorara la incidencia en la condición sanitaria de la población del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023?, es por ello que el presente proyecto de investigación tiene como **objetivo** general; Elaborar la Evaluación y Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable, para determinar su incidencia en la condición sanitaria de la población del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash, La **metodología** empleada en la presente investigación contiene como tipo de investigación cualitativo, es descriptivo – correlacional porque describiremos con la observación y medir estadísticamente la relación entre los dos variables, no experimental, y corte transversal; de nivel cualitativo y descriptivo”; como **resultado** obtuvo que nuestro sistema se encontró con diferentes patologías y deficiencias en la parte estructural del sistema, se llegó a la conclusión que debe de realizar el mejoramiento y mantenimiento de dichas estructuras que compone el sistema de abastecimiento de agua.

Palabras clave: Estructuras hidráulicas del sistema abastecimiento de agua potable, incidencia de la condición sanitaria, mejoramiento del sistema de agua potable.

Abstract

The following investigation was developed Evaluation and improvement of the hydraulic structures of the drinking water supply system, to determine its incidence in the sanitary condition of the population of the Antaoco neighborhood, Independencia district, Huaraz province, Ancash department - 2023, " The structures of the drinking water systems are mostly in poor condition because they are often built without any technical direction, as established in the Peruvian Technical Standard (NTP) and the National Building Regulations (RNE), it is important to focus and consider The following statement of the problem. Will the evaluation and improvement of the hydraulic structures of the drinking water supply system improve the incidence of the sanitary condition of the population of the Antaoco neighborhood, Independencia district, Huaraz province, Ancash department - 2023? , that is why the present research project has as its general objective; Prepare the Evaluation and Improvement of the drinking water supply system, to determine its incidence on the sanitary condition of the population of the Antaoco neighborhood, Independencia district, Huaraz province, Ancash department, The methodology used in this investigation contains as a type of qualitative research, it is descriptive - correlational because we will describe with observation and statistically measure the relationship between the two variables, non-experimental, and cross-sectional; qualitative and descriptive level"; As a result obtained that our system was found with different pathologies and deficiencies in the structural part of the system, it was concluded that the improvement and maintenance of said structures that make up the water supply system must be carried out.

Keywords: Hydraulic structures of the drinking water supply system, incidence of the sanitary condition, improvement of the drinking water system.

I. Planeamiento de la Investigación

a) Descripción del problema

En el ámbito mundial, como señala la Organización de las Naciones Unidas (1). “más de 3.000 millones de personas están propensos al riesgo de adquirir enfermedades porque se ignoran la calidad del agua de sus ríos, lagos y aguas subterráneas. Mientras tanto, una quinta parte de las cuencas hidrográficas del mundo están experimentando fluctuaciones dramáticas en la disponibilidad de agua, y 2.300 millones de personas viven en países que padecen estrés hídrico, incluidos 721 millones en áreas donde la situación del agua es crítica, según una investigación reciente llevada a cabo por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y sus aliados”.

A nivel nacional. Según RPP NOTICIAS (2) “El acceso a agua potable y baños son indicadores de una buena calidad de vida. Lamentablemente, no es una realidad para muchos peruanos. En el país, el 42% de la población rural no cuenta con saneamiento básico, una situación que expone, principalmente a niños y adultos mayores, a enfermedades infecciosas. El acceso a agua potable y baños son indicadores de una buena calidad de vida. Lamentablemente, no es una realidad para muchos peruanos. En el país, el 42% de la población rural no cuenta con saneamiento básico, una situación que expone, principalmente a niños y adultos mayores, a enfermedades infecciosas”.

A nivel regional. Según La República (3) En Chimbote, “alrededor del 50% de la población de las zonas rurales no cuenta con el servicio de agua potable continuo; en algunos lugares, el agua llega por horas o en cisternas. Por lo tanto, para mitigar la escasez del líquido elemento en estos hogares pobres, el Gobierno Regional de Piura (GRP), a través del Programa de Apoyo Social (PAS), viene movilizándose diariamente camiones cisterna con la finalidad de abastecer de agua potable a la población”.

A nivel local. Se identificó el problema en el incremento de enfermedades gastrointestinales y parasitarias, porque el gasto de agua de poca calidad, inadecuada distribución que vive a diario la población. con este proyecto de investigación busca frenar la enfermedades gastrointestinales y parasitarias.

b) Formulación del problema

¿La evaluación y mejoramiento de las estructuras del sistema de abastecimiento de agua potable, mejorara la incidencia en la condición sanitaria de la población del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023?

c) Justificación de la investigación

“En el barrio Antaoco, es de importancia el evaluar las estructuras y mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable de las estructuras ineficientes, por presentar problemas complicando de esta manera el sistema de distribución y calidad del servicio a los usuarios, poniendo en riesgo la salud de la población de todo el sector”.

d) Objetivo General

Evaluar y mejorar el sistema de abastecimiento agua potable, para obtener la mejora de la condición sanitaria del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023.

e) Objetivo Específicos

- Determinar el resultado de la evaluación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.
- Determinar la dotación de agua requerida en el sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023.
- Determinar las velocidades, pérdidas de carga y presiones en la línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023.
- Proponer la mejora del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023.
- Obtener la condición sanitaria de la del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023.

II. Marco Teórico

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

✚ Según Espinoza (1), en su tesis titulado “evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad del Sauce, departamento de León, Nicaragua – 2006”, formula como su objetivo general, efectuar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad del El Sauce departamento de León y como objetivos específicos, determinar la proyección de la población y demanda de agua para el periodo de diseño, analizar la línea de conducción y red de distribución para determinar las velocidades, perdidas y presiones. “La Metodología, que realizo el investigador es de no experimental, de tipo descriptivo, obteniendo como conclusiones, que los resultados de su evaluación a las presiones, velocidades y perdidas resultantes que se obtuvo del análisis de la línea de conducción muestran filtraciones a lo largo del recorrido, que nos indica que proporcionara un inadecuado funcionamiento de abastecimiento de agua. Se puede observar que las presiones están en el rango específico de las normas, pero las velocidades no se encuentran en el rango establecido, sin embargo, se garantiza un flujo de agua en toda la red. Según los estudios acerca de la valoración de los impactos causa efectos que fueron considerados en cada una de las actividades que fueron identificadas dentro de las

etapas (construcción y operación) del trabajo dan como resultado a través del balance de áreas que predominan los impactos negativos”.

† Como menciona Meneses (2), en su tesis “diagnóstico y mejoramiento de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento para la localidad del municipio de Zamora Michocan - México” planteándose como Objetivo general, evaluar la capacidad actual de los servicios de agua potable, identificando sus características tanto de infraestructura y de operatividad del organismo encargado de la administración del mismo, y diagnosticar la prestación del servicio para definir los requerimientos de los mismos, tanto actuales como futuros para su mejoramiento. Determinar las acciones para dar solución a los problemas detectados, jerarquizando y programándolos, con el objetivo de buscar su mejoramiento. “Su metodología del proyecto de tesis es descriptivo cualitativo y no experimental, porque fue necesario la utilización de un proceso que combine la información recogida de manera directa acerca del área de estudio, para definir resultados de manera concreta sobre la situación actual de cada uno de los componentes que conforman el sistema. En sus conclusiones hace mención que los problemas de disminución de caudal en la captación, sobre todo por la antigüedad que tienen presentan problemas de socavación. La línea de conducción en mal estado debido a su antigüedad, gran cantidad de fugas. Las redes de distribución sometidas a continuos cambios de presión y asociado a la antigüedad

de las tuberías originan una gran cantidad de fugas y con ello problemas de abasto”.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Así como afirma Chalco (3), en su tesis titulada “evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de cayhua, distrito de QUEROBAMBA, PROVINCIA DE Sucre, región Ayacucho y su incidencia en la condición sanitaria de la población– 2020”, tuvo como Objetivo general, “desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del centro poblado de Cayhua, distrito de Querobamba, provincia de Sucre, región Ayacucho – 2020. Usando la metodología de tipo correlacional, el nivel cualitativo y cuantitativo. Se obtuvo como resultado que la captación está en un estado muy bajo, por no tener un buen cerco perimétrico para que tenga una buena seguridad la estructura, no cuenta con sus accesorios correspondientes, se encuentra en un estado ineficiente, la línea de conducción se encuentra en un estado bajo, porque tiene una tubería de un diámetro de 2.00 plg, tipo PVC, clase 7.50, presenta fugas, se encuentra expuesta en su varios tramos, no cuenta con válvulas de aire y purga en todo el tramo, se encuentra en un estado ineficiente. Se determinó que el reservorio no cuenta con los accesorios recomendados, no cuenta con un cerco perimétrico correspondiente y tampoco cuenta con una caseta de cloración para una mejor calidad del agua, el volumen del reservorio del centro poblado no es el indicado para la población y la línea de aducción, tiene una tubería de un diámetro de 2.00 plg, tipo PVC, clase 7.50, presenta fugas, se encuentra expuesta y con fisuras por tramos, en la red de distribución, el cual es ramificado, no conecta con todas las viviendas, el diámetro es mucho, según la determinación del diseño”. Llegando a las conclusiones, que el centro poblado de Cayhua, cuenta con deficiencias, la captación cuenta con la cámara húmeda, cámara seca en mal estado y un cerco perimétrico, la línea de conducción

no cuenta con el diámetro, la clase, el tipo de tubería recomendado, por estar al aire libre y por no tener una cámara rompe presión, ni válvulas, el reservorio por no contar con un sistema de cloración, ni los accesorios requeridos y cerco perimétrico adecuado, la línea de aducción no se encuentra enterrada y no cuenta con el diámetro, clase y tipo de tubería recomendada, la red de distribución no conecta con todas las viviendas. La condición sanitaria que se tiene en el centro poblado de Cayhua se encuentra en un estado en general Regular - Bueno, por el cual se evaluó a través de fichas y estudios reglamentados, teniendo una cobertura Buena, que abastece a la mayoría de los habitantes del caserío, una cantidad de agua Buena, una continuidad de servicio Regular - Buena, ya que el agua no se seca y abastece a si sea por horas, pero la calidad del agua se encuentra en un estado Muy bajo, ya que no tiene un sistema de cloración.

según lo que describe lucas (4), en su tesis “evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable, para su incidencia en la condición sanitaria de la población en el centro poblado de Marcapuyán, distrito de Churubamba, provincia de Huánuco, región Huánuco – 2021” tuvo como Objetivo general “realizar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para su incidencia en la condición sanitaria de la población en el centro poblado de Marcapuyán, distrito de Churubamba, provincia de Huánuco, región Huánuco. La Metodología empleada fue de tipo correlacional y transversal, correlacional porque tiene como propósito determinar la incidencia de la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable, transversal porque se analizó datos obtenidos en un periodo de tiempo, el nivel de carácter cualitativo y cuantitativo; cualitativo porque se recolectó información del estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable; cuantitativo por que los datos obtenidos se cuantificaron para poder procesarlos y el diseño de tipo descriptivo no experimental. Se obtuvo como resultado que la captación se encuentra en un estado de Malo, su ubicación no es la idónea para captar y abastecer el agua a toda

la población por el cual no funciona este sistema, no cuenta con cerco perimétrico de protección. En captación se determinó un estado Malo, ya que no cuenta con un cerco perimétrico, la caja de válvulas cuenta con su tapa sanitaria deteriorada por tal motivo las tuberías se encuentran expuestas a la intemperie y posibles inundaciones por lluvias debido a la ausencia de filtro. Se llegó a la conclusión que el sistema de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado Marcapuyan, cuenta con deficiencias; entre tales la captación se tiene deficiencias, la mala ubicación para captar agua y para abastecer a la población, la clase de tubería 7.5 no es la idónea para la zona rural; el reservorio se encuentra en un estado regular, ya que por falta de uso y el estancamiento de agua debido a lluvias existe presencia de hongos por falta de mantenimiento, las tapas sanitarias se encuentran en mal estado; la línea de aducción no cuenta con CRP7, tampoco cuenta con accesorios de corte como válvulas de purga, válvula de aire; como estructura de abastecimiento son las piletas públicas, toda se encuentran en mal estado sin grifos ni llaves de corte, debido a ello no funciona el sistema de abastecimiento de agua potable actual en el centro poblado de Marcapuyán. La condición sanitaria que presenta está en un estado Malo, el cual fue evaluada mediante la ayuda de fichas técnicas para evaluar la cobertura del servicio, cantidad del agua, continuidad del servicio y calidad del agua”.

2.1.3. Antecedentes locales

- ✚ Así como postula Silio (5), en su tesis titulado “evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del caserío de San Antonio, distrito de Taricá, provincia de Huaraz, región Áncash - 2020”, se formuló como Objetivo general, realizar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del caserío de San Antonio, distrito de Taricá, provincia de Huaraz, región Áncash – 2020. “La metodología empleada fue de tipo correlacional y transversal, correlacional por que determinó la incidencia en la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua

potable, y trasversal porque estudio los datos recopilados en un periodo de tiempo determinado; de nivel cualitativo y cuantitativo porque se usó magnitudes numéricas; el diseño fue descriptiva no experimental se enfocó en búsqueda de antecedentes y bases teóricas para el análisis de la elaboración del mejoramiento propuesto en el sistema de abastecimiento de agua potable. Como conclusiones se obtuvo en la evaluación realizada en el sistema de abastecimiento existente en el caserío de San Antonio se pudo determinar que la captación tiene una antigüedad de 18 años, esta captación presenta daños patológicos como fisura, grieta y otros; estando en un estado regular. En cuanto a la línea de conducción, adecuación y la red de distribución, hay presencia de vegetación, maleza, en algunos tramos hay presencia de fisuras en la tubería debido que está expuesto a la intemperie. El reservorio se encuentra en un estado regular por lo que viene cumpliendo la condición de servicio para la cual fue diseñada, tiene una capacidad de 5m³ lo cual si se proyecta a un tiempo de 20 años este volumen ya no es suficiente para cubrir las necesidades de la población del caserío de San Antonio. Se propone mejorar el diseño de una cámara de captación de tipo ladera con dimensionamiento interno de 0.90m x 0.90m con una altura de 0.90m, presenta dos orificios de 1 ½”, con una canastilla de 2” y una tubería PVC de salida de 1”; se proyectó una línea de conducción con una longitud de 540m de tubería PVC clase 10 de un diámetro de 1”, con presión estática de 57.97mca. Así mismo se diseñó un reservorio de almacenamiento de agua potable con una capacidad de 10m³ que beneficiará a 183 habitantes del caserío de San Antonio con un tiempo estimado de 20 años. En la línea de aducción y red de distribución se proyectó tubos PVC clase 10 de diámetro 1” y ¾” en el tramo se consideró una cámara rompe presión tipo 7 para reducir las presiones del agua que ejerce en la tubería. La condición sanitaria en el caserío de San Antonio es regular debido a que el sistema de abastecimiento de agua potable existente presenta deficiencias en sus componentes generando que el servicio no sea bueno”. Con la propuesta de mejora en el sistema

estos problemas se reducirán ya que brindara continuidad, calidad, cobertura y cantidad de agua para cubrir sus necesidades de los habitantes del caserío.

- ‡ Según lo que plantea Pachas (6), en su tesis titulado “evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del centro poblado María Cristina, distrito de Huarmey, provincia de Huarmey, región Áncash – 2019”, tuvo como Objetivo general, desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del centro poblado María Cristina, distrito de Huarmey, provincia de Huarmey, región Áncash - 2019. “La metodología de investigación presento las siguientes características; el tipo fue descriptivo – correlacional, porque no se alterará lo más mínimo el lugar estudiado; el nivel de la investigación se desarrolló de carácter cualitativo y cuantitativo; el diseño de la investigación fue descriptiva no experimental, porque se observaron fenómenos tal y como se dieron sin alterarla. Se llegaron a las siguientes conclusiones la evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado María Cristina, presenta problemas en sus componentes hidráulicos; con respecto a la cámara de captación se encuentra sin ninguna protección del afloramiento, y que está expuesta ante agentes contaminantes, por consecuencias atrae a diversas enfermedades hídricas que afecta a la población; la tubería de la línea de conducción se encuentra enterrada de forma parcial; la estructura del reservorio de almacenamiento se encuentra deteriorada debido que cumplió su vida útil, la red de distribución y línea de aducción se encuentra parcialmente a la intemperie propenso a daños físicos, por lo tanto basado en las fichas según Dirección Regional de Vivienda Construcción y Saneamiento, SIRAS Y CARE se obtuvo un puntaje de 2.30 puntos, que se califica en un nivel malo. La propuesta de mejoramiento permitió elaborar una nueva cámara de captación que correspondió al tipo ladera y difuso según las condiciones de afloramiento observadas en el manantial; el caudal de

la fuente en época de estiaje fue de 1.82 l/s y los diseños que se obtuvieron fueron el diámetro de la tubería de entrada de 2 pulg, ancho de pantalla de 1.10 m, 3 orificios en la pantalla de la cámara húmeda; el diseño del reservorio de almacenamiento correspondió al tipo apoyado por características topográficas del terreno, con un volumen de almacenamiento de 20 m³, caudal máximo diario de 0.82 l/s, volumen de regulación de 13.58 m³, volumen de reserva de 4.96 m³; la línea de aducción es por gravedad, con un caudal de diseño máximo horario de 1.26 l/s; se obtuvo la velocidad de 0.62 m/s en el tramo, con una presión de 25.20 m.c.a. Se seleccionó una clase de tubería de 7.5 PVC y diámetro comercial de 2 pulgadas; el diseño de la red de distribución correspondió al tipo de red abierta, con un caudal de diseño máximo horario de 1.26 l/s, se obtuvo una velocidad de 0.62 m/s. La incidencia en la condición sanitaria que se obtuvo respecto a la cobertura y cantidad de agua fue de 4 puntos, calificándolo en un nivel bueno”; la continuidad de servicio se llegó a obtener 2.5 puntos, calificando en un nivel malo y la calidad de agua se llegó a obtener 3.2 puntos, calificándolo en un regular; en promedio se obtuvo la incidencia en la condición sanitaria de 3.43 puntos, que se califica en un nivel regular.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Recursos hídricos en el Perú y en el mundo

De acuerdo a Ercilio et al. (7), La escasez del agua en el mundo se ha convertido en una de las mayores amenazas de la humanidad y la causa de múltiples tensiones y conflictos. Las disputas regionales por las fuentes de agua se incrementan. Al ser esenciales para la supervivencia y el desarrollo, a veces, las reservas de agua dulce han sido el origen de controversias y conflictos, aunque también son motivo de cooperación entre quienes comparten los recursos hídricos.

