

**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE**

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

**EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, Y SU
INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA
POBLACIÓN EN LA LOCALIDAD DE TUPAC AMARU
CHUNAMARA, DISTRITO DE HUARAZ, PROVINCIA
DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH – 2022**

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

AUTOR

GARRO MARQUEZ, BEDUARDO ERNESTO

ORCID: 0000-0003-2029-5531

ASESORA

ZÁRATE ALEGRE, GIOVANA MARLENE

ORCID: 0000-0001-9495-0100

CHIMBOTE – PERÚ

2023

1. Título de la Tesis

Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable, y su incidencia en la condición sanitaria de la población en la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash – 2022.

2. Equipo de Trabajo

AUTOR:

Garro Márquez, Beduardo Ernesto

ORCID: 0000- 0003–2029–5531

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, estudiante de pregrado,
Chimbote, Perú.

ASESORA:

Mgtr. Zarate Alegre, Giovana Marlene

ORCID: 0000-0001-9495-0100

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad Ciencias e
Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Chimbote, Perú.

JURADOS

Mgtr. Sotelo Urbano Johanna del Carmen

ORCID: 0000-0001-9298-4059

Mgtr. Bada Alayo Delva Flor

ORCID: 0000-0002-8238-679X

Mgtr. Lázaro Díaz Saúl Heysen

ORCID: 0000-0002-7569-9106

3. Hoja de firma del Jurado y Asesor

Mgtr. Sotelo Urbano, Johanna del Carmen
Presidente

Mgtr. Bada Alayo, Delva Flor
Miembro

Mgtr. Lázaro Díaz, Saúl Heysen
Miembro

Mgtr. Zarate Alegre, Giovana Marlene
Asesora

4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria

Agradecimientos

Agradezco a Dios por todas sus bendiciones que siempre ha brindado, conmigo y con mi familia.

Quiero agradecer a toda mi familia, compañeros y amigos, por apoyarme en cada momento difícil. En especial, quiero hacer mención de mis padres Gudberto y Dalmira, que siempre estuvieron ahí para darme palabras de aliento y un abrazo reconfortante para seguir adelante.

Muchas gracias a todos.

Dedicatoria

Dedico esta tesis a Dios, a mis padres quienes me dieron vida, educación, apoyo y consejos. A mi esposa Deisi e hijas Amaia y Amira quienes fueron más que un motivo, un motor para seguir adelante. A mis maestros y amigos, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer esta tesis. A todos ellos se los agradezco.

5. Resumen y abstract

Resumen

Esta investigación se enfocó en la evaluación del actual sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Tupac Amaru Chunamara, y proponer mejoras en el sistema de agua potable con el fin de mejorar la condición sanitaria de la población. Por lo que se planteó el siguiente **enunciado del problema** ¿La evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash, mejorará la condición sanitaria de la población - 2022?, se propuso como **objetivo general**: Desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2022. **La metodología** fue de tipo correlacional, el nivel cualitativo y cuantitativo. Los **resultados** fueron; el diseño de la nueva captación de fondo, línea de conducción de tubería pvc clase 10, el reservorio con un volumen de 10m³, la línea de aducción y red de distribución con tubería pvc clase 10 de diámetro de ½ hasta 1". Se **concluyó** con un diagnóstico mediante una evaluación realizada en el actual sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Tupac Amaru Chunamara, donde se obtuvieron resultados desfavorables con la condición del sistema tanto en infraestructura y funcionamiento. Es por ello se propuso el mejoramiento para mejorar la condición sanitaria de la población.

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

Abstract

This research focused on the evaluation of the current drinking water supply system in the town of Tupac Amaru Chunamara, and proposing improvements in the drinking water system in order to improve the sanitary condition of the population. Therefore, the following statement of the problem was proposed: Will the evaluation and improvement of the drinking water supply system in the town of Tupac Amaru Chunamara, district of Huaraz, province of Huaraz, department of Ancash, improve the health condition of the population? 2022?, the general objective was proposed: Develop the evaluation and improvement of the drinking water supply system of the town of Tupac Amaru Chunamara, district of Huaraz, province of Huaraz, department of Ancash, for its impact on the sanitary condition of the population. population - 2022. The methodology was correlational, qualitative and quantitative level. The results were; the design of the new bottom catchment, conduction line of class 10 pvc pipe, the reservoir with a volume of 10m³, the adduction line and distribution network with class 10 pvc pipe with a diameter of ½ to 1". It was concluded with a diagnosis through an evaluation carried out in the current drinking water supply system of the town of Tupac Amaru Chunamara, where unfavorable results were obtained with the condition of the system both in infrastructure and operation. That is why the improvement was proposed to improve the sanitary condition of the population.