Tabla 1. *Volumen de agua disponible en el mundo*

Agua	Volumen (1.000 km3)	% del total de agua	% del total de agua dulce
Agua salada			
Océanos	1.338.000	96.54%	
Aguas subterranas salinas / salobres	12.870	0.93%	
Lagos de agua salada	85	0.01%	
Aguas Continentales			
Glaciares cubierta de nieve permanente	24.064	1.74%	68.70%
Agua dulce subterránea	10.530	0.76%	30.06%
Hielo del suelo, gelisuelo	300	0.02%	0.86%
Lagos de agua dulce	91	0.01%	0.26%
Humedad del suelo	17	0.001%	0.05%
Vapor de agua atmosférica	13	0.001%	0.04%
Pantanos, humedales*	12	0.001%	0.03%
Ríos	2	0.0002%	0.01%
Incorporados en la biota*	1	0.0001%	0.003%
Total de agua	1.385.984	100.00%	
Total de agua dulce	35.029		100%

Fuente: Shiklomanov 1998

2.2.2. Zonas rurales

Como menciona la Comisión Nacional del Agua (8), “se considera que la población rural es aquella que integra localidades con menos de 2 500 habitantes, en tanto que la urbana se refiere a poblaciones con 2 500 habitantes o más”.

2.2.3. Ciclo hidrológico

De acuerdo a Ordoñez (9), “es la sucesión de etapas que atraviesa el agua al pasar de la tierra a la atmósfera y volver a la tierra: evaporación desde el suelo, mar o aguas continentales, condensación de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o masas de agua y re-evaporación”.

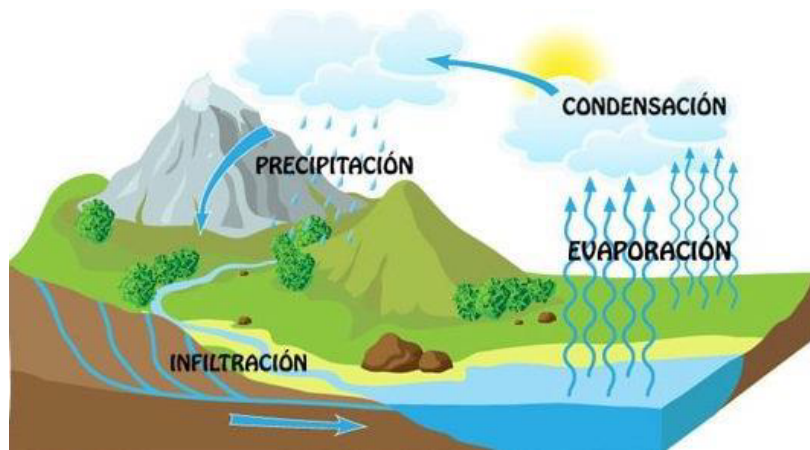


Figura N° 01. Ciclo Hidrológico del agua
Fuente: Estela M. 2021

2.2.4. Método volumétrico

De acuerdo con Comisión Nacional del Agua (10), “El método consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido. Posteriormente se divide el volumen (litros) entre el tiempo promedio (segundos), obteniéndose el caudal en lt/seg.”.

Formula:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

Q: Caudal (litr./seg.)

V: Volumen (litr.)

T: Tiempo (seg.)



Figura N° 02. Método ivolumétrico directo
Fuente: Solange D, Vargas X. 2005

2.2.5. Agua

Segun Valdivielso (12), “El agua es una sustancia que se compone por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno (H₂O) y se puede encontrar en estado sólido (hielo), gaseoso (vapor) y líquido (agua). Las propiedades físicas y químicas del agua son muy importantes para la supervivencia de los ecosistemas”.



Figura N° 03. Agua (mujer rural en Bangladesh)
Fuente: ONU/Regina Merkova.

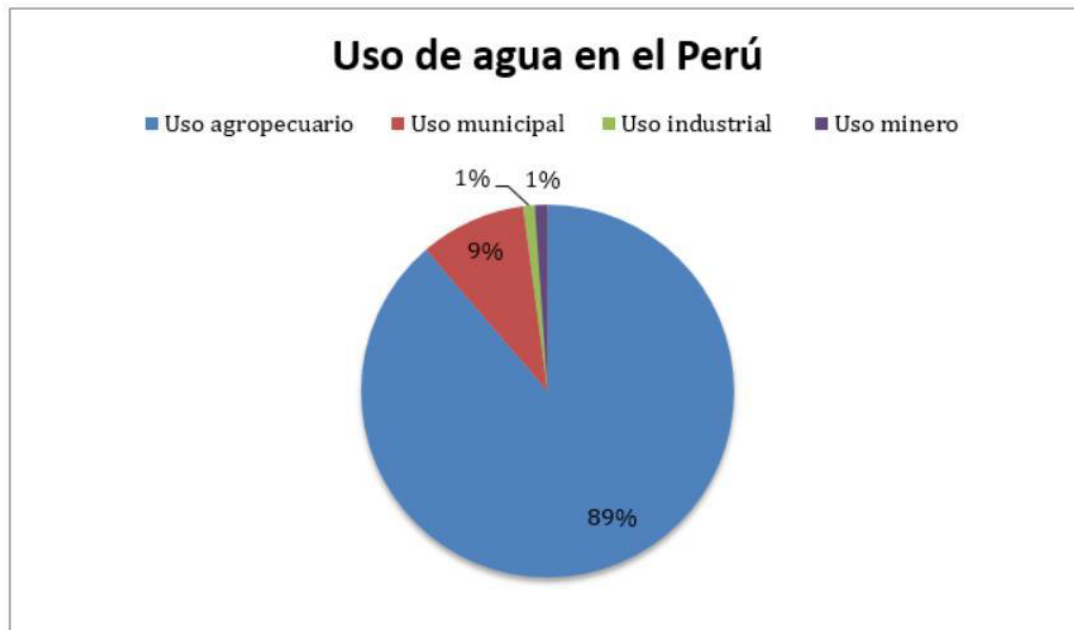


Figura N° 04. Uso del agua en el Perú
 Fuente: Organización de las Naciones Unidas – 2015

2.2.6. Agua potable

Martínez (13) señala, “El agua potable se considera de buena calidad para ser ingerido sin que exista peligro para la salud del ser humano, permitirá potabilizar a todas las casas del sector rural de conformidad a las normas y requisitos para los proyectos de agua potable destinado a localidades rural”.

2.2.7. Agua potable y reducción de la pobreza

De acuerdo con Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (14), “define al agua potable cuando se puede beber sin riesgo de perjuicio inmediato o a largo plazo es fundamental para el bienestar del hombre. Sin alimentos podemos sobrevivir semanas, pero sin agua, podemos morir de deshidratación en tan sólo un par de días. El acceso limitado al agua no sólo

es una cuestión de morir de sed - también intervienen profundas repercusiones socioeconómicas”.

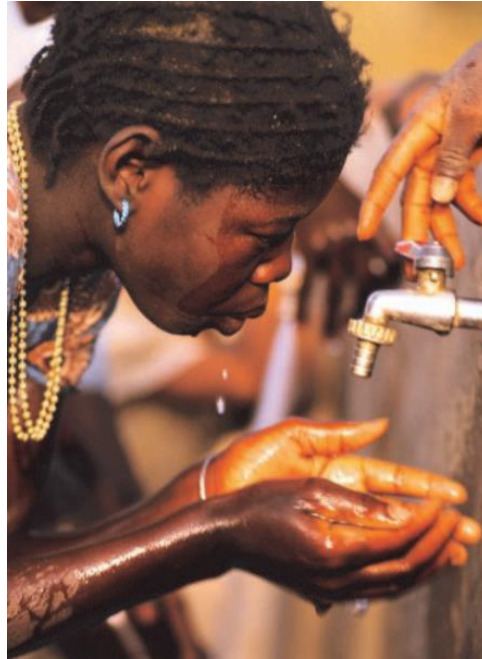


Figura N° 05. Agua potable y reducción de pobreza
Fuente: Merkova.nh Flickr.com/Martha de Jong Lantink

2.2.8. Tratamiento del agua

Como expresa Acciona (15), “el agua potable es un bien vital escaso. Se estima que tan solo el 0,4 % del agua del planeta es apta para el consumo humano. Por eso, es fundamental invertir en la potabilización del agua, para asegurar que todo el mundo tenga acceso a este recurso vital. La potabilización del agua es el proceso por el cual se trata el agua para que pueda ser consumida por el ser humano sin que presente un riesgo para su salud. Se refiere tanto para beber como para preparar alimentos”.



Figura N° 06. Tratamiento de agua
Fuente: Equipo de comunicación eadic – 2016.

2.2.9. Evaluación

Para Fernández (16), “La evaluación ofrece posibilidades para fortalecer y consolidar los logros de los objetivos o propósitos en cualquier campo de estudio. La evaluación permite evidenciar cuáles son las necesidades prioritarias que se deben de atender”.

2.2.10. Población de diseño

Según Celi et al. (17) “en la población proyectada del final del periodo de diseño y debe estimarse integrando variables demográficas, socioeconómicas, urbanas y regionales, además de las normativas y regulaciones municipales previstas para su ocupación y crecimiento ordenados”.

2.2.11. Sistema de abastecimiento de agua potable

De acuerdo el Gobierno Regional de Cusco (19), “Es aquel sistema que conduce agua para consumo humano por efectos de la gravedad o peso propio del agua, desde una captación natural ubicado en la parte alta de la localidad hacia las viviendas, a través de los diferentes componentes del sistema de agua potable. Este sistema consta de los siguientes componentes principales”:

- ✓ Captación
- ✓ Línea de conducción
- ✓ Cámara de reunión
- ✓ Reservorio y sistema de cloración
- ✓ Línea de aducción
- ✓ Redes de distribución de agua potable y conexiones domiciliarias de agua potable.

2.2.11.1. Tipos de sistemas de agua potable

a) Sistema de agua potable por gravedad

Cárdenas (20) menciona, “cuando se establezca un punto más alto que otro, se tendrá una diferencia de presión por ello, en este caso contamos con una captación con una cota superior a la del reservorio, donde influirá la velocidad, el tipo de terreno y su carga disponible que pueda tener la línea de conducción o aducción”.

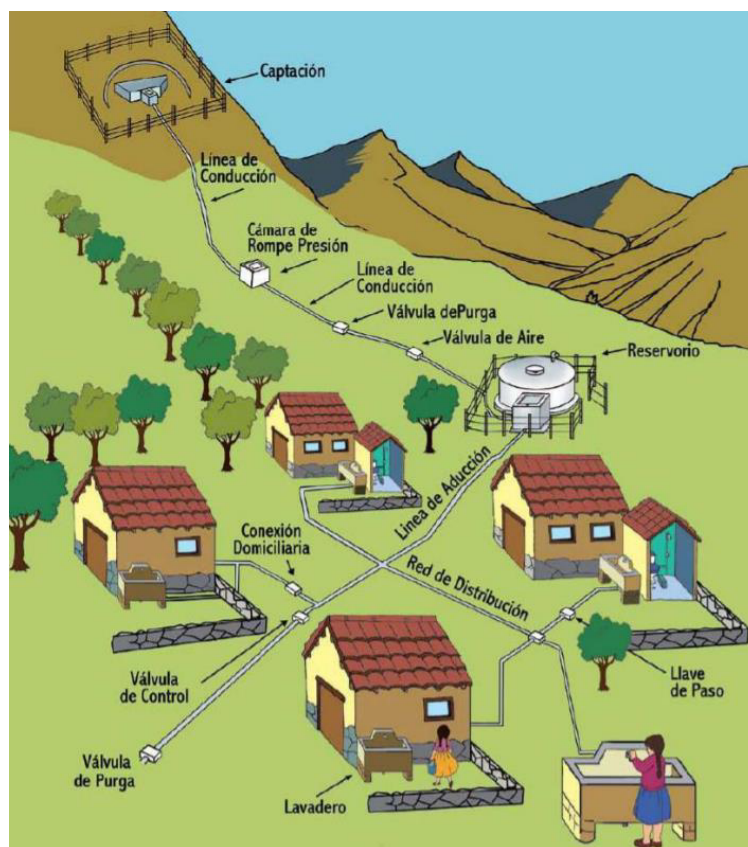


Figura N° 07. “Sistema de agua potable por gravedad”

Fuente: Gobierno Regional de Cajamarca: Consorcio Saneamiento Colquepata – 2018.

b) Sistema de agua potable por bombeo

“Se emplea este sistema siempre y cuando las altitudes no sean gran diferencia, muchas veces la cota de donde captamos el agua se encuentra por debajo de las cotas de las viviendas o también una de las viviendas necesita de una energía adicional es por ello que se opta por una bomba”. (20)

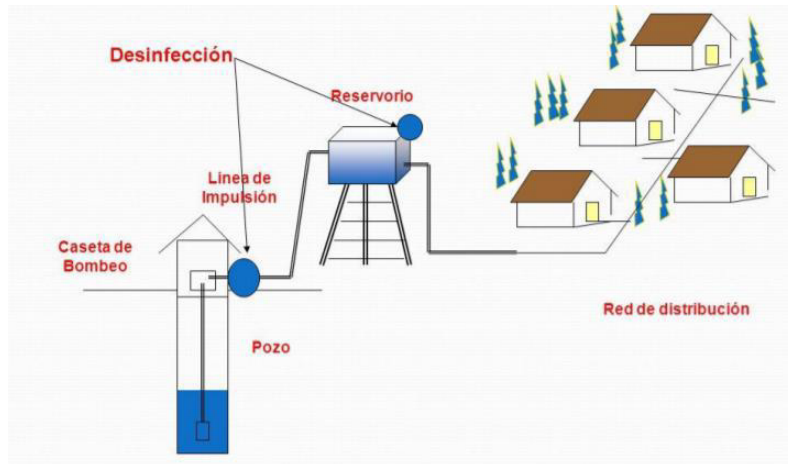


Figura N° 08. Sistema de agua potable por bombeo
Fuente: Municipalidad Provincial el Collao – Ilave.

2.2.11.2. Captación

Para la Organización Panamericana de Salud (21), “La captación dependerá del estudio topográfico de la zona, de la textura del suelo y de la clase del manantial; buscando no alterar la calidad y la temperatura del agua ni modificar la corriente y el caudal natural del manantial, ya que cualquier obstrucción puede tener consecuencias fatales; el agua crea otro cauce y el manantial desaparece”.

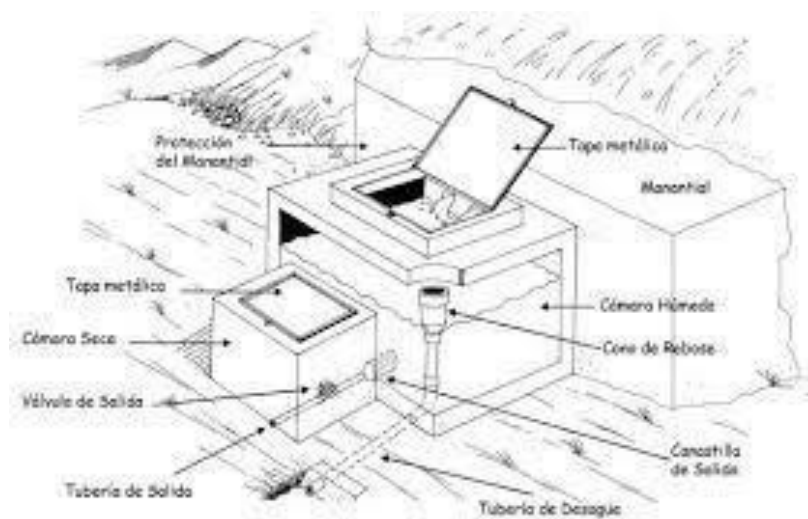


Figura N° 09. Partes de una captación
Fuente: Manual de operación y mantenimiento – Huisapata.

Tipos de captación:

a) Captación de Ladera

Según Rodríguez (22) “es un manantial de ladera y concentrado, la captación constará de tres partes: En la primera, corresponde a la protección del afloramiento; la segunda, a una cámara húmeda para regular el gasto a utilizarse; y la tercera, a una cámara seca que sirve para proteger la válvula de control. Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo diario y de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto”.



Figura N° 010. Captación de ladera
Fuente: Elaboración propia – 2022

b) Captación de Fondo

Según Huamán (23) “la fuente de agua de un manantial de fondo, la estructura de captación podrá reducirse a una cámara sin fondo que rodee el punto donde

el agua brota: la cámara húmeda que sirve para almacenar el agua y regular el gasto a utilizarse; la cámara seca que sirve para proteger las válvulas de control de salida y desagüe. La cámara húmeda estará provista de una canastilla de salida y tuberías de rebose y limpia”.

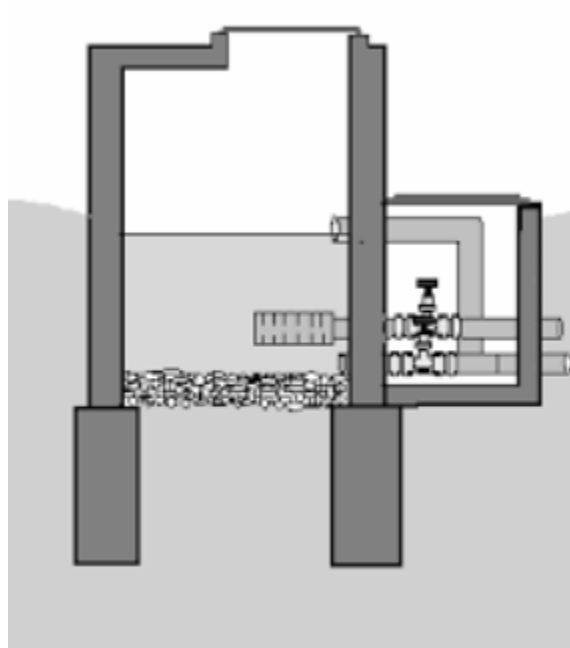


Figura N° 011. Captación de fondo
Fuente: Sial.segat.

2.2.11.3. Línea de conducción

Según Jiménez (24) “La línea de conducción consiste en todas las estructuras civiles y electromecánicas cuya finalidad es la de llevar el agua desde la captación hasta un punto que puede ser un tanque de regularización, una planta de tratamiento de potabilización o el sitio de consumo. Es necesario mencionar que debido al alejamiento cada vez mayor entre la captación y la zona de consumo, las dificultades que se presentan en estas obras, cada día son mayores”.



Figura N° 012. Línea de conducción
Fuente: Sanitary Engineer – 2020.

2.2.11.4. Cámara de reunión

Las cámaras de reunión son estructuras que sirven para recolectar caudales de dos captaciones distintas”.



Figura N° 013. Ubicación de la cámara de reunión
Fuente: Municipalidad distrital de Comas.

2.2.11.5. Reservorio

Según Díaz et al. (25), “El reservorio sirve para la regulación de agua y se ubicará en una cota topográfica que garantice la presión mínima en el punto más desfavorable del sistema de distribución correspondiente; el reservorio deberá contar con tuberías de ingreso, salida, limpieza, ventilación y rebose”.

a) Tipos de Reservorios

- Reservorio apoyado:

“Se encuentran sobre la superficie del terreno y son utilizados como una alternativa a los reservorios enterrados cuando el costo de la excavación del terreno es elevado o cuando se desea mantener la altura de presión por la topografía del terreno, tienen forma rectangular y circular”. (25)



Figura N° 014. Reservorio apoyado de forma circular
Fuente: HGD contratistas.

- **Reservorio elevado:**

Son estructuras que se encuentran por encima del nivel del terreno natural y son soportados por columnas y pilotes o por paredes. Tienen formas cuadradas, rectangulares, esféricas, cilíndricas y de paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc. (25)



Figura N° 015. Reservorio elevado
Fuente: Castañeda JM – 2018

- **Reservorio enterrado**

Se encuentran construidas por debajo del nivel de terreno, estos pueden ser de forma cuadradas, rectangulares o circulares, esto depende de la topografía del terreno y tipo del suelo.



Figura N° 016. Reservorio enterrado
Fuente: Ríos J.

b) Volumen de reservorio

Según Norma OS.030 (26), En base a esta información se considera los siguientes volúmenes para un reservorio de almacenamiento de agua potable.

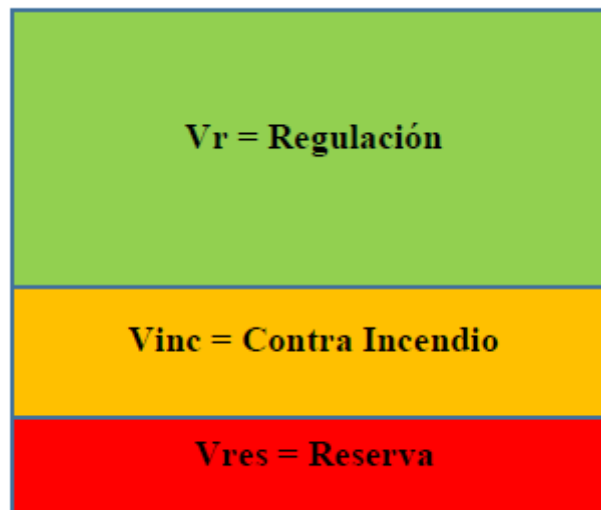


Figura N° 017. Volumen de reservorio
Fuente: Elaboración propia – 2021

$$V_R = V_r + V_{inc} + V_{res}$$

2.2.11.6. Línea de aducción

Según Siapa (27), “la línea de aducción conformado por tuberías que se utilizan para direccionar por los conductos los fluidos hídricos, tales como el agua desde el tanque de regularización (reservorio) a la red de distribución. También establece que diariamente son más usuales por la distancia no tan cercana de los tanques y la necesidad de tener lugares de distribución con presiones determinadas.

2.2.11.7. Red de distribución

Este sistema da servicio al domiciliario con cantidad de agua o caudal adecuada y con la calidad óptima para todos y cada uno de los tipos de lugares de factor socio-económico, cabe recalcar que el sistema incluye tuberías, válvulas, medidores y tomas domiciliarios”. (24)

a) Tipos de redes

Red ramificada

Valverde (28) expresa, “este tipo de red se utiliza cuando la planimetría y la topografía son irregulares dificultando la formación de circuitos o cuando el poblado es pequeño o muy disperso; este tipo de red tiene desventajas debido a que en los extremos muertos pueden formarse crecimientos bacterianos y sedimentación; además, en caso de reparaciones se interrumpe el servicio más allá del punto de reparación; y en caso de ampliaciones, la presión en los extremos es baja”.

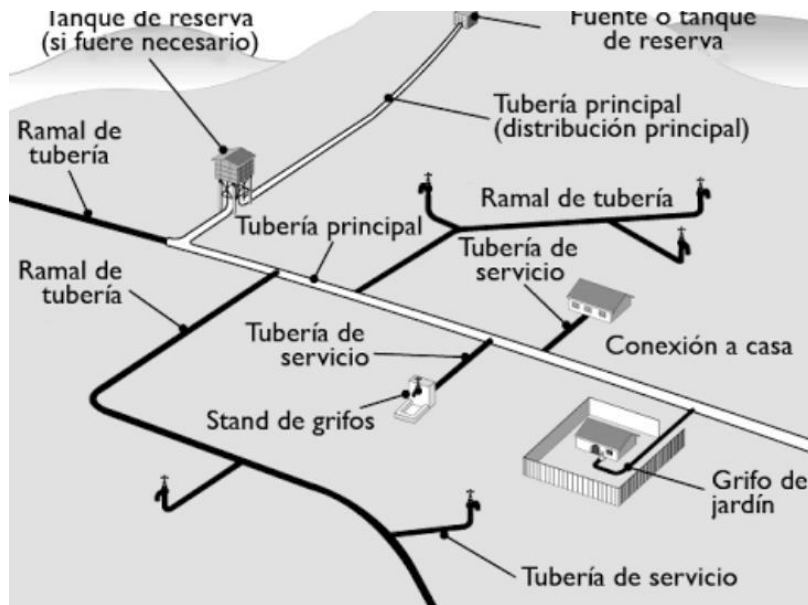


Figura N° 018. Red de distribución ramificada

Fuente: Guías Técnicas sobre Saneamiento, Agua y Salud (OMS/OPS) – 2000.

Sistema cerrado

“Las tuberías afectan la forma de una malla o parrilla, en la cual circula el agua por circuitos en forma de anillos; y en el segundo, la red está formada por una serie de derivaciones que se inician una de otras como las ramas de un árbol”.

(29)

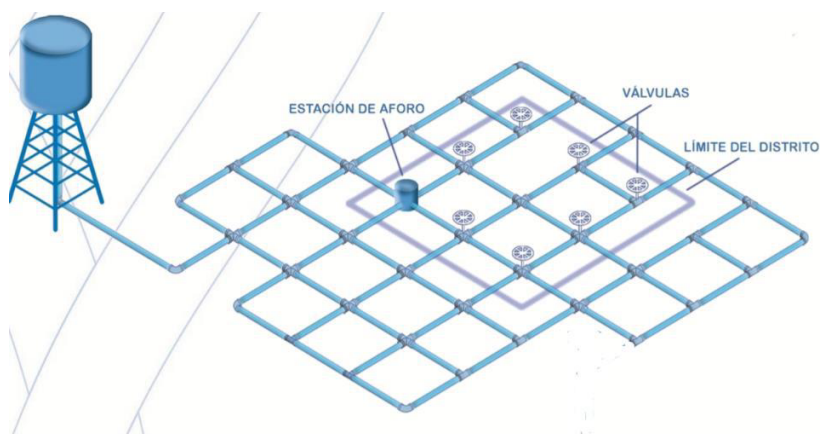


Figura N° 019. Red de distribución cerrada

Fuente: Ochoa L. – 2014.

2.2.12. Condición Sanitaria

Según Rubina (30), “Conjunto de características relacionadas a la infraestructura de los sistemas de abastecimiento de agua; donde la vivienda se convierte en el espacio vital para el desarrollo de la familia y brinda protección frente a la transmisión de diversas patologías como las infecciones intestinales, parasitarias y diarreas”.

a) Cobertura de servicio de agua potable

Todos los peruanos tengan acceso a agua potable tanto rural como zonas urbanas.

b) Cantidad de servicio de agua potable

Debe ser suficiente para que cumpla con las necesidades de los habitantes.

c) Continuidad de servicio de agua potable

El servicio debe ser constante o continua para no dejar desabastecida a la población.

d) Calidad de suministro de agua potable

Se debe hacer un estudio de agua para determinar la calidad del líquido y así los habitantes consuman sin que exista peligro para su salud.

2.3. Hipótesis

En ningún caso corresponde por ser descriptiva.

III. Metodología

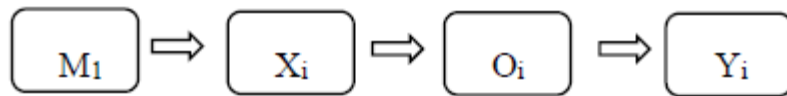
3.1. Nivel, Tipo y Diseño de Investigación

“El nivel de investigación fue de carácter cualitativo y cuantitativo porque inicia con un proceso, que comienza con el análisis de los hechos, lo empírico y en el proceso desarrolla una teoría que la afiance, su enfoque se basa en métodos de recolección y no manipula variables”.

La investigación fue de tipo descriptivo correlacional ya que nos ayuda a detallar como es y cómo se manifiesta nuestro sistema de abastecimiento el cual será estudiado, gracias a ello se identificaron las principales fallas.

Esta investigación que se desplego fue no experimental, solo correlacional, lo cual se detalla todos los fenómenos tal y como están en su contexto inherente, para después observar cómo afecta una variable de la otra ya que sugiere un cambio medianamente severo.

Se presenta el siguiente esquema de diseño:



Fuente: Elaboración propia (2023).

Donde:

Mi: Sistema de abastecimiento de agua potable

Xi: Evaluación y Mejoramiento del sistema de agua potable

Oi: Resultados

Yi: Incidencia en la condición sanitaria

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población es todo el sistema de abastecimiento de agua potable pertenecientes al barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.

3.2.2. Muestra

La muestra es considerada todo el sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash. Ya que cualquier falencia en cualquier parte del sistema afecta, por completo a todos los beneficiarios.

3.3. Variables: Definición y operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.	Se denomina sistema de abastecimiento de agua porque conduce al fluido para el consumo humano por efectos de gravedad, iniciando en la captación hasta el reservorio, que desde allí será transportado hasta las viviendas.	Se realizó la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable que abarca desde la captación hasta la red de distribución, a través de fichas técnicas por reglamentos vigentes en el Perú.	Captación	Tipo de captación Caudal Tipo de material	Nominal Intervalo Nominal
			Línea de Conducción	Tipo de tubería Diámetro velocidad Presión Velocidad	Nominal Nominal Intervalo Intervalo Nominal
			Reservorio	Tipo de reservorio volumen Tipo de material Forma del reservorio ubicación de reservorio	Nominal Nominal Nominal Nominal Nominal Nominal
				Tipo de Tubería	Nominal

			Línea de Aducción	Diámetro velocidad presión clase de tubería	Intervalo Intervalo Nominal
			Red de Distribución	Tipo de red Diámetro velocidad presión tipo de tubería clase de tubería	Nominal Nominal Intervalo Intervalo Nominal Nominal
Condición Sanitaria	Es un vocablo que se refiere a la acción y resultado de mejorar o en todo caso mejorarse. Un mejoramiento es la conclusión de un proceso, cuyo objetivo es buscar una solución idónea a cierta problemática, y al ser solucionado cumplirá con las necesidades de los pobladores.	Se realizará encuestas y fichas técnicas utilizando información del Sira	Condición Sanitaria	Cobertura Cantidad Continuidad Calidad	Razón Nominal Nominal Nominal

Fuente: Elaboración propia (2023).

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

“Se aplicó encuestas como técnica de recolección de datos para tomar información de campo Instrumento de recolección de datos.

El Instrumento para la recolección de datos se empleó Fichas Técnicas y cuestionarios para determinar la condición sanitaria de la población del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023”.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

3.4.2.1. Encuestas:

Se realizaron preguntas a los pobladores del barrio Antaoco, esto “permitió obtener datos descriptivos acerca del sistema de abastecimiento de agua potable, como también evaluar la condición sanitaria del sistema del lugar mencionado”.

4.4.2.2. Fichas técnicas:

Contienen información detallada acerca de las infraestructuras del sistema de agua potable, se evaluaron las condiciones sanitarias del lugar, tales como, la cobertura del servicio del agua, la calidad, cantidad y continuidad del agua.

3.5. Método de Análisis de datos

“El plan de análisis de los datos se llevó a cabo con una exploración visual de la investigación de tipo cualitativo descriptivo usando técnicas estadísticas descriptivas se evalúa la variable en estudio. Por lo cual la evaluación y el mejoramiento de los datos de las variables propuestas se realizará in situ, tomando en cuenta todos los indicadores”.

Se procedió de la siguiente manera:

- a. Se procedió con el reconocimiento de todos los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash, desde la captación del hasta las conexiones domiciliarias.

- b. “Se describió todas las estructuras hidráulicas del abastecimiento de agua potable como la captación, línea de conducción, cámara rompe presión, reservorio, línea de aducción, redes de distribución, etc. que se evaluará de acuerdo a lo establecido en II.3 Obras de Saneamiento (OS.010 al OS.050) del Reglamento Nacional de Edificaciones – 2015 (RNE)”.
- c. Con los datos recolectados se efectuó el procesamiento de datos obtenidos de las encuestas mediante el software de cálculos MS Excel, elaborando un cuadro descriptivo para su análisis correspondiente.
- d. Una vez determinado los cuadros descriptivos presentaremos mediante gráfico de barras con su respectiva interpretación sobre la evaluación del sistema de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria.
- e. Finalmente, luego de todos los análisis e interpretaciones realizados se determinó el estado situacional como deterioro, fisuras, daños, falta de componentes básicos, mala instalación, cobertura, cantidad, continuidad, calidad y a razón de ello proponer mejoras para la condición sanitaria de la población del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.

3.6. Principios éticos

a) Responsabilidad Social

“En el ámbito de la investigación es en las cuales se trabajó con personas, se debe respetar la dignidad humana, la identidad, la diversidad, la confidencialidad y la privacidad”.

En la presente investigación, fueron beneficiados directamente la comunidad del lugar donde se ejecutarán los posibles proyectos.

b) Responsabilidad Ambiental

“En el desarrollo de esta investigación se tomó en cuenta evitar los impactos hacia el medio ambiente”.

c) Responsabilidad de la información

El investigador debió ser consciente de su responsabilidad científica y profesional ante la sociedad. En particular, es deber y responsabilidad personal del investigador considerar cuidadosamente las consecuencias que la realización

y la difusión de su investigación implican para los participantes en ella y para la sociedad en general.

Es toda la información del proyecto para que los resultados obtenidos sean de manera digna y sin alteraciones.

IV. Resultados

Resultados

1.- Dando respuesta a mi primer objetivo específico: Determinar el resultado de la evaluación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023.

Tabla 2. *Resumen de la situación del sistema de abastecimiento de agua potable*

Componente del SAP	Datos recolectados	Tiempo de servicio	Situación	Descripción
Captación	Captación de manantial de ladera con losa de fondo, muros y techo de concreto armado. Sección exterior de la cámara húmeda de 0.93 x 0.86 m, e=0.15 m, altura=0.85 m. Aletas de 2.30 ml por el lado derecho y 2.50 ml por el lado izquierdo con e=0.20 m. Tapa metálica de 0.60x0.60 m. posee caja de válvulas dimensión exterior de 0.70x0.70 m, e=0.10 m, altura =0.45 m con una tapa metálica de 0.50x0.50 m.	25 años	Malo	Se requiere demoler y construir una nueva estructura de captación. Cerco perimétrico y todos sus componentes, según diseño.
CRP-6 N° 1 (YP)	Con losa de fondo, muros y techo de concreto armado. Sección exterior de la cámara de rompe presión es de 0.92 x 0.92 m, A=0.85 m ² , e=0.10 m, Tapa metálica de 0.60 x 0.60 m.	25 años	Malo	Se requiere demoler y construir una nueva obra de arte y sus componentes, según diseño.
CRP-6 N° 2 (YP)	Con losa de fondo, muros y techo de concreto armado. Sección exterior de la cámara de rompe presión es de 0.92 x 0.92 m, A=0.85 m ² , e=0.10 m, Tapa metálica de 0.60 x 0.60 m. además, no cuenta con accesorios como: val. De canastilla, tampoco cuenta con tubo de ventilación.	25 años	Malo	Se requiere demoler y construir una nueva obra de arte y sus componentes, según diseño.

Reservorio rectangular (10m3)	Reservorio con losa de fondo, muros y techo son de concreto armado. Sección exterior del reservorio es de 2.87 x 3.08 m, A=8.84 m ² , e=0.10 m, cuenta con su caseta de cloración de 2.02x1.93 m. con una altura de 2.0 m., su Tapa Metálica de inspección de 0.60x0.60 m., válvula de control: sección exterior de 1.02 x 0.79 m. su tapa metálica de 0.60 x 0.60m, también cuenta con una caja de purga de 0.90x0.90 m. y su tapa de 0.60x0.60m	25 años	Malo	Se debe de considerar otro reservorio por ya cumplir con su tiempo de diseño de 20 años
Válvula de control	Válvula de Control N° 01. Esta estructura cuenta con losa de fondo, muros y techo de concreto armado. Sección exterior de la caja de la Válvula de Control es de 0.60 x 0.60 m, A=0.36 m ² , e=0.10 m, tiene una Tapa Metálica de 0.30 x 0.30 m.	25 años	Malo	Se requiere demoler y construir una nueva obra de arte y sus componentes, según diseño.
CRP-7 N° 1	Con losa de fondo, muros y techo de concreto armado. Sección exterior de la cámara de rompe presión es de 1.62 x 1.13 m, A=1.83 m ² , e=0.10 m, Tapa metálica de 0.60 x 0.60 m. además, no cuenta con accesorios como: val. de canastilla, tampoco cuenta con válvula flotadora	25 años	Malo	Se requiere demoler y construir una nueva obra de arte y sus componentes, según diseño.
Válvula de purga	Con losa de fondo, muros y techo de concreto armado. Sección exterior de la cámara de Válvula de purga es de 0.60 x 0.60 m, A=0.36 m ² , e=0.10 m, Tapa metálica de 0.30 x 0.30 m.	25 años	Malo	Se requiere demoler y construir una nueva obra de arte y sus componentes, según diseño.
Válvula de control	Esta estructura cuenta como con losa de fondo, muros y techo de concreto armado. Sección exterior de la caja de la Válvula de Control es de 0.60 x 0.60 m, A=0.36 m ² , e=0.10 m, tiene una Tapa Metálica de 0.30 x 0.30 m.	25 años	Malo	Se requiere demoler y construir una nueva obra de arte y sus componentes, según diseño.

Línea de aducción	De 2.21 km con tubería de diametro de 1”	25 años	Malo	Se requiere el cambio de la línea de distribución, el diámetro y la longitud según diseño.
Red de distribución	De longitud aproximada de 6.26 KM con tubería de PVC diámetro variable que varía de 1”.	25 años	Malo	Se requiere el cambio de la línea de distribución, el diámetro y la longitud según diseño.
Conexiones domiciliarias	Se cuenta con 135 viviendas y 3 instituciones que cuentan con este sistema y 3 viviendas que no cuentan con este sistema	25 años	Malo	Se requiere el cambio de la línea de distribución, el diámetro y la longitud según diseño.