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

6. Contenido

1. Título de la Tesis	ii
2. Equipo de Trabajo	iii
3. Hoja de firma del Jurado y Asesor	iv
4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria	v
5. Resumen y abstract.....	vii
6. Contenido	x
7. Índice de gráficos, tablas y cuadros.....	xii
I. Introducción.....	1
II. Revisión de la literatura	4
2.1. Antecedentes	4
2.1.1. Antecedentes internacionales	4
2.1.2. Antecedentes nacionales	4
2.1.3. Antecedentes locales	5
2.2. Bases teóricas de la investigación.....	7
2.2.1. Población:	7
2.2.2. Agua potable:	9
2.2.3. Abastecimiento de agua potable:	11
2.2.4. Incidencia sanitaria:	23

2.2.5. Evaluación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.	24
2.2.6. Mejoramiento del sistema de abastecimiento:.....	25
III. Hipótesis.....	26
IV. Metodología	27
4.1. Diseño de investigación.....	27
4.2. Población y muestra	28
4.3. Definición y operacionalización de variable.....	29
4.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	31
4.4.1. Técnicas de recolección de datos.....	31
4.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	31
4.5. Plan de análisis	31
4.6. Matriz de consistencia.....	33
4.7. Principios éticos.....	35
V. Resultados.....	36
5.1 Resultados.....	36
5.2 Análisis de Resultados	49
VI. Conclusiones	50
Aspectos complementarios.....	52
Referencias Bibliográficas	53
Anexos	58

7. Índice de gráficos, tablas y cuadros

Índice de Gráficos

Grafico 1. Calidad de agua potable.....	10
Grafico 2. Abastecimiento por gravedad.....	12
Grafico 3. Abastecimiento por bombeo.....	13
Grafico 4. Captación de aguas pluviales.....	14
Grafico 5. Captación de aguas superficiales.....	15
Grafico 6. Correcto funcionamiento de captación d agua potable.....	15
Grafico 7. Línea de conducción.....	19
Grafico 8. Cámara rompe presión.....	19
Grafico 9. Reservorio de almacenamiento y sus elementos.....	21
Grafico 10. Red Ramificada	23
Grafico 11. Sistema de abastecimiento de agua potable.....	25
Grafico 12. IEvaluación de la icobertura de agua potable.....	45
Grafico 13. Evaluación de la cantidad de agua potable	46
Grafico 14. Evaluación de la continuidad de agua potable.....	47
Grafico 15. Evaluación de la calidad de agua potable	48

Índice de Tablas

Tabla 1.	Dotación por número de habitantes.....	11
Tabla 2.	Dotación por región.....	11
Tabla 4.	Análisis de la Demanda.....	39
Tabla 5.	Calculo hidráulico y dimensionamiento de la línea de conducción	39
Tabla 6.	Diseño de captación.....	41
Tabla 7.	Parámetros de Línea de Conducción	42
Tabla 8.	Diseño de Línea de Conducción.....	43
Tabla 9.	Diseño de Línea de Aducción.....	44
Tabla 10.	Reservorio.....	44
Tabla 11.	Detalle de reposición de red de distribución; Error! Marcador no definido.	
Tabla 12.	Conexión domiciliaria	¡Error! Marcador no definido.