Interpretación: En el barrio Antaoco, según los datos obtenidos del diagnóstico actual del sistema de abastecimiento de agua potable, ya superó su vida útil, necesita mejoramiento y realizar nuevas captaciones ya que 178 usuarios cuentan con el servicio de agua y 8 usuarios no cuentan con servicio de agua potable y se abastecen de otras fuentes como piletas que se abastecen de manantiales existentes.

2.- Dando respuesta a mi segundo objetivo específico: Determinar la dotación de agua requerida en el sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023.

Determinación de la Dotación de agua para la población

En la tabla N°. 7 se muestra el consumo de agua doméstico, en el ámbito rural, dependiendo del sistema de disposición de excretas, se puede tener en consideración estos valores:

Tabla 3. *Análisis de la Demanda*

Region Geográfica	Consumo de agua doméstico, dependiendo del Sistema de disposición de excretas utilizado	
	Letrinas sin arrastre hidráulico	Letrinas con arrastre hidráulico
Costa	50 a 60 l/hab/d	90 l/hab/d
Sierra	40 a 50 l/hab/d	80 l/hab/d
Selva	60 a 70 l/hab/d	100 l/hab/d

Fuente: SNIP – Ministerio de Economía y Finanzas (2011)

Según la tabla recomendada por la Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), se optó por criterio que la dotación sea **80 l/hab/d**.

3.- Dando respuesta a mi tercer objetivo específico: Determinar las velocidades, pérdidas de carga y presiones en la línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023.

Tabla 4. *Calculo hidráulico y dimensionamiento de la línea de conducción*

“DESCRIPCIÓN”	“CANTIDAD”	“UNIDADES”
CAP – CRPT6-01		
longitude	120	m
Diámetro comercial	1.5	pul
Pendiente	49.2	%
Perdida de carga unitaria	0.761	m
Velocidad	2.631	m/seg
Presión final	58.239	m
CRPT6-01 CRPT6-02		
longitude	250	m
Diámetro comercial	3/4	pulg
Pendiente	16.4	%
Perdida de carga unitaria	40.86	m
velocidad	1.676	m/seg
Presión final	57.609	m
CRPT6-02 – RESERVORIO		
Longitud	250	m
Diámetro comercial	1.5	pulg
Pendiente	15.2	%
Perdida de carga unitaria	1.58	m
Velocidad	1.625	m/seg
Presión final	29.840	m

Fuente: elaboración propia

Se detalla los resultados de lo que viene a ser la línea de conducción, para poder hacer los cálculos, se contó con el perfil longitudinal del terreno, después de esto se pudieron

obtener los siguientes datos de diseño, carga disponible (diferencia de cotas entre captación y reservorio), gasto de diseño (Q_{md}), clase de tubería, diámetro, velocidad de diseño.

4.- Dando respuesta a mi cuarto objetivo específico: Proponer la mejora del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023.

Tabla 5. *Diseño de captación*

DISEÑO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN		
DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNIDAD
Nombre de la fuente	Queropuquio	
Altitud	3,418	msnm
Tipo de captación	Manantial de ladera concentrado	
Caudal de la fuente	0.9	l/s
Caudal promedio	0.65	l/s
Caudal máximo diario ($1.3 \cdot Q_p$)	0.845	l/s
Caudal máximo horario ($2 \cdot Q_p$)	1.3	l/s
Material de construcción	Concreto armado $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	
Tipo de tubería	PVC	
Diámetro de la tubería de entrada	2	Pulg
Clase de tubería	10	
Altura de la cámara húmeda	1	Mts
Número de ranuras de la canastilla	115	Unid
Diámetro de la canastilla	2	Pulg
Distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda	1.238	Mts
Diámetro de la tubería de rebose y limpieza	1.5 (2)	Pulg

Fuente: Elaboración propia

Cambio de línea de conducción

En la investigación se plantea la reposición de toda la tubería de la línea de conducción de diámetro 1" de 2,655 ml PVC-SP clase 10. Tomar en cuenta la velocidad máxima de 3.0 m/s y mínima de 0.6 m/s.

Tabla 6. *Parámetros de Línea de Conducción*

Descripción	Cantidad	Unidad	Fuente
Población Actual	162	Hab.	
Crecimiento anual	0.2	%	INEI
Periodo de diseño	20	años	RM 192-2018-VIVIENDA
Tipo de crecimiento	Aritmético	-	RM 192-2018-VIVIENDA
Población futura	810	Hab.	
Dotación	80	L/Hab./Día	RM 192-2018-VIVIENDA
Caudal promedio	0.75	l/s	
Caudal máximo diario	0.975	l/s	
Caudal máximo horaria	1.35	l/s	
Caudal de la fuente en épocas de lluvia	2.5	l/s	
Caudal de la fuente en épocas de estiaje	1.5	l/s	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. *Diseño de Línea de Conducción*

Descripción	descripción	Fórmula	Cantidad	Unidad
Tipo de línea de conducción	Por gravedad	-	-	-
Clase de tubería	C10	-	-	
<u>Longitud tubería</u>	=	=	<u>838</u>	<u>m</u>

<u>Cota 1</u>	<u>Captación</u>	=	<u>3579.9</u>	<u>m</u>
<u>Cota 2</u>	<u>CRP -1</u>	=	<u>3529.89</u>	<u>m</u>
<u>Cota 3</u>	<u>CRP-2</u>	=	<u>3479.89</u>	<u>m</u>
<u>Cota 4</u>	<u>CRP-3</u>	=	<u>3429.9</u>	<u>m</u>
<u>Cota 5</u>	<u>CRP-4</u>	=	<u>3379.9</u>	<u>m</u>
<u>Cota final</u>	<u>Reservorio</u>	=	<u>3334.78</u>	<u>m</u>
Desnivel 1	CaptaciónCRP -1	-	50.01	m
Desnivel 2	CRP -1 - CRP2	-	50	m
Desnivel 3	CRP-2 - CRP- 3	-	49.99	m
Desnivel 4	CRP-3 - CRP- 4	-	50	
Desnivel 5	CRP-4 - Reservorio	-	45.12	m
Diámetro de los tramos	-	$\left(\frac{Q}{0.2785 * C * hf^{0.54}} \right)^{\frac{1}{2.63}}$	1.5	pulg
Pérdida de carga tramo final	CRP-3 - Reservorio	$\left(\frac{Q}{0.2785 * C * D^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}}$	3.49	m
Presión en reservorio	-	CT CR-4 - CT Reservorio - Pc	41.63	mca

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. *Diseño de Línea de Aducción*

Descripción	Descripción	Fórmula	Cantidad	Unidad
Tipo de línea de aducción	Por gravedad	-	-	-
Caudal de diseño	Qmh	-	1.35	L/S
Tipo de tubería	PVC	-	-	-
Clase de tubería	C10	-	-	-
Tramo	-		249.63	m
Cota de inicio			2285.12	
Cota final			2278.5	m
Desnivel			6.62	m
Diámetros de los tramos		$\left(\frac{Q}{0.2785 * C * hf^{0.54}} \right)^{\frac{1}{2.63}}$	2	pulg
Pérdida de carga		$\left(\frac{Q}{0.2785 * C * D^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}}$	5.04	m

Tabla 9. *Reservorio*

Descripción	Descripción	Fórmula	Cantidad	Unidad
Tipo de reservorio	Apoyado	-	-	-
Altitud		-	3334.78	m
Forma	Circular	-	-	-
Volumen de reservorio real	-	-	22.76	m3
Volumen reservorio diseño	-	-	16.2	m3
Material de construcción	Concreto		-	-

Fuente: Elaboración propia

Tubería de la red de distribución

Reposición de toda la red de distribución de 6,818 ml, con el siguiente detalle

Tabla 10. *Detalle de reposición de red de distribución*

N°	Tramo	Diámetro	Longitud
01	Tubería PVC C-10	1 ½"	375 m
02	Tubería PVC C-10	1"	2,330 m
03	Tubería PVC C-10	¾"	2,743 m
04	Tubería PVC C-10	1/2"	1,370 m
Total			6,818.00 m

Fuente: Elaboración propia

Conexiones domiciliarias

Se platea 178 conexiones con los accesorios siguientes:

Tabla 11. *Conexión domiciliaria*

CONEXIÓN DOMICILIARIA		
DESCRIPCIÓN	RESULTADO	UNIDAD
Caja prefabricada	De concreto 0.30 x 0.40 m	UND
Tubería	PVC ½"	UND
Tapa termoplástica	290 x 360 mm	UND
Unión universal	PVC ½"	UND
Adaptador UPR	PVC ½"	UND
Niple F°G°	PVC ½"	UND
Válvula de paso	PVC ½"	UND
Codo 45°	PVC ½"	UND
Tee	PVC Variable	UND
Reducción	PVC Variable	UND

Fuente: Elaboración propia

5.- Dando respuesta a mi quinto objetivo específico: Obtener la condición sanitaria de la población del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023.

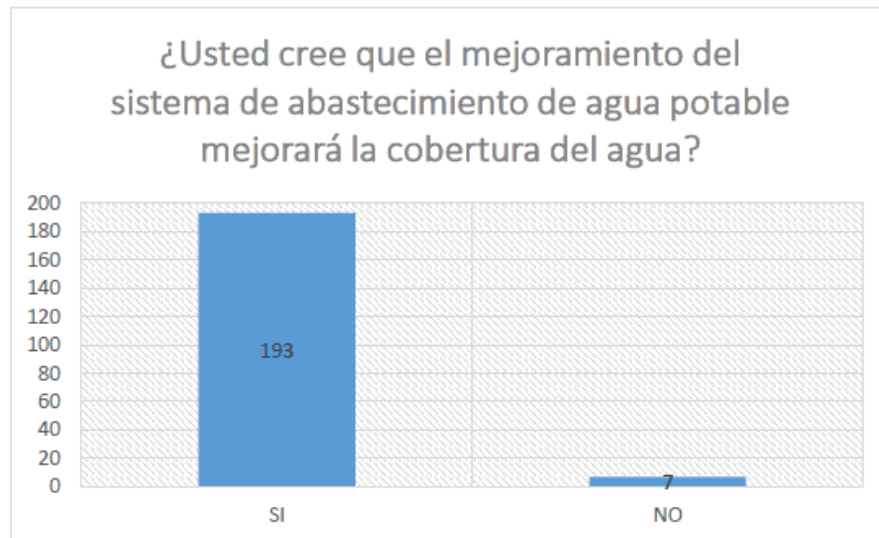


Figura N° 020. Evaluación de la cobertura de agua potable
Fuente: Elaboración propia – 2023

Interpretación: 193 personas respondieron que SI y 7 NO

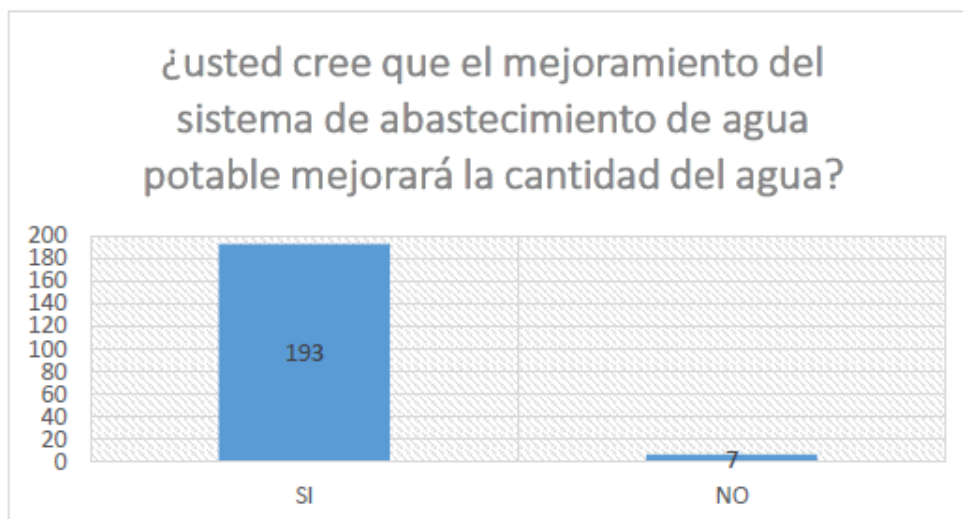


Figura N° 021. Evaluación de la cantidad de agua potable
Fuente: Elaboración propia – 2023

Interpretación: 193 personas respondieron que SI y 7 NO

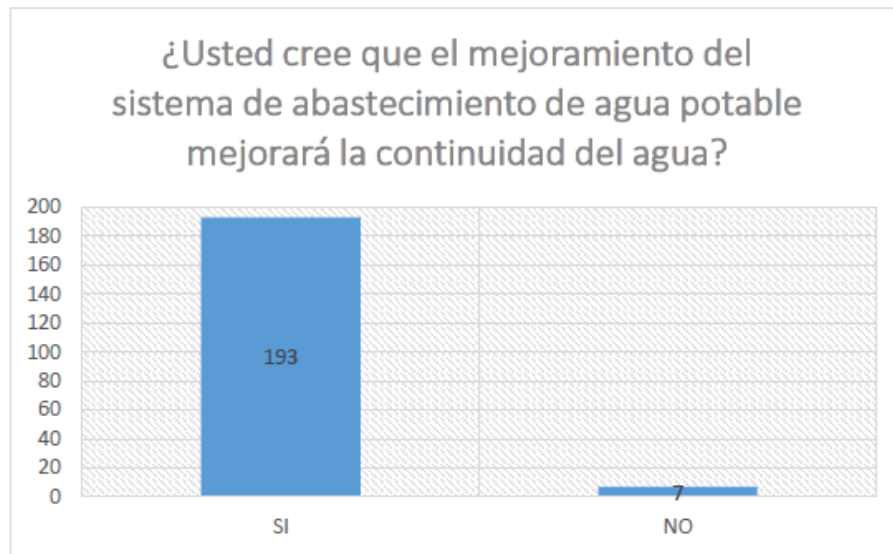


Figura N° 022. Evaluación de la continuidad de agua potable

Fuente: Elaboración propia – 2023

Interpretación: 193 personas respondieron que SI y 7 NO

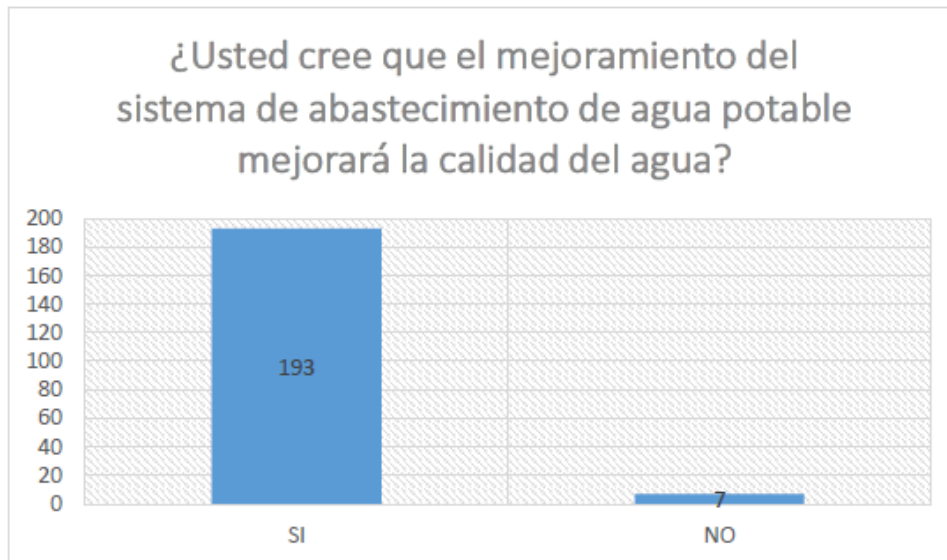


Figura N° 023. Evaluación de la calidad de agua potable

Fuente: Elaboración propia – 2023

Interpretación: 193 personas respondieron que SI y 7 NO

IV. Discusión

- De la evaluación realizada a los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable se encontró que los componentes como: Captación 1: Yulac Patza, CRP-6 N° 1 y 2 (YP), Reservoirio rectangular (10m³), Válvula de control 1 y 2, CRP-7 N° 1 (YP), Válvula de purga, Captación 2: Captación Segsi Pachan, Captación 4: Captación Potaka 2, CRP-6 N° 1, 2, 3, 4 y 5 (P), Reservoirio circular Cocha (20m³), Captación 5: Captación Queropuquio 1, Captación 6: Captación Queropuquio 2, Captación 7: Captación Minas Cuta, CRP-6 N° 1 (MC), Línea de aducción, Línea de conducción, Red de distribución y Conexiones domiciliarias; se encuentran en estado “Malo” y los componentes como: Captación 3: Captación Choque, Reservoirio circular Cocha (20m³), Reservoirio circular Urpegotu (60m³), Reservoirio rectangular Canchas (15m³), Pase aéreo N°1 y los CRP-7 N° 1, 2, 3, 4 y 5 (MC) se encuentran en estado “Regular”. Los de estado Malo podrían estar influenciados por el tiempo de vida útil (20 años) que ya sobrepasaron por tiempo de servicio (25 años). Está de acuerdo a la RM 192-2018VIVIENDA (1) y concordante a lo que se encontró en las investigaciones de Gálvez (5) y Cervantes (8).
- Por lo encontrado en la evaluación se plantea la mejora del abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, de acuerdo a los criterios técnicos de la RM 192-2018-VIVIENDA (1), CARE y SIRA, el mejoramiento de 3 captaciones de ladera, construcción de: 4 captaciones de ladera, 2 cámaras de reunión y 12 cámaras rompe presión tipo 6, cambio de 2 655 ml de la línea de conducción de Ø 1” PVC-SP C-10, construcción de 2 reservorios de 5m³, mejoramiento de 2 reservorios de 15 m³ y 60m³, construcción de: 8 cámaras rompe presión

tipo 7, 7 válvulas de purga (1 de tipo I y 6 de tipo II), 1 válvula de aire y 23 válvula de control y tendido 6 818,00 ml de la red de distribución Tubería PVC C-10 (375ml de Ø1 ½”, 2 330ml de Ø1”, 2 743ml de Ø3/4” , 1 370ml de Ø1/2”), como también plantean Janampa (6) y Miranda (9) en sus respectivas investigaciones.

- De acuerdo a las entrevistas realizadas a la población beneficiaria del barrio Antaoco, con respecto a la calidad, cantidad, continuidad y cobertura del servicio de abastecimiento de agua potable, indican en su gran mayoría, más del 70%, que una intervención para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable, incidirá en la mejora del servicio y por ende en la mejora de la condición sanitaria del barrio Antaoco.

V. Conclusiones

1. Después de la evaluación del sistema de agua potable, se determina que ha cumplido su vida útil (más de 20 años) y necesita mejoramiento, operación y mantenimiento ya que no viene realizado. Se encontró en la captación: fisuras leves en la losa de concreto, en el reservorio: fisuras leves en la losa de concreto del techo, oxidación de tapas metálicas, las líneas de aducción están operativas, la red de distribución se encuentra operativa, las conexiones domiciliarias se encuentran operativas con deficiencia porque no tienen cajas de registro.
2. La dotación es la cantidad de agua en promedio que consume cada habitante y que comprende todos los tipos de consumo en un día promedio anual, incluyendo las pérdidas físicas del sistema.
3. De los resultados se observa que en la mayoría de los nodos cumplen con las presiones admisibles según las normas, pero en algunos tramos no es posible cumplir con la velocidad mínima por lo que según recomendaciones se ha tenido conveniente priorizar la presión de salida quedando la velocidad por debajo de lo recomendado debido a la topografía de la zona.
4. Se identificó el tipo de daño que existía proponiéndose un plan de mejoramiento para subsanar las deficiencias y tener un sistema de abastecimiento de agua potable en condiciones óptimas y eficientes. Se propone el mejoramiento teniendo en consideración los reglamentos del MVCS para las zonas rurales, teniendo en cuenta la población actual y la población proyectada. Esta propuesta será de base para la elaboración del expediente técnico para poder ejecutar la obra, de este modo se mejorará la condición sanitaria sobre todo concerniente a las enfermedades hídricas que afectan a la población.
5. Se evaluó la gestión de mantenimiento y operación obteniéndose como resultado una deficiente organización que incide en la operatividad del sistema. De los resultados de la encuesta aplicada a los pobladores, se concluye que más de la mitad de ellos indicó que con el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable mejorará la condición sanitaria.

VI. Recomendaciones

1. Para evaluar un sistema de agua potable es necesario conocer criterios técnicos de diseño para poder determinar si algunos de los componentes formaran parte del rediseño, también es necesario que la población este conforme con el sistema actual, una vez recopilada la información en campo fue necesario un buen proceso de data a dato de tal manera que se subsanen todas las deficiencias encontradas.
2. Se recomienda a los habitantes del Caserío de San Pedro gestionar con prontitud la dotación de los Servicios Básicos pues todas las personas deben tener acceso seguro y equitativo a suficiente cantidad de agua para beber, cocinar y para su higiene personal y doméstica.
3. Por la presencia de velocidades menores a 0.6 m/s en algunos puntos de la red de distribución de agua potable en la zona de estudio, se recomienda colocar válvulas de purga para la eliminación de sedimentos.
4. Se llega al mejoramiento del sistema de agua potable cuando el sistema de abastecimiento suplirá la demanda futura de la población en un periodo de 20 años, se recomienda también calcular los caudales de diseño según su demanda, aplicar criterios de estandarización para poder llegar a un diseño de cada componente que cumpla con todos los requisitos y estándares dado por la norma técnica de diseño para el ámbito rural.
5. Rara llegar a tener una buena condición sanitaria es necesario que las condiciones como la calidad del agua cumpla con todos los parámetros para que esta sea potable así también con la cloración de agua adecuada que va desde de los 0,3mg/lit a 8mg/lit, para la cobertura y continuidad del sistema es necesario que la fuente cumpla la demanda futura de agua de la población en el caserío San Pedro, en el distrito de Cabana, Pallasca, Áncash.

Referencias Bibliográficas

1. Unidas Odn. Agua Limpia Y Saneamiento. [Online]. [Cited 2021 Setiembre 24]. Available From: <https://Www.Un.Org/Sustainabledevelopment/Es/Water-And-Sanitation/>.
2. Endes Edydsf. Indicadores De Los Resultados De Los Programas Presupuestales. [Online].; 2019 [Cited 2021 Setiembre 24]. Available From: https://Www.Inei.Gob.Pe/Media/Menurecursivo/Publicaciones_Digitales/Est/Lib1211/Pdf/Libro.Pdf.
3. Ancash Grd. Dirección Regional De Vivienda, Construcción Y Saneamiento. [Online].; 2019 [Cited 2021 Setiembre 24]. Available From: https://Www.Regionancash.Gob.Pe/Direccion_Vivienda_Construccion_Saneamiento.Php.
4. Medina Jbe. Evaluación Y Mejoramiento Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable En La Localidad De El Sauce, Departamento De León. [Tesis] , Editor. [Nicaragua]: Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua; 2006.
5. Miranda Aam. "Diagnostico Y Mejoramiento De Los Servicios De Agua Potable, Alcantarillado Y Saneamiento Para La Localidad De Municipio De Zamora Michioacan" [Tesis] , Editor. [México]: Escuela Superior De Ingeniería Y Arquitectura; 2007.
6. Pillpe Rmc. Evaluación Y Mejoramiento Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable Del Centro Poblado De Cayhua, Distrito De Querobamba, Provincia De Sucre, Región Ayacucho Y Su Incidencia En La Condición Sanitaria De La

- Población - 2020. [Tesis] , Editor. [Ayacucho]: Universidad Católica Los Ángeles De Chimbote; 2020.
7. Valencia Kel. Evaluación Y Mejoramiento Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable, Para Su Incidencia En La Condición Sanitaria De La Población En El Centro Poblado De Marcapuyán, Distrito De Churubamba, Provincia De Huanuco, Región Huanuco - 2021 [Tesis] , Editor. [Huánuco]: Universidad Católica Los Ángeles De Chimbote; 2021.
 8. Diaz Sas. Evaluación Y Mejoramiento Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable Y Su Incidencia En La Condición Sanitaria Del Caserío De San Antonio, Distrito De Taricá, Provincia De Huaraz, Región Áncash - 2020 [Tesis], Editor. [Ancash]: Universidad Católica Los Ángeles De Chimbote; 2020.
 9. Arenas Hdv. Evaluación Y Mejoramiento Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable Y Su Incidencia En La Condición Sanitaria Del Centro Poblado María Cristina, Distrito De Huarmey, Provincia De Huarmey, Región Áncash - 2019 [Tesis], Editor. [Ancash]: Universidad Católica Los Ángeles De Chimbote; 2019.
 10. León Jmp. Determinación De La Sobre Presión En La Línea De Conducción Por Gravedad De Agua Potable En La Localidad Rural De Quitaracza (Distrito De Yuracmarca) - Ancash [Tesis] , Editor. [Huaraz]: Universidad Nacional Santiago Antunez De Mayolo; 2018.
 11. Convenio Sobre La Diversidad Biológica (Cdb). Agua Potable, Diversidad Biológica Y Desarrollo. Guía De Buenas Prácticas. 2010 Setiembre.

12. Coronel Portillo, Región Ucayali - 2021 [Tesis], Editor. [Ucayali]: Universidad Católica Los Ángeles De Chimbote; 2021.
13. Valdez Ec. Abastecimiento De Agua Potable [México]: Universidad Nacional Autónoma De México; 1994.
14. Juárez Jmd. Los Problemas Del Abastecimiento De Agua Potable En Una Ciudad Media. 2000 [Agosto]; Xii(30).
15. Villatoro So. Determinación De Aforo De Bombas. [Online].; 2016 [Cited 2021 Octubre 9]. Available From: <Http://Www.Repositorio.Usac.Edu.Gt/4450/1/Determinaci%C3%B3n%20de%20aforo%20de%20bombas.Pdf>.
16. Pérez R, Jimenez R. ¿El Agua Del Valle Del Mezquital, Fuente De Abastecimiento Para El Valle De México? [Online].; 2009 [Cited 2021 Octubre 9]. Available From: Https://Www.Researchgate.Net/Profile/Blanca-Jimenez-3/Publication/268273469_El_Agua_Del_Valle_Del_Mezquital_Fuente_De_Abastecimiento_Para_El_Valle_De_Mexico/Links/54ba40f70cf24e50e93e3826/El-Agua-Del-Valle-Del-Mezquital-Fuente-De-Abastecimiento-Para-El-Va.
17. Gómez Ohp. Reducción De Perdida De Caudal En Red De Tuberías Para Mejorar Distribución De Agua Potable - Sector San Carlos - La Merced [Tesis] , Editor. [Huancayo]: Universidad Nacional Del Centro Del Perú; 2014. Cobos Aip. Evaluación Y Mejoramiento Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable, Para Su Incidencia En La Condición Sanitaria De La Población Del Centro Poblado La Victoria, Distrito De Campo Verde, Provincia De

18. Scielo Salud Pública. Calidad Del Agua Y Desarrollo Sostenible. [Online].; 2018 [Cited 2021 Octubre 9]. Available From: <https://www.scielo.org/article/Rpmesp/2018.V35n2/304-308/Es/>.
19. Silva Dm. Estimación De La Demanda De Agua En Centros Educativos: Caso De Estudio Facultad De Ciencias Ambientales De La Universidad Tecnológica De Pereira, Colombia. [Online].; 2016 [Cited 2021 Octubre 9]. Available From: <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/Lunazul/article/view/3830/354>
20. Puma Jlt. Evaluación De La Dotación Per-Cápita Para El Abastecimiento De Agua Potable En La Población Concentrada Del Distrito De Vilavila - Lampa - Puno [Tesis] , Editor. [Puno]: Universidad Nacional Del Altiplano; 2014.
21. Tecnoaqua. Tuberías De Pvc-O Para El Transporte De Agua Potable. [Online].; 2015 [Cited 2021 Octubre 9]. Available From: <http://www.tecnoaqua.es/media/uploads/noticias/documentos/procesos-sistemas-molecor-tuberias-pvco-transporte-agua-potable-tecnoaqua-es.pdf>.
22. García Ame. Criterios Modernos De Localización De Válvulas En Redes De Distribución De Agua Potable [Tesis] , Editor. [Bogotá]: Universidad De Los Andes; 2009.
23. Rojas Cvn. Descripción Integral Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable Y Aguas Servidas De La Comunidad De Bruselas Distrito De Cochacarcas - Provincia De Chincheros - Apurímac [Tesis] , Editor. [Lima]: Universidad Privada Del Norte; 2018.

24. Ruiz Pr. Abastecimiento De Agua [Oaxaca]: Instituto Tecnológico De Oaxaca; 2001.
25. Ciriaco Jsq. Diagnóstico Del Estado Del Sistema De Agua Potable Del Caserío Sangal, Distrito La Encañada, Cajamarca [Tesis] , Editor. [Cajamarca]: Universidad Nacional De Cajarmca; 2013.
26. Terán Jmj. Manual Para El Diseño De Sistemas De Agua Potable Y Alcantarrillado Sanitario [Veracruz]: Universidad Veracruzana; 2013.
27. Ministerio De Vivienda, Construcción Y Saneamiento. Guía De Opciones Técnicas Para Abastecimiento De Agua Potable Y Saneamiento Para Centros Poblados Del Ámbito Rural [Lima]: Dirección Nacional De Saneamiento; 2012.
28. Trisolini Eg. Manual De Proyectos De Agua Potable En Poblaciones Rurales [Lima]; 2009.
29. Osorno Har. Evaluación Del Proceso De Coagulación - Floculación De Una Planta De Tratamiento De Agua Potable [Tesis] , Editor. [Medellín]: Universidad Nacional De Colombia; 2009.
30. Vega Jvl. Análisis De Riesgo Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable Desde La Captación Hasta La Línea De Aducción, Del Distrito De Pomabamba - Ancash,2019 [Tesis] , Editor. [Pomabamba]: Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo; 2019.

31. Arévalo Jmb. Optimización En La Operación De Válvulas Para Minimizar Efectos Por Flujo Transiente En Redes De Distribución De Agua Potable. Aplicación En Red Matriz De Bogotá D.C. Mestría] [D, Editor. [Bogotá]: Universidad De Los Andes; 2014.
32. Carvajal Cps. Estimación De Dotación Y Composición De La Demanda De Agua Potable En Las Parroquias Rurales Nayón, El Quinche, Puembo, Pifo, Guayllabamba Y Llano Chico, Del Distrito De Metropolitano De Quito [Tesis] , Editor. [Quito]: Pontificia Universidad Católica Del Ecuador; 2018.
33. Vega Jb. Influencia Del Coeficiente De Rugosidad En La Perdida De Presión De La Red De Distribución De Agua Potable En El Caserio De Sanjapampa-Huamachuco [Tesis] , Editor. [Trujillo]: Universidad Privada Antenor Orrego; 2019.
34. Enciso Yc. Evaluación Y Mejoramiento De Los Servicios De Agua Potable Y Alcantarillado En 09 Asociaciones Del Sector De Yanama, Distrito De Carmen Alto, Provincia De Huamanga, Departamento De Ayacucho Para La Mejora De La Condición Sanitaria De La Población - 2020 [Tesis] , Editor. [Ayacucho]: Universidad Católica Los Ángeles De Chimbote; 2020.
35. Araujo Pv. Diseño De Los Sistemas De Saneamiento Básico En La Comunidad De Nueva Luz, Centro Poblado De Lobo Tahuantinsuyo, Distrito De Kimbiri, Provincia De La Convención, Departament De Cusco Para La Mejora De La Condición Sanitaria De La Población [Tesis] , Editor. [Cusco]: Universidad Católica Los Ángeles De Chimbote; 2019.

36. Mamani Laa. Evaluación De La Dotación De Agua Potable Para Salcedo - Puno (2017) [Tesis] , Editor. [Puno]: Universidad Nacional Del Altiplano; 2018.

37. Villena Wm. Sistema De Agua Potable, Saneamiento Básico Y Nivel De Sostenibilidad En La Localidad De Laccicca, Distrito De Sañayca, Aymaraes - Apurimac, 2017 [Tesis] , Editor. [Apurímac]: Universidad Tecnológica De Los Andes; 2018.

Anexos

Anexo 01. Matriz de consistencia

EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA MEJORAR LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN DEL BARRIO ANTAOCO, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ANCASH – 2023.				
Enunciado del problema	Objetivos de la investigación	Marco teórico y conceptual	Metodología	Referencias bibliográficas
<p>¿La evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable, mejorara la incidencia en la condición sanitaria de la población del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash– 2023?</p>	<p>Objetivo General: Evaluar y mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable, para obtener la mejora de la condición sanitaria del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023.</p>	<p>Antecedentes: Internacionales Nacionales Locales</p> <p>Bases teóricas: Agua potable Evaluación Mejoramiento</p>	<p>Tipo de la investigación El tipo de investigación fue descriptivo</p> <p>Nivel de la investigación Es de enfoque cuantitativo y cualitativo</p> <p>Diseño de la investigación No experimental</p> <p>Universo y Muestra Universo: estará constituida por el sistema de</p>	<p>1. Ampié D. AAML. Propuesta de diseño hidráulico a nivel de pre factibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad Pasó real, municipio de Jinotepe, departamento de Carazo [Tesis] , editor. [Nicaragua]: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN - Managua; 2017.</p>

	<p>Objetivos Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar el resultado de la evaluación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023. 2. Determinar la dotación de agua requerida en el sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023. 3. Determinar las velocidades, pérdidas de carga y presiones 	<p>Periodo de diseño</p> <p>Condición sanitaria</p>	<p>abastecimiento de agua potable en zonas rurales.</p> <p>Muestra: Sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.</p> <p>Definición y operacionalización de variables:</p> <p>Evaluación y Mejoramiento</p> <p>Técnicas:</p> <p>Encuestas</p> <p>Instrumentos</p> <p>Fichas de Evaluación</p> <p>Plan de análisis</p> <p>Evaluar todo el sistema de abastecimiento de agua potable</p> <p>Principios éticos</p> <p>Ética Profesional</p>	<p>6. GRUPO EDITORIAL Megabyte. REGLAMENTO NACIONAL DE Edificaciones 2015. Novena Edición ed. LIMA - PERU: Megabyte; 2015.</p>
--	--	---	--	--

	<p>en la línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023.</p> <p>4. Proponer la mejora del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023.</p> <p>5. Obtener la condición sanitaria de la población del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023.</p>			
--	---	--	--	--

Fuente: Elaboración propia (2023).

Anexo 02: Instrumentos de recolección de información.
Fichas De Recolección De Datos.