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Resumen de la situación del sistema de abastecimiento de agua potable.....	36
--	----

I. Introducción

Este proyecto de investigación está dirigido al estudio de la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash; se observaron las problemáticas en cuanto los componentes e hidráulicos, donde se encuentra con el paso de tiempo con deterioros por el falta de mantenimiento, que se encuentra la falta de seguridad de las tapas, accesorios rotos, etc; turbiedad, cumulo de musgos, generación de oxidación, tubos al intemperie, pérdidas del caudal en el recorrido, el reservorio se tiene poco cuidado, esta con vegetación en la parte exterior y el sistema de cloración esta sin operación, pero con los componentes completos y en su interior hay animales que han invadido por su falta de uso, la CRP-07 no tiene en su mayoría la válvula flotador, por ende, la distribución del agua es desigual, no hay buen fraccionamiento de agua y están expuestos a la inseguridad algunas estructuras. Donde se planteó la siguiente interrogante: ¿La evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash, mejorará la condición sanitaria de la población - 2022? Para resolver la incógnita del objetivo: Evaluar y mejorar el sistema de abastecimiento agua potable, para obtener la mejora de la condición sanitaria en la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash – 2022. Se justifica que en el estado actual en la que se encuentra el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash, de evaluar y proponer la mejora, de concientizar a los pobladores del cuidado del medio ambiente, tanto el suelo, aire y del agua, sea

sostenible estos recursos, en lo social de cambiar la idiosincrasia que tiene las persona de la gestión y operación, con capacitaciones, en lo económico que no sean afectados el bolsillo de las familias con respecto del uso del agua y enfermedades relacionadas, en niños y adultos y en lo académico servirá para la impulsar a los futuros investigadores con estas mismas problemas y variables. La metodología se planteará un tipo de investigación descriptivo porque se detallará de la situación actual en que se encuentra, de enfoque cualitativo porque se recopilará la información, enfoque cuantitativo porque se utilizará enumerar y no solo mencionar, observacional no experimental por no se manipulará las variables y de corte transversal porque la investigación se realizará en una sola vez tomado los datos. El universo y muestra están conformado por el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash. La técnica e instrumentos de datos serán la encuesta, fichas técnicas, cuestionarios, fuente documentaria, para una evaluación de las variables y mejoramiento de las mismas, el plan de análisis consiste en procesar los datos obtenidos de la técnica descriptiva, las normas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, si cumplen, para la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable. Resultados se evaluó cada componente de agua, en donde se describió cada problema y el estado en que se encuentra, el caudal que circula, el consumo de agua directo, la mala distribución y la falta de los accesorios de control que faltan, el cual necesita para un buen fraccionamiento del agua, que con capacitación y la participación de los pobladores y mantenimiento general se tendrá el caudal para su uso. En cuanto las conclusiones se evaluó los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable, en donde se encontró problemas de mínimas desde

la captación, como el aforo, accesorios, tapas sanitarias, fisuras, fugas, falta de seguridad de las CRP de tipo 6 y 7, el no uso del sistema de cloración y de no contar con el personal no calificado, la mal distribución del consumo del agua, para la mejora de calidad de vida de la población.

II. Revisión de la literatura

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

- a. Según zuñiga (2), en su tesis, evalúa la calidad del agua para la ciudad de Antofagasta – Chile, en el contexto de suministro de distintos tipos de agua potable para la ciudad, en específico el suministro de agua potable desalada para eso se analizaron las muestras con las normativas chilenas y fueron evaluadas a partir de un índice global de calidad del agua, los resultados obtenidos revelaron que el agua potable para Antofagasta estaba entre los márgenes aceptables de la normativa chilena.
- b. Según Alvarado (3), en su tesis, tuvo como objetivo general el Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, Gonzanamá, tiene como objetivo analizar física, química y bacteriológicamente el agua de la captación y aforar la fuente de abastecimiento, la metodología utilizada por él es de tipo analítica no experimental, teniendo como conclusión el presente estudio sera la herramienta fundamental para la ejecución o construcción, será posible implementar un sistema de abastecimiento para la comunidad de San Vicente, que cumpla las condiciones.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- c. Según Valdez (4), en su tesis tuvo como objetivo general evaluar y proponer el mejoramiento del sistema de agua potable del centro poblado de Acuzazu, provincia de Oxapampa, el método en su tesis fue científico

el nivel de su investigación fue descriptivo y el diseño de su investigación fue no experimental, la muestra de la investigación está dada por 43 familias y 258 habitantes, como conclusión de su investigación nos dice que el sistema de agua potable es deficiente ya que los componentes no cumplen con las especificaciones y normas de diseño lo cual se tiene que el flujo del agua no llegue a los domicilios no logrando satisfacer las necesidades de la localidad.