CAPTACIÓN					
Nº DE VIVIENDAS:	36	COORDENADAS		TIPO	DESCRIPCIÓN GENERAL
ESTADO:	Regular	E:			
CAUDAL DE OFERTA:	0.308 l/s	N:			
CAUDAL DE DEMANDA:	0.13 l/s				
COMPONENTES		EXIS			
		TE			
		(SI/N			
		O)			
1. CERCO DE PROTECCION					
2. PROTECCION ZONA DE AFLORECIMIENTO					
3. SELLO DE PROTECCION					
4. CAMARA HUMEDA					

5. TAPA SANITARIA DE LA CAMARA HUMEDA						
6. CASETA DE VALVULA						
7. LLORONES						
8. CONO DE REBOSE						
9. CANASTILLA DE SALIDA						
10. TUBERIA DE LIMPIA						
INTERPRETACION:						


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Consejo Departamental Arequipa
 Ing. JAVIER ALDO TIBSCOTTI OSTROZA
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 89752


 Ing. Adan E. Huaman Reyes
 CIP: N° 102859

LÍNEA DE CONDUCCION

N° DE VIVIENDAS:	36		COORDENADAS	MEDIDAS	DESCRIPCIÓN GENERAL
	TIPO:	ESTADO:			
		Regular			
COMPONENTES	EXISTE (SI/NO)				
1. TUBERIA DE PVC	SI				
2. CRUCE AEREO PROTEGIDO	SI				
3. VALVULA DE AIRE	NO				
4. VALVULA DE PURGA					
5. ESTRUCTURA DE CAJA DE REUNION					
INTERPRETACIÓN:					


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Consejo Departamental Arequipa - Moquegua
Ing. JAVIER MATEO HERNANDEZ
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 89792


 Ing. Adán E. Huainan Reyes
 CIP: N° 102859

CAMARA ROMPE PRESIÓN TIPO 6 (CPR-6)

N° DE CPR-6:	2	COORDENADAS CPR-6 (1)	CRP-6 (2)	DESCRIPCIÓN GENERAL
TIPO:		E:		
ESTADO:	CON LIMITACIONES	N:		
COMPONENTES		EXISTE (SI/NO)		
1. TUBO DE INGRESO DE AGUA				
3. TUBO DE SALIDA DE AGUA				
4. CANASTILLA				
5. TUBO DE REBOSE Y DESAGÜE				
6. TAPA SANITARIA				
INTERPRETACIÓN:				


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Consejo Profesional de Ingeniería
 Inge. **JAVIER ALDO TIBCO HEYOSTROZA**
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 88174


 In **Adán E. Huaman Reyes**
 CIP: N° 102859

TANQUE DE ALMACENAMIENTO (RESERVORIO)

CAPACIDAD:		COORDENADAS		MEDIDAS	DESCRIPCIÓN GENERAL	
TIPO:	E:					
ESTADO:	N:					
COMPONENTES	EXISTE (SI/NO)	ESTADO (OPERATIVO/CON LIMITACIÓN/NO OPERA)	TIPO DE MATERIAL	RECOLECCION DE DATOS	EVALUACIÓN	
PARTES EXTERNAS DEL RESERVORIO						
1. CERCO DE PROTECCION						
2. TANQUE DE ALMACENAMIENTO						
3. TAPA SANITARIA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO						
4. TUBERIA DE VENTILACIÓN						
5. CASETA DE VALVULAS						
6. TUBERIA DE SALIDA						
7. TUBERIA DE REBOSE						

Y LIMPIA									
8. DADO DE PROTECCIÓN									
PARTES INTERNAS DEL RESERVORIO									
1. CASETA DE CLORACIÓN									
2. TUBERIA DE INGRESO									
3. TUBERIA DE REBOSE Y LIMPIEZA									
4. ACCESORIOS DENTRO DEL RESERVORIO									
5. CANASTILLA DE SALIDA									
INTERPRETACIÓN:									


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Consejo Departamental Ancaash - Huancayo
ING. JAVIER ALBERTO TIBOCCHI GONZALEZ
 INGENIERO
 REG. C.I.P. N° 89752


ING. Adan E. Huaman Reyes
 C.I.P. N° 102859


LINEA DE ADUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN

N° DE VIVIENDAS:	36	COORDENADAS		MEDIDAS	DESCRIPCIÓN GENERAL
TIPO:	Red de distribución ramificado	E:			
ESTADO:	Regular	N:			
COMPONENTES		EXISTE (SI/NO)			
1. TUBERIA DE LINEA DE ADUCCIÓN					
2. TUBERIA DE RED DE DISTRIBUCION					
3. VALVULA DE CONTROL					
4. CAJA DE VALVULA DE CONTROL					
5. TAPA DE VALVULA DE CONTROL					
6. VALVULA DE PASO					

7. CAJA DE VALVULA DE PASO					
INTERPRETACION:					


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Consejo Departamental Ancash - Pisco

 Ing. JAVIER JAIME HINOJOSA
 R.B.C. CIP. N° 89752


 Ing. Adan E. Huaman Reyes
 CIP: N° 102859





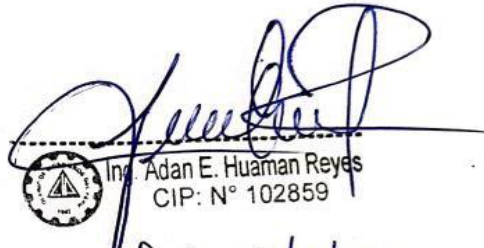
CUESTIONARIO



1. ¿Ud. cree que después de realizar la evaluación y el mejoramiento del sistema de abastecimiento del agua potable del caserío de Rampac Grande, mejorará la calidad del agua?	
a) Si	b) No
2. ¿Ud. cree que después de realizar la evaluación y el mejoramiento del sistema de abastecimiento del agua potable del caserío de Rampac Grande, mejorará la cantidad del agua?	
a) SI	b) NO
3. ¿Ud. cree que después de realizar la evaluación y el mejoramiento del sistema de abastecimiento del agua potable del caserío de Rampac Grande, mejorará la cobertura del servicio?	
a) SI	b) NO
4. ¿Ud. cree que después de realizar la evaluación y el mejoramiento del sistema de abastecimiento del agua potable del caserío de Rampac Grande, mejorará la continuidad del servicio?	
a) SI	b) NO


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Ancash - Huánuco

Ing. Javier Julio Tito Henostroza
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 89752


Ing. Adan E. Huaman Reyes
CIP: N° 102859


Anexo 03: Validez de Instrumentos

4.5.1. Matriz de consistencia

Título: Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2023.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Problema general</p> <p>¿La evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable, mejorará la incidencia en la condición sanitaria de la población del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Huaraz, departamento de Ancash – 2023?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Evaluar y mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable, para obtener la mejora de la condición sanitaria del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar el resultado de la evaluación de los componentes del Sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023. 2. Determinar la dotación de agua requerida en el sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de 	No aplica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Variable 1: Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable 2. Variable 2: Condición Sanitaria 	<p>Tipo de la investigación El tipo de investigación fue descriptivo</p> <p>Nivel de la investigación Es de enfoque cuantitativo y cualitativo</p> <p>Diseño de la investigación No experimental</p> <p>Universo y Muestra Universo: Estará constituida por el sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales. Muestra: Sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash.</p> <p>Definición y operacionalización de variables: Evaluación y Mejoramiento</p> <p>Técnicas: Encuestas Instrumentos: Fichas de Evaluación</p>

	<p>Huaraz, departamento de Ancash – 2023.</p> <p>3. Determinar las velocidades, pérdidas de carga y presiones en la línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023.</p> <p>4. Proponer la mejora del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023.</p> <p>5. Obtener la condición sanitaria de la población del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash – 2023.</p>			<p>Plan de análisis: Evaluar todo el sistema de abastecimiento de agua potable.</p> <p>Principios éticos Ética Profesional</p>
--	--	--	--	--

4.5.1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	CATEGORÍAS O VALORACIÓN
Evaluación y Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable	Se realizo la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable que abarca desde la captación hasta la red de distribución, a través de fichas técnicas por reglamentos vigentes en el Perú.	Captación	Tipo de captación Caudal Tipo de material	Nominal Intervalo Nominal	Malo
		Línea de conducción	Tipo de tubería Diámetro Velocidad Presión velocidad	Nominal Nomina Intervalo Intervalo Nominal	Malo
		Reservorio	Tipo Volumen Tipo de material Forma Ubicación	Nominal Nominal Nominal Nominal	Malo
		Línea de aducción	Tipo de tubería Diámetro Velocidad de presión Clase de tubería	Nominal Intervalo Intervalo Nominal	Malo
		Red de distribución	Tipo de red Diámetro Velocidad Presión Tipo de tubería Clase de tubería	Nominal Nominal Intervalo Intervalo Nominal Nominal	Malo
Condición Sanitaria	Se realizará encuestas y fichas técnicas utilizando información del Sira	Condición Sanitaria	Cobertura Cantidad Continuidad Calidad	Razón Nominal Nominal Nominal	Malo

4.6. Formato para validación de instrumentos de recolección de información

4.6.1. Ficha de identificación del Experto

Ficha de Identificación del Experto para proceso de validación	
Nombres y Apellidos: Gonzalo Eduardo France Ceña	
N° DNI: 09147920	Edad: 59 años
Teléfono / celular: 943227728	Email: gfrance73528@hotmail.com
Título profesional: Ingeniero Civil	
Grado académico: Maestría <input checked="" type="checkbox"/>	Doctorado: <input type="checkbox"/>
Especialidad: Transporte y conservación vial	
Institución que labora: Universidad César Vallejo	
Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis	
Titulo: Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2023	
Autor: Neira Nayra, Milagros del Pilar	
Programa académico: Ingeniería Civil	
 GONZALO EDUARDO FRANCE CERNA INGENIERO CIVIL REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 73528 REGISTRO DE CONSULTOR N° C-5612	 Huella digital

4.6.3. Formato de ficha de validación (para ser llenado por el experto)

FICHA DE VALIDACIÓN							
TÍTULO: "Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2023"							
Variable	1: Evaluación y mejoramiento del Sistema de abastecimiento de agua potable	Relevancia		Pertinencia		Claridad	Observaciones
		Cumple	No cumple	Cumple	No cumple		
1	Captación	X		X		X	
2	Línea de conducción	X		X		X	
3	Reservorio	X		X		X	
4	Línea de aducción	X		X		X	
5	Red de distribución	X		X		X	
Variable 2: Condición Sanitaria							
1	Condición sanitaria	X		X		X	

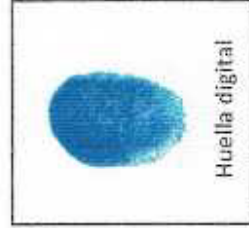
*Aumentar filas según la necesidad del instrumento de recolección

Recomendaciones:.....

Opinión de Experto: Aplicable (X) No aplicable ()

Nombres y Apellidos de experto: MG Gonzalo Eduardo France Cerna


 GONZALO EDUARDO FRANCE CERNA
 INGENIERO CIVIL
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 73528
 REGISTRO DE HUACAS N° C-5512
 DNI 09147920



4.6.2. Formato de Carta de Presentación al Experto

CARTA DE PRESENTACIÓN

Magister: Gonzalo Eduardo France Cerna

Presente:-

Tema: PROCESO DE VALIDACIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

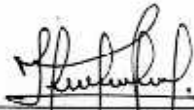
Ante todo, saludarlo cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: Neira Nayra, Milagros del Pilar, egresada del programa académico de Ingeniería Civil de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: "Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento del sistema de agua potable del barrio Antaoco, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash, para su incidencia en la condición sanitaria en la población – 2023" y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

- Ficha de Identificación de experto para proceso de validación
- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Fjcha de validación

Agradezco anticipadamente su atención y participación, me despido de usted.

Atentamente,



Firma de estudiante
DNI N° 74550599

Anexo 04: Evidencias de Ejecución



Figura 01: Captación, La fuente es subterránea y el tipo de captación es manantial de ladera



Figura 02: Reservorio Actual, recientemente Construido.



Figura 03: Reservorio Antiguo (Sin uso).



Figura 04: Cerco perimétrico del Reservorio.

Reglamentos aplicados en los diseños.



Tabla N° 02.02. Dotación de agua según forma de disposición de excretas

REGIÓN GEOGRÁFICA	DOTACIÓN – UBS SIN ARRASTRE HIDRAULICO (l/hab.d)	DOTACIÓN – UBS CON ARRASTRE HIDRÁULICO (l/hab.d)
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

Tabla N° 02.03. Dotación de agua por tipo de abastecimiento

TECNOLOGÍA NO CONVENCIONAL	DOTACIÓN (l/hab.d)
AGUA DE LLUVIA	30

1. CRITERIOS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

1.1. Parámetros de diseño

a. Período de diseño

El período de diseño se determina considerando los siguientes factores:

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

Como año cero del proyecto se considera la fecha de inicio de la recolección de información e inicio del proyecto, los períodos de diseño máximos para los sistemas de saneamiento deben ser los siguientes:

Tabla N° 03.01. Periodos de diseño de infraestructura sanitaria

ESTRUCTURA	PERIODO DE DISEÑO
✓ Fuente de abastecimiento	20 años
✓ Obra de captación	20 años
✓ Pozos	20 años
✓ Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)	20 años
✓ Reservorio	20 años
✓ Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución	20 años
✓ Estación de bombeo	20 años
✓ Equipos de bombeo	10 años
✓ Unidad Básica de Saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para zona inundable)	10 años
✓ Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

Fuente: Elaboración propia

b. Población de diseño

Para estimar la población futura o de diseño, se debe aplicar el método aritmético, según la siguiente fórmula:

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

Donde:

P_i : Población inicial (habitantes)

P_d : Población futura o de diseño (habitantes)

r : Tasa de crecimiento anual (%)

t : Período de diseño (años)

Es importante indicar:

- ✓ La tasa de crecimiento anual debe corresponder a los períodos intercensales, de la localidad específica.
- ✓ En caso de no existir, se debe adoptar la tasa de otra población con características similares, o en su defecto, la tasa de crecimiento distrital rural.
- ✓ En caso, la tasa de crecimiento anual presente un valor negativo, se debe adoptar una población de diseño, similar a la actual ($r = 0$), caso contrario, se debe solicitar opinión al INEI.

Para fines de estimación de la proyección poblacional, es necesario que se consideren todos los datos censales del INEI; además, de contar con un padrón de usuarios de la localidad. Este documento debe estar debidamente legalizado, para su validez.

c. Dotación

La dotación es la cantidad de agua que satisface las necesidades diarias de consumo de cada integrante de una vivienda, su selección depende del tipo de opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas sea seleccionada y aprobada bajo los criterios establecidos en el **Capítulo IV** del presente documento, las dotaciones de agua según la opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas y la región en la cual se implemente son:

Tabla N° 03.02. 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: Elaboración propia

Para el caso de piletas públicas se asume 30 l/hab.d. Para las instituciones educativas en zona rural debe emplearse la siguiente dotación:

Tabla N° 03.03. Dotación de agua para centros educativos

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: Elaboración propia

Dotación de agua para viviendas con fuente de agua de origen pluvial

Se asume una dotación de 30 l/hab.d. Esta dotación se destina en prioridad para el consumo de agua de bebida y preparación de alimentos, sin embargo, también se debe incluir un área de aseo personal y en todos los casos la opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas debe ser del tipo seco.

d. Variaciones de consumo

d.1. Consumo máximo diario (Q_{md})

Se debe considerar un valor de 1,3 del consumo promedio diario anual, Q_p de este modo:

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

$$Q_{md} = 1,3 \times Q_p$$

Donde:

- Q_p : Caudal promedio diario anual en l/s
- Q_{md} : Caudal máximo diario en l/s
- Dot : Dotación en l/hab.d
- P_d : Población de diseño en habitantes (hab)

d.2. Consumo máximo horario (Q_{mh})

Se debe considerar un valor de 2,0 del consumo promedio diario anual, Q_p de este modo:

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

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

Donde:

- Q_p : Caudal promedio diario anual en l/s
- Q_{mh} : Caudal máximo horario en l/s
- Dot : Dotación en l/hab.d
- P_d : Población de diseño en habitantes (hab)

1.2. Tipo de fuentes de abastecimiento de agua

a. Criterios para la determinación de la fuente

La fuente de abastecimiento se debe seleccionar de acuerdo a los siguientes criterios:

- Calidad de agua para consumo humano.
- Caudal de diseño según la dotación requerida.
- Menor costo de implementación del proyecto.
- Libre disponibilidad de la fuente.

b. Rendimiento de la fuente

Todo proyecto debe considerar evaluar el rendimiento de la fuente, verificando que la cantidad de agua que suministre la fuente sea mayor o igual al caudal máximo diario. En caso contrario, debe buscarse otras fuentes complementarias de agua.

c. Necesidad de estaciones de bombeo

En función de la ubicación del punto de captación y la localidad, los sistemas pueden requerir de una estación de bombeo, a fin de impulsar el agua hasta un reservorio o Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP). Debe procurarse obviar este tipo de infraestructura, debido al incremento del costo de operación y mantenimiento del sistema, salvo sea la única solución se puede incluir en el planteamiento técnico.

d. Calidad de la fuente de abastecimiento

Para verificar la necesidad de una PTAP, debe tomarse muestras de agua de la fuente y analizarlas, la eficiencia de tratamiento del agua de la PTAP para hacerla de consumo humano debe cumplir lo establecido en el Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano (DIGESA-MINSA) y sus modificatorias.

Asimismo, debe tenerse en cuenta la clasificación de los cuerpos de agua, según los estándares de calidad ambiental (ECA-AGUA), toda vez que definen si un cuerpo de agua puede ser utilizado para consumo humano, según la fuente de donde proceda. El Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM y sus normas modificatorias o complementarias por el que se aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, define:

- Tipo A1: aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección (fuente subterránea o pluvial).
- Tipo A2: aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional (fuente superficial).

Tabla N° 03.04. Criterios de Estandarización de Componentes Hidráulicos

COMPONENTE HIDRÁULICO	CRITERIO SECUNDARIO	DESCRIPCIÓN
Manantial de Ladera	Población final y Dotación	Para un caudal máximo diario "Q _{md} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un "Q _{md} " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
Manantial de Fondo		
Línea de Conducción	X	
CRP para Conducción		Para un caudal máximo diario "Q _{md} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un "Q _{md} " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
Válvula de Aire	X	
Válvula de Purga	X	
Reservorio Apoyado de 5, 10, 15, 20 y 40 m ³	Población final y Dotación	Para un volumen calculado menor o igual a 5 m ³ , se selecciona una estructura de almacenamiento de 5 m ³ , para un volumen mayor a 5 m ³ y hasta 10 m ³ , se selecciona una estructura de almacenamiento de 10 m ³ y así sucesivamente. Para los volúmenes no considerados, debe tenerse en cuenta lo siguiente: i) debe diseñarse estructuras con un volumen múltiplo de 5, ii) debe considerarse los diseños propuestos como referencia para nuevas estructuras
Caseta de Válvulas de Reservorio		Típicos para modelos pequeños y de pared curva para un reservorio de gran tamaño
Sistema de Desinfección		Sistema de desinfección para todos los reservorios
Cerco perimétrico para Reservorio		Para la protección y seguridad de la infraestructura
Línea de Aducción		Para un caudal máximo diario "Q _{md} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un "Q _{md} " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
Red de distribución y Conexión domiciliaria	X	
Conexión domiciliaria	X	
Captación de agua de lluvia		Se realiza la captación de agua de lluvia por ser la única solución posible ante la falta de fuente

Para que el proyectista utilice adecuadamente los componentes desarrollados para expediente técnico acerca de los componentes hidráulicos de abastecimiento de agua para consumo humano, deben seguir los siguientes pasos:

- ✓ Realizar el cálculo del caudal máximo diario (Q_{md})
- ✓ Determinar el Q_{md} de diseño según el Q_{md} real

Tabla N° 03.05. Determinación del Q_{md} para diseño

RANGO	Q _{md} (REAL)	SE DISEÑA CON:
1	< de 0,50 l/s	0,50 l/s
2	0,50 l/s hasta 1,0 l/s	1,0 l/s
3	> de 1,0 l/s	1,5 l/s

- ✓ En la Tabla N° 03.04., se menciona cuáles son los componentes hidráulicos diseñados en base al criterio del redondeo del Q_{md}
- ✓ Para el caso de depósitos de almacenamiento de agua como cisternas y reservorios se tiene el siguiente criterio:

Tabla N° 03.06. Determinación del Volumen de almacenamiento

RANGO	V_{alm} (REAL)	SE UTILIZA:
1 – Reservorio	$\leq 5 \text{ m}^3$	5 m^3
2 – Reservorio	$> 5 \text{ m}^3$ hasta $\leq 10 \text{ m}^3$	10 m^3
3 – Reservorio	$> 10 \text{ m}^3$ hasta $\leq 15 \text{ m}^3$	15 m^3
4 – Reservorio	$> 15 \text{ m}^3$ hasta $\leq 20 \text{ m}^3$	20 m^3
5 – Reservorio	$> 20 \text{ m}^3$ hasta $\leq 40 \text{ m}^3$	40 m^3
1 – Cisterna	$\leq 5 \text{ m}^3$	5 m^3
2 – Cisterna	$> 5 \text{ m}^3$ hasta $\leq 10 \text{ m}^3$	10 m^3
3 – Cisterna	$> 10 \text{ m}^3$ hasta $\leq 20 \text{ m}^3$	20 m^3

De resultar un volumen de almacenamiento fuera del rango, el proyectista debe realizar el cálculo de este para un volumen múltiplo de 5 siguiendo el mismo criterio de la Tabla N° 03.06.

2.5. MANANTIAL DE LADERA

Cuando se realiza la protección de una vertiente que aflora a una superficie inclinada con carácter puntual o disperso. Consta de una protección al afloramiento, una cámara húmeda donde se regula el caudal a utilizarse.

Componentes Principales

Para el diseño de las captaciones de manantiales deben considerarse los siguientes componentes:

- Cámara de protección, para las captaciones de fondo y ladera es muy importante no perturbar el flujo de agua que emerge de la vertiente. La cámara de protección debe tener dimensiones y formas, tales que, se adapten a la localización de las vertientes y permitan captar el agua necesaria para el proyecto. Debe contar con losa removible o accesible (bruñido) para mantenimiento del lecho filtrante.
- Tuberías y accesorios, el material de las tuberías y accesorios deben ser inertes al contacto con el agua natural. Los diámetros se deben calcular en función al caudal máximo diario, salvo justificación razonada. En el diseño de las estructuras de captación, deben preverse válvulas, accesorios, tubería de limpieza, rebose y tapa de inspección con todas las protecciones sanitarias correspondientes. Al inicio de la tubería de conducción se debe instalar su correspondiente canastilla.
- Cámara de recolección de aguas, para las tomas de bofedal, es importante que la cámara de recolección se ubique fuera del terreno anegadizo y permita la recolección del agua de todas las tomas (pueden haber más de un dren).

- Protección perimetral, la zona de captación debe estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas. Debe tener canales de drenaje en la parte superior y alrededor de la captación para evitar la contaminación por las aguas superficiales.

Criterios de Diseño.

Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto. Conocido el gasto, se puede diseñar la distancia entre el afloramiento y la cámara, el ancho de la pantalla, el área de orificio y la altura de

la cámara húmeda sobre la base de una velocidad de entrada no muy alta (se recomienda $\leq 0,6$ m/s) y al coeficiente de contracción de los orificios.

Determinación del ancho de la pantalla

Para determinar el ancho de la pantalla es necesario conocer el diámetro y el número de orificios que permitirán fluir el agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda.

$$Q_{\max} = V_2 \times C_d \times A$$

$$A = \frac{Q_{\max}}{V_2 \times C_d}$$

- Q_{\max} : gasto máximo de la fuente (l/s)
 C_d : coeficiente de descarga (valores entre 0.6 a 0.8)
 g : aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2)
 H : carga sobre el centro del orificio (valor entre 0.40m a 0.50m)

- Cálculo de la velocidad de paso teórica (m/s):

$$V_{2t} = C_d \times \sqrt{2gH}$$

Velocidad de paso asumida: $v_2 = 0.60$ m/s (el valor máximo es 0.60m/s, en la entrada a la tubería)

Por otro lado:

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

Donde:

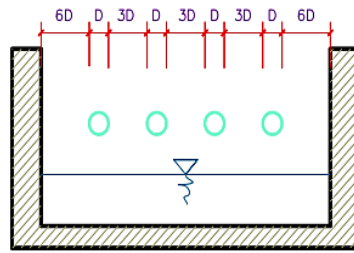
D : diámetro de la tubería de ingreso (m)

- Cálculo del número de orificios en la pantalla:

$$N_{\text{ORIF}} = \frac{\text{Área del diámetro teórico}}{\text{Área del diámetro asumido}} + 1$$

$$N_{\text{ORIF}} = \left(\frac{Dt}{Da}\right)^2 + 1$$

Ilustración N° 03.21. Determinación de ancho de la pantalla



Conocido el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada se calcula el ancho de la pantalla (b), mediante la siguiente ecuación:

$$b = 2 \times (6D) + N_{\text{ORIF}} \times D + 3D \times (N_{\text{ORIF}} - 1)$$

- Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda

$$H_f = H - h_o$$

Donde:

H : carga sobre el centro del orificio (m)

h_o : pérdida de carga en el orificio (m)

H_f : pérdida de carga afloramiento en la captación (m)

Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

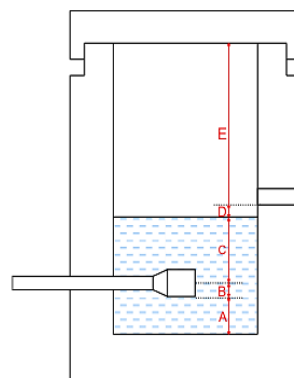
$$L = \frac{H_f}{0.30}$$

Donde:

L : distancia afloramiento – captación (m)

- Cálculo de la altura de la cámara
Para determinar la altura total de la cámara húmeda (H_t), se considera los elementos identificados que se muestran en la siguiente figura:

Ilustración N° 03.22. Cálculo de la cámara húmeda



$$H_t = A + B + C + D + E$$

Donde:

- A : altura mínima para permitir la sedimentación de arenas, se considera una altura mínima de 10 cm
- B : se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.
- D : desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo de 5 cm).
- E : borde libre (se recomienda mínimo 30 cm).
- C : altura de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción (se recomienda una altura mínima de 30 cm).

$$C = 1.56 \frac{v^2}{2g} = 1.56 \frac{Q_{md}^2}{2g \times A^2}$$

Donde:

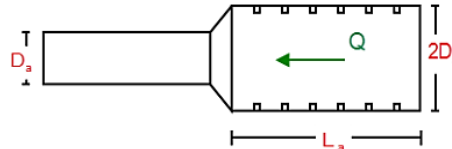
- Q_{md} : caudal máximo diario (m^3/s)
- A : área de la tubería de salida (m^2)

Dimensionamiento de la canastilla

Para el dimensionamiento de la canastilla, se considera que el diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (DC); que el área total de ranuras (A_t) debe ser el doble del área de la tubería de la línea de conducción (AC) y que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3DC y menor de 6DC.

$$H_f = H - h_o$$

Ilustración N° 03.23. Dimensionamiento de canastilla



Diámetro de la Canastilla

El diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la línea de conducción

Longitud de la Canastilla

Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a 3Da y menor que 6Da:

$$3D_a < L_a < 6D_a$$

Debemos determinar el área total de las ranuras (A_{TOTAL}):

$$A_{TOTAL} = 2A$$

El valor de A_{total} debe ser menor que el 50% del área lateral de la granada (A_g)

$$A_g = 0,5 \times D_g \times L$$

Determinar el número de ranuras:

$$N^{\circ}_{ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}}$$

Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1,5%

- Cálculo de la tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro:

$$D_r = \frac{0,71 \times Q^{0,38}}{h_f^{0,21}}$$

Tubería de rebose

Donde:

Q_{max} : gasto máximo de la fuente (l/s)

h_f : pérdida de carga unitaria en (m/m) - (valor recomendado: 0.015 m/m)

D_r : diámetro de la tubería de rebose (pulg)

2.9. LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Es la estructura que permite conducir el agua desde la captación hasta la siguiente estructura, que puede ser un reservorio o planta de tratamiento de agua potable. Este componente se diseña con el caudal máximo diario de agua; y debe considerar: anclajes, válvulas de purga, válvulas de aire, cámaras rompe presión, cruces aéreos, sifones. El material a emplear debe ser PVC; sin embargo, bajo condiciones expuestas, es necesario que la tubería sea de otro material resistente.

Ilustración N° 03.31. Línea de Conducción



✓ Caudales de Diseño

La Línea de Conducción debe tener la capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario (Q_{md}), si el suministro fuera discontinuo, se debe diseñar para el caudal máximo horario (Q_{mh}).

La Línea de Aducción debe tener la capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo horario (Q_{mh}).

✓ Velocidades admisibles

Para la línea de conducción se debe cumplir lo siguiente:

- La velocidad mínima no debe ser inferior a 0,60 m/s.
- La velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s si se justifica razonadamente.

✓ Criterios de Diseño

Para las tuberías que trabajan sin presión o como canal, se aplicará la fórmula de Manning, con los coeficientes de rugosidad en función del material de la tubería.

$$v = \frac{1}{n} * R_h^{2/3} * i^{1/2}$$

Donde:

V : velocidad del fluido en m/s

n : coeficiente de rugosidad en función del tipo de material

- Hierro fundido dúctil 0,015
- Cloruro de polivinilo (PVC) 0,010
- Polietileno de Alta Densidad (PEAD) 0,010

R_h : radio hidráulico

i : pendiente en tanto por uno

- Cálculo de diámetro de la tubería:

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

$$H_f = 10,674 * [Q^{1,852} / (C^{1,852} * D^{4,86})] * L$$

Donde:

H_f : pérdida de carga continua, en m.

Q : Caudal en m^3/s

D : diámetro interior en m

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 menor a 50 mm, Fair - Whipple:

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

Donde:

H_f : pérdida de carga continua, en m.

Q : Caudal en l/min

D : diámetro interior en mm

Salvo casos fortuitos debe cumplirse lo siguiente:

- La velocidad mínima no será menor de 0,60 m/s.
- La velocidad máxima admisible será de 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s si se justifica razonadamente.

2.9.3. CÁMARA ROMPE PRESIÓN PARA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

La diferencia de nivel entre la captación y uno o más puntos en la línea de conducción, genera presiones superiores a la presión máxima que puede soportar la tubería a instalar. Es en estos casos, que se sugiere la instalación de cámaras rompe-presión cada 50 m de desnivel.

Para ello, se recomienda:

- ✓ Una sección interior mínima de 0,60 x 0,60 m, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.
- ✓ La altura de la cámara rompe presión se calcula mediante la suma de tres conceptos:
 - Altura mínima de salida, mínimo 10 cm
 - Resguardo a borde libre, mínimo 40 cm
 - Carga de agua requerida, calculada aplicando la ecuación de Bernoulli para que el caudal de salida pueda fluir.
- ✓ La tubería de entrada a la cámara estará por encima de nivel del agua.
- ✓ La tubería de salida debe incluir una canastilla de salida, que impida la entrada de objetos en la tubería.
- ✓ La cámara dispondrá de un aliviadero o rebose.
- ✓ El cierre de la cámara rompe presión será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

✓ Cálculo de la Cámara Rompe Presión

Del gráfico:

A : altura mínima (0.10 m)

H : altura de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir

BL : borde libre (0.40 m)

H_t : altura total de la Cámara Rompe Presión

$$H_t = A + H + B_L$$

✓ Para el cálculo de carga requerida (H)

$$H = 1,56 \times \frac{V^2}{2g}$$

Con menor caudal se necesitan menor dimensión de la cámara rompe presión, por lo tanto, la sección de la base debe dar facilidad del proceso constructivo y por la

instalación de accesorios, por lo que se debe considerar una sección interna de 0,60 x 0,60 m.

✓ Cálculo de la Canastilla

Se recomienda que el diámetro de la canastilla sea 2 veces el diámetro de la tubería de salida.

$$D_c = 2D$$

La longitud de la canastilla (L) debe ser mayor 3D y menor que 6D

$$3D < L < 6D$$

Área de ranuras:

$$A_s = \frac{\pi D_s^2}{4}$$

Área de A_i no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada (A_g)

$$A_g = 0.5 \times D_g \times L$$

El número de ranuras resulta:

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}}$$

✓ Rebose

La tubería de rebose se calcula mediante la ecuación de Hazen y Williams (C= 150)

$$D = 4,63 \times \frac{Q_{md}^{0,38}}{C^{0,38} \times S^{0,21}}$$

Donde:

D : diámetro (pulg)

Qmd : caudal máximo diario (l/s)

S : pérdida de carga unitaria (m/m)

2.9.5. VÁLVULA DE AIRE

- Son dispositivos hidromecánicos previstos para efectuar automáticamente la expulsión y entrada de aire a la conducción, necesarias para garantizar su adecuada explotación y seguridad.
- Las necesidades de entrada/salida de aire a las conducciones, son las siguientes:
 - Evacuación de aire en el llenado o puesta en servicio de la conducción, aducción e impulsión.
 - Admisión de aire en las operaciones de descarga o rotura de la conducción, para evitar que se produzcan depresiones o vacío.
 - Expulsión continua de las bolsas o burbujas de aire que aparecen en el seno del flujo de agua por arrastre y desgasificación (purgado).
- Según las funciones que realicen, podemos distinguir los siguientes tipos de válvulas de aireación:
 - Purgadores: Eliminan en continuo las bolsas o burbujas de aire de la conducción.
 - Ventosas bifuncionales: Realizan automáticamente la evacuación/admisión de aire.
 - Ventosas trifuncionales: Realizan automáticamente las tres funciones señaladas.

- Se deben disponer válvulas de aire/purgas en los siguientes puntos de la línea de agua:
 - Puntos altos relativos de cada tramo de la línea de agua, para expulsar aire mientras la instalación se está llenando y durante el funcionamiento normal de la instalación, así como admitir aire durante el vaciado.
 - Cambios marcados de pendiente, aunque no correspondan a puntos altos relativos.
 - Al principio y al final de tramos horizontales o con poca pendiente y en intervalos de 400 a 800 m.
 - Aguas arriba de caudalímetros para evitar imprecisiones de medición causadas por aire atrapado.
 - En la descarga de una bomba, para la admisión y expulsión de aire en la tubería de impulsión.
 - Aguas arriba de una válvula de retención en instalaciones con bombas sumergidas, pozos profundos y bombas verticales.
 - En el punto más elevado de un sifón para la expulsión de aire, aunque debe ir equipada con un dispositivo de comprobación de vacío que impida la admisión de aire en la tubería.

✓ Memoria de cálculo hidráulico

Válvula de aire manual

- ✓ Para sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito rural, se recomienda una sección interior mínima de $0,60 \times 0,60 \text{ m}^2$, tanto por facilidad constructiva, como para permitir el alojamiento de los elementos.
- ✓ La estructura será de concreto armado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ cuyas dimensiones internas son $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$, para el cual se utilizará cemento portland tipo I.

Válvula de aire automática

- ✓ Para sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito rural, se recomienda una sección interior mínima de $0,60 \times 0,60 \text{ m}^2$, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.

- ✓ La estructura será de concreto armado $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ cuyas dimensiones internas son $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$, para el cual se utilizará cemento portland tipo I.

2.9.6. VÁLVULA DE PURGA

- Es una derivación instalada sobre la tubería a descargar, provista de una válvula de interrupción (compuerta o mariposa, según diámetro) y un tramo de tubería hasta un punto de desagüe apropiado.
- Todo tramo de las redes de aducción o conducción comprendido entre ventosas consecutivas debe disponer de uno o más desagües instalados en los puntos de inferior cota. Siempre que sea posible los desagües deben acometer a un punto de descarga o pozo de absorción. El dimensionamiento de los desagües se debe efectuar teniendo en cuenta las características del tramo a desaguar: longitud, diámetro y desnivel; y las limitaciones al vertido.

- ✓ Cálculo hidráulico
 - ✓ Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías.
 - ✓ La estructura sea de concreto armado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, cuyas dimensiones internas son $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$ y el dado de concreto simple $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, para ello se debe utilizar el tipo de concreto según los estudios realizados.
 - ✓ El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

2.14. RESERVORIO

El reservorio debe ubicarse lo más próximo a la población y en una cota topográfica que garantice la presión mínima en el punto más desfavorable del sistema.

Criterios de diseño

El volumen de almacenamiento debe ser del 25% de la demanda diaria promedio anual (Q_p), siempre que el suministro de agua de la fuente sea continuo. Si el suministro es discontinuo, la capacidad debe ser como mínimo del 30% de Q_p .

Se deben aplicar los siguientes criterios:

- Disponer de una tubería de entrada, una tubería de salida una tubería de rebose, así como una tubería de limpia. Todas ellas deben ser independientes y estar provistas de los dispositivos de interrupción necesarios.
 - La tubería de entrada debe disponer de un mecanismo de regulación del llenado, generalmente una válvula de flotador.
 - La tubería de salida debe disponer de una canastilla y el punto de toma se debe situar 10 cm por encima de la solera para evitar la entrada de sedimentos.
- La embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar en posición opuesta para forzar la circulación del agua dentro del mismo.
- El diámetro de la tubería de limpia debe permitir el vaciado en 2 horas.
- Disponer de una tubería de rebose, conectada a la tubería de limpia, para la libre descarga del exceso de caudal en cualquier momento. Tener capacidad para evacuar el máximo caudal entrante.
- Se debe instalar una tubería o bypass, con dispositivo de interrupción, que conecte las tuberías de entrada y salida, pero en el diseño debe preverse sistemas de reducción de presión antes o después del reservorio con el fin de evitar sobre presiones en la distribución. No se debe conectar el bypass por períodos largos de tiempo, dado que el agua que se suministra no está clorada.
- La losa de fondo del reservorio se debe situar a cota superior a la tubería de limpia y siempre con una pendiente mínima del 1% hacia esta o punto dispuesto.
- Los materiales de construcción e impermeabilización interior deben cumplir los requerimientos de productos en contacto con el agua para consumo humano. Deben contar con certificación NSF 61 o similar en país de origen.
- Se debe garantizar la absoluta estanqueidad del reservorio.
- El reservorio se debe proyectar cerrado. Los accesos al interior del reservorio y a la cámara de válvulas deben disponer de puertas o tapas con cerradura.
- Las tuberías de ventilación del reservorio deben ser de dimensiones reducidas para impedir el acceso a hombres y animales y se debe proteger mediante rejillas que dificulten la introducción de sustancias en el interior del reservorio.

- El reservorio se debe proyectar cerrado. Los accesos al interior del reservorio y a la cámara de válvulas deben disponer de puertas o tapas con cerradura.
- Las tuberías de ventilación del reservorio deben ser de dimensiones reducidas para impedir el acceso a hombres y animales y se debe proteger mediante rejillas que dificulten la introducción de sustancias en el interior del reservorio.
- Para que la renovación del aire sea lo más completa posible, conviene que la distancia del nivel máximo de agua a la parte inferior de la cubierta sea la menor posible, pero no inferior a 30 cm a efectos de la concentración de cloro.
- Se debe proteger el perímetro del reservorio mediante cerramiento de fábrica o de valla metálica hasta una altura mínima de 2,20 m, con puerta de acceso con cerradura.
- Es necesario disponer una entrada practicable al reservorio, con posibilidad de acceso de materiales y herramientas. El acceso al interior debe realizarse mediante escalera de peldaños anclados al muro de recinto (inoxidables o de polipropileno con fijación mecánica reforzada con epoxi).
- Los dispositivos de interrupción, derivación y control se deben centralizar en cajas o casetas, o cámaras de válvulas, adosadas al reservorio y fácilmente accesibles.
- La cámara de válvulas debe tener un desagüe para evacuar el agua que pueda verterse.
- Salvo justificación razonada, la desinfección se debe realizar obligatoriamente en el reservorio, debiendo el proyectista adoptar el sistema más apropiado conforme a la ubicación, accesibilidad y capacitación de la población.

2.14.1. CASETA DE VÁLVULAS DE RESERVORIO

La caseta de válvulas es una estructura de concreto y/o mampostería que alberga el sistema hidráulico del reservorio, en el caso reservorios el ambiente es de paredes planas, salvo el reservorio de 70 m³, en este caso el reservorio es de forma cilíndrica, en este caso, una de las paredes de la caseta de válvulas es la pared curva del reservorio.

La puerta de acceso es metálica y debe incluir ventanas laterales con rejillas de protección.

En el caso del reservorio de 70 m³, desde el interior de la caseta de válvulas nace una escalera tipo marinera que accede al techo mediante una ventana de inspección y de allí se puede ingresar al reservorio por su respectiva ventana de inspección de 0,60 x 0,60 m con tapa metálica y dispositivo de seguridad.

Las consideraciones por tener en cuenta son las siguientes:

- Techos
Los techos serán en concreto armado, pulido en su superficie superior para evitar filtración de agua en caso se presenten lluvias, en el caso de reservorios de gran tamaño, el techo acabara con ladrillo pastelero asentados en torta de barro y tendrán junta de dilatación según el esquema de techos.

- Paredes

Los cerramientos laterales serán de concreto armado en el caso de los reservorios de menor tamaño, en el caso del reservorio de 70 m³, la pared estará compuesta por ladrillo K.K. de 18 huecos y cubrirán la abertura entre las columnas estructurales del edificio. Éstos estarán unidos con mortero 1:4 (cemento: arena gruesa) y se prevé el tarrajeo frotachado interior y exterior con revoque fino 1:4 (cemento: arena fina).

Las paredes exteriores serán posteriormente pintadas con dos manos de pintura látex para exteriores, cuyo color será consensuado entre el Residente y la Supervisión. El acabado de las paredes de la caseta será de tarrajeo frotachado pintado en látex y el piso de cemento pulido bruñado a cada 2 m.

- Pisos

Los pisos interiores de la caseta serán de cemento pulido y tendrán un bruñado a cada 2 m en el caso de reservorios grandes.

- Pisos en Veredas Perimetrales

En vereda el piso será de cemento pulido de 1 m de ancho, bruñado cada 1 m y, tendrá una junta de dilatación cada 5 m.

El contrazócalo estará a una altura de 0,30 m del nivel del piso acabado y sobresaldrá 1 cm al plomo de la pared. Estos irán colocados tanto en el interior como en el exterior de la caseta de válvulas.

- Escaleras

En el caso sea necesario, la salida de la caseta hacia el reservorio, se debe colocar escaleras marineras de hierro pintadas con pintura epóxica anticorrosivas con pasos espaciados a cada 0.30 m.

- Escaleras de Acceso

Las escaleras de acceso a los reservorios (cuando sean necesarias), serán concebidas para una circulación cómoda y segura de los operadores, previendo un paso aproximado

a los 0,18 m. Se han previsto descansos intermedios cada 17 pasos como máximo, cantidad de escalones máximos según reglamento.

- Veredas Perimetrales

Las veredas exteriores serán de cemento pulido, bruñado cada 1 m y junta de dilatación cada 5 m.

- Aberturas

Las ventanas serán metálicas, tanto las barras como el marco y no deben incluir vidrios para así asegurar una buena ventilación dentro del ambiente, sólo deben llevar una malla de alambre N°12 con cocada de 1".

La puerta de acceso a la caseta (en caso sea necesaria) debe ser metálica con plancha de hierro soldada espesor 3/32" con perfiles de acero de 1.½" x 1.½" y por 6 mm de espesor.

2.14.2. SISTEMA DE DESINFECCIÓN

Este sistema permite asegurar que la calidad del agua se mantenga un periodo más y esté protegida durante su traslado por las tuberías hasta ser entregado a las familias a través de las conexiones domiciliarias. Su instalación debe estar lo más cerca de la línea de

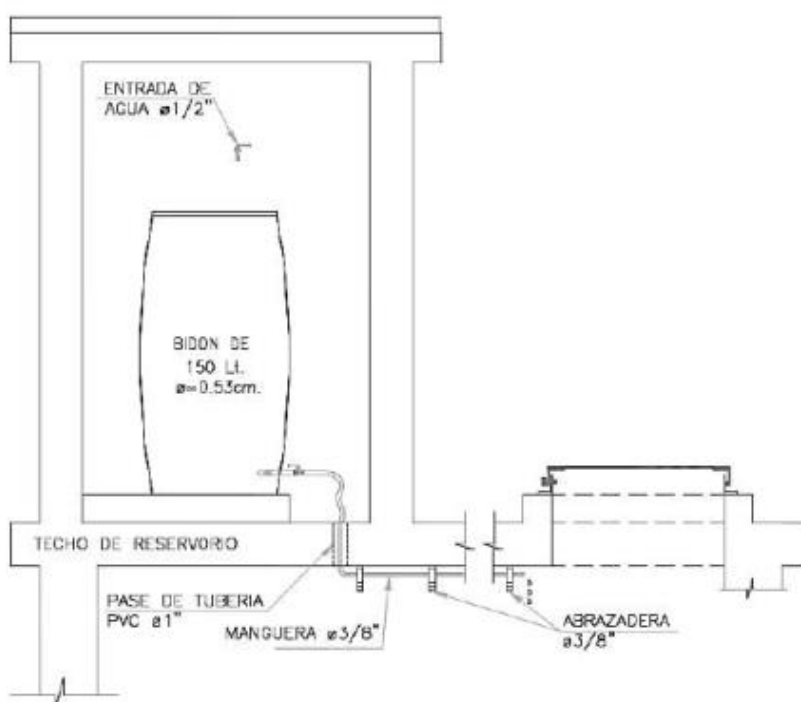
entrada de agua al reservorio y ubicado donde la iluminación natural no afecte la solución de cloro contenido en el recipiente.

El cloro residual activo se recomienda que se encuentre como mínimo en 0,3 mg/l y máximo a 0,8 mg/l en las condiciones normales de abastecimiento, superior a este último son detectables por el olor y sabor, lo que hace que sea rechazada por el usuario consumidor.

Para su construcción debe utilizarse diferentes materiales y sistemas que controlen el goteo por segundo o su equivalente en ml/s, no debiéndose utilizar metales ya que pueden corroerse por el cloro.

a. Sistema de Desinfección por Goteo

Ilustración N° 03.57. Sistema de desinfección por goteo



- Cálculo del peso de hipoclorito de calcio o sodio necesario

$$P = Q * d$$

Donde:

P : peso de cloro en gr/h

Q : caudal de agua a clorar en m³/h

d : dosificación adoptada en gr/m³

- Cálculo del peso del producto comercial en base al porcentaje de cloro

$$P_c = P * 100/r$$

Donde:

P_c : peso producto comercial gr/h

r : porcentaje del cloro activo que contiene el producto comercial (%)

- Cálculo del caudal horario de solución de hipoclorito (q_s) en función de la concentración de la solución preparada. El valor de "q_s" permite seleccionar el equipo dosificador requerido

$$q_s = P_c * \frac{100}{c}$$

Donde:

P_c : peso producto comercial gr/h

q_s : demanda horaria de la solución en l/h, asumiendo que la densidad de 1 litro de solución pesa 1 kg

c : concentración solución (%)

- Calculo del volumen de la solución, en función del tiempo de consumo del recipiente en el que se almacena dicha solución

$$V_s = q_s * t$$

Donde:

V_s : volumen de la solución en lt (correspondiente al volumen útil de los recipientes de preparación).

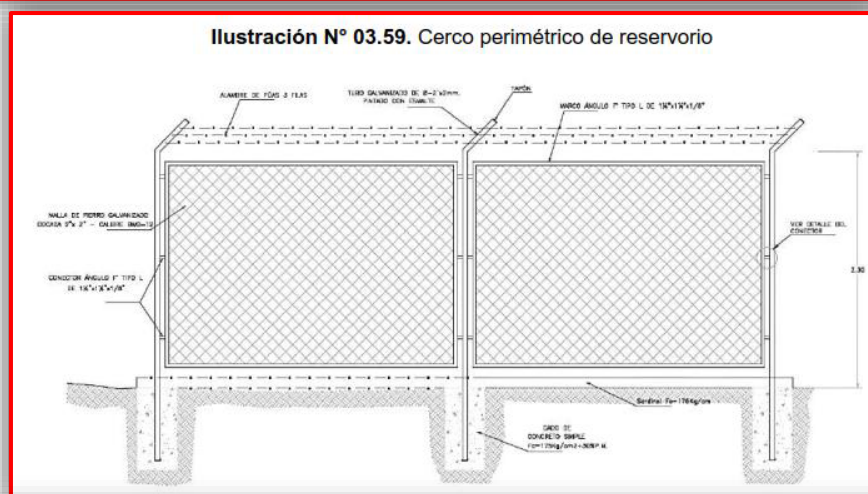
t : tiempo de uso de los recipientes de solución en horas h

t se ajusta a ciclos de preparación de: 6 horas (4 ciclos), 8 horas (3 ciclos) y 12 horas (2 ciclos) correspondientes al vaciado de los recipientes y carga de nuevo volumen de solución

2.14.3. CERCO PERIMÉTRICO PARA RESERVORIO

El cerco perimétrico idóneo en zonas rurales para reservorios por su versatilidad, durabilidad, aislamiento al exterior y menor costo es a través de una malla de las siguientes características:

- Con una altura de 2,30 m dividido en paños con separación entre postes metálicos de 3,00 m y de tubo de 2" F°G°.
- Postes asentados en un dado de concreto simple $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 30\%$ de P.M.
- Malla de F°G° con cocada de 2" x 2" calibre BWG = 12, soldadas al poste metálico con un conector de Angulo F tipo L de 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8".
- Los paños están coronados en la parte superior con tres hileras de alambres de púas y en la parte inferior estarán sobre un sardinel de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.



2.15. LÍNEA DE ADUCCIÓN

Para el trazado de la línea debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- ✓ Se debe evitar pendientes mayores del 30% para evitar altas velocidades, e inferiores al 0,50%, para facilitar la ejecución y el mantenimiento.
- ✓ Con el trazado se debe buscar el menor recorrido, siempre y cuando esto no conlleve excavaciones excesivas u otros aspectos. Se evitarán tramos de difícil acceso, así como zonas vulnerables.
- ✓ En los tramos que discurran por terrenos accidentados, se suavizará la pendiente del trazado ascendente pudiendo ser más fuerte la descendente, refiriéndolos siempre al sentido de circulación del agua.
- ✓ Evitar cruzar por terrenos privados o comprometidos para evitar problemas durante la construcción y en la operación y mantenimiento del sistema.
- ✓ Mantener las distancias permisibles de vertederos sanitarios, márgenes de ríos, terrenos aluviales, nivel freático alto, cementerios y otros servicios.
- ✓ Utilizar zonas que sigan o mantengan distancias cortas a vías existentes o que por su topografía permita la creación de caminos para la ejecución, operación y mantenimiento.
- ✓ Evitar zonas vulnerables a efectos producidos por fenómenos naturales y antrópicos.
- ✓ Tener en cuenta la ubicación de las canteras para los préstamos y zonas para la disposición del material sobrante, producto de la excavación.
- ✓ Establecer los puntos donde se ubicarán instalaciones, válvulas y accesorios, u otros accesorios especiales que necesiten cuidados, vigilancia y operación.

Diseño de la línea de aducción

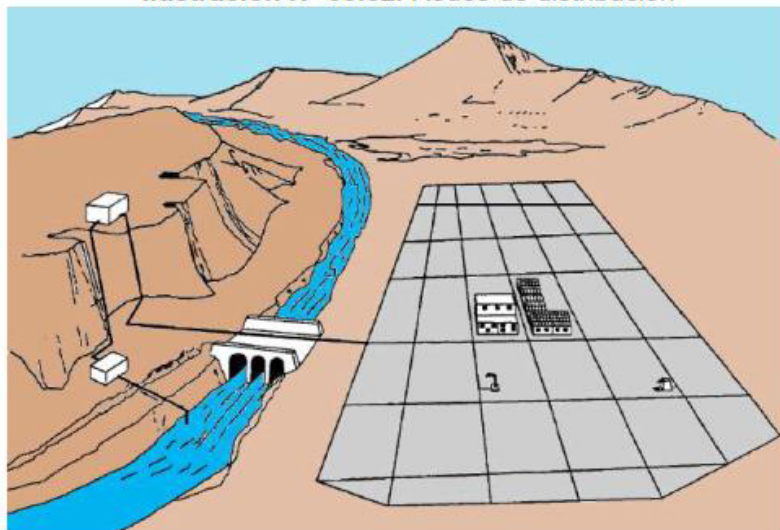
- Caudal de diseño
La Línea de Aducción tendrá capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo horario (Q_{mh}).
- Carga estática y dinámica
La carga estática máxima aceptable será de 50 m y la carga dinámica mínima será de 1 m.

- Diámetros
El diámetro se diseñará para velocidades mínima de 0,6 m/s y máxima de 3,0 m/s. El diámetro mínimo de la línea de aducción es de 25 mm (1") para el caso de sistemas rurales.
- Dimensionamiento
Para el dimensionamiento de la tubería, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:
 - ✓ La línea gradiente hidráulica (L.G.H.)
La línea gradiente hidráulica estará siempre por encima del terreno. En los puntos críticos se podrá cambiar el diámetro para mejorar la pendiente.
 - ✓ Pérdida de carga unitaria (h_f)
Para el propósito de diseño se consideran:
 - Ecuaciones de Hazen y Williams para diámetros mayores a 2", y
 - Ecuaciones de Fair Whipple para diámetros menores a 2".

2.16. REDES DE DISTRIBUCIÓN

Es un componente del sistema de agua potable, el mismo que permite llevar el agua tratada hasta cada vivienda a través de tuberías, accesorios y conexiones domiciliarias.

Ilustración N° 03.62. Redes de distribución



Aspectos Generales

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

- Las redes de distribución se deben diseñar para el caudal máximo horario (Q_{mh}).
- Los diámetros mínimos de las tuberías principales para redes cerradas deben ser de 25 mm (1"), y en redes abiertas, se admite un diámetro de 20 mm ($\frac{3}{4}$ ") para ramales.
- En los cruces de tuberías no se debe permitir la instalación de accesorios en forma de cruz y se deben realizar siempre mediante piezas en tee de modo que forme el tramo recto la tubería de mayor diámetro. Los diámetros de los accesorios en tee, siempre que existan comercialmente, se debe corresponder con los de las tuberías que unen, de forma que no sea necesario intercalar reducciones.
- La red de tuberías de abastecimiento de agua para consumo humano debe ubicarse siempre en una cota superior sobre otras redes que pudieran existir de aguas grises.

Velocidades admisibles

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

- La velocidad mínima no debe ser menor de 0,60 m/s. En ningún caso puede ser inferior a 0,30 m/s.
- La velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s.

Velocidades admisibles

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

- La velocidad mínima no debe ser menor de 0,60 m/s. En ningún caso puede ser inferior a 0,30 m/s.
- La velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s.

Trazado

El trazado de la red se debe ubicar preferentemente en terrenos públicos siempre que sea posible y se deben evitar terrenos vulnerables.

Materiales

El material de la tubería que conforma la red de distribución debe ser de PVC y compatible con los accesorios que se instale para las conexiones prediales.

Presiones de servicio.

Para la red de distribución se deberá cumplir lo siguiente:

Velocidades admisibles

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

- La velocidad mínima no debe ser menor de 0,60 m/s. En ningún caso puede ser inferior a 0,30 m/s.
- La velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s.

Trazado

El trazado de la red se debe ubicar preferentemente en terrenos públicos siempre que sea posible y se deben evitar terrenos vulnerables.

Materiales

El material de la tubería que conforma la red de distribución debe ser de PVC y compatible con los accesorios que se instale para las conexiones prediales.

Presiones de servicio.

Para la red de distribución se deberá cumplir lo siguiente:

- La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no debe ser menor de 5 m.c.a. y
- La presión estática no debe ser mayor de 60 m.c.a.

De ser necesario, a fin de conseguir las presiones señaladas se debe considerar el uso de cámaras distribuidora de caudal y reservorios de cabecera, a fin de sectorizar las zonas de presión.

Criterios de Diseño

Existen dos tipos de redes:

a. Redes malladas

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando circuitos cerrados o mallas. Cada tubería que reúna dos nudos debe tener la posibilidad de ser seccionada y desaguada independientemente, de forma que se pueda proceder a realizar una reparación en ella sin afectar al resto de la malla. Para ello se debe disponer a la salida de los dos nudos válvulas de corte.

El diámetro de la red o línea de alimentación debe ser aquél que satisfaga las condiciones hidráulicas que garanticen las presiones mínimas de servicio en la red.

Para la determinación de los caudales en redes malladas se debe aplicar el método de la densidad poblacional, en el que se distribuye el caudal total de la población entre los "i" nudos proyectados.

El caudal en el nudo es:

$$Q_i = Q_p * P_i$$

Donde:

Q_i : Caudal en el nudo "i" en l/s.

Q_p : Caudal unitario poblacional en l/s.hab.

$$Q_p = \frac{Q_t}{P_t}$$

Donde:

Q_t : Caudal máximo horario en l/s.

P_t : Población total del proyecto en hab.

P_i : Población de área de influencia del nudo "i" en hab.

Para el análisis hidráulico del sistema de distribución, puede utilizarse el método de Hardy Cross o cualquier otro equivalente.

El dimensionamiento de redes cerradas debe estar controlado por dos condiciones:

- El flujo total que llega a un nudo es igual al que sale.
- La pérdida de carga entre dos puntos a lo largo de cualquier camino es siempre la misma.

Estas condiciones junto con las relaciones de flujo y pérdida de carga nos dan sistemas de ecuaciones, los cuales pueden ser resueltos por cualquiera de los métodos matemáticos de balanceo.