- d. Según Valencia (5), en su tesis propuso como objetivo general la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado la florida, distrito de Satipo, departamento de Junín, su metodología fue correlacional, cuantitativo y cualitativo, sus resultados fueron el diseño nuevo de la captación, línea de conducción PVC clase 10, reservorio de 10 m³, línea de aducción PVC clase 10 y red de distribución de ½ hasta 1 pulgada, se concluye que mediante una evaluación realizada al sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado la florida se obtuvo resultados desfavorables tanto en las infraestructuras como en el funcionamiento, es por eso que se propone el mejoramiento ya así mejorar la condición sanitaria del centro poblado la florida.

2.1.3. Antecedentes locales

- e. Según Menacho (6) en su tesis tuvo como objetivo desarrollar la evaluación y mejoramiento y mejorar la condición sanitaria del caserío de Mareniyoc, la metodología fue cualitativo observacional de corte

transversal, en su muestra fue los servicios básicos del caserío de Mareniyoc, se usó fichas técnicas y cuestionarios como resultado de la investigación se tuvo que las captaciones presentaban deficiencias como fisuras y grietas la red de distribución ya cumplió con su vida útil, las cámaras rompe presión se encuentran deterioradas según concluye que el sistema de abastecimiento se encuentra operativo necesita de mantenimiento preventivo y la condición sanitaria de la población es regular.

- f. Según Chirinos (7) en su tesis, opto como objetivo general, hacer el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el Caserío Anta, Moro - Áncash, la metodología que aplico en su investigación es diseño no experimental, tipo descriptivo, teniendo como conclusión, se realizó el diseño de abastecimiento de agua potable para 204 habitantes donde la demanda para este proyecto es 100 lt/hab/día, con aportes en época de sequias es de 0.84 l/s. Por consiguiente, el caudal máximo diario es 0.37 l/s caudal necesario para el diseño de la captación, línea de conducción y reservorio, el consumo máximo horario es de 0.57 l/s para el diseño de la línea de aducción y redes.

2.2. Bases teóricas de la investigación

2.2.1. Población:

Franco (10), define como una totalidad de individuos de la misma clase, con rasgos propios que coexisten en un área geográfica.

2.2.1.1. Población futura. Periodo de diseño

Para el periodo de diseño en las zonas rurales según el CONSUDE y la organización panamericana de la salud indica un periodo de funcionamiento de 20 años para los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable. (10)

Método de calculo

➤ **Método analítico:** Este método va depender del tiempo en el que se realizó el censo, basado en un ajuste matemático, el cual va variar en cuanto al volumen de la población.

➤ **Método aritmético:** Solo necesita la población en dos diferentes periodos, solo es para periodos cortos y cuando no se tiene mucha información, la fórmula es representada.

$$P_f = P_a + r(t) \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

P_f = Población futura.

P_a = Población

actual. r = Tasa de

crecimiento. t =

Tiempo en años.

➤ **Método geométrico:** Este método es normalmente utilizado cuando se va determinar el calculo de población en inicios, mas no cuando ya esta en forma de crecimiento, normalmente para zonas rurales.

$$P = P_0 * r^{(t-t_0)} \dots \dots \dots (2)$$

$$r = T^{l+1 - Tl} \sqrt{\frac{pl+1}{pl}} \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

P = Población a calcular.

Pi = Población

inicial. Po =

Población actual. r =

Tasa de crecimiento.

to = Tiempo final.

ti = Tiempo inicial.

2.2.2. Agua potable:

La Organización Mundial de la Salud (11) nos dice, que es muy difícil abastecer a todo el planeta, por el aumento de población, donde se va requiriendo cada vez más y más para nuestro consumo diario. Es llamado agua potable aquello que se puede ingerir sin causar algún riesgo en nuestra salud, para esto se lleva mediante un análisis donde tenga un pH adecuado, esto conlleva un proceso de potabilización según diversos análisis, solo se le implica a agua de manantiales o aguas subterráneas como puquios.

A) Calidad de agua potable:

La Organización Mundial de la Salud (11), muestra que el agua es un problema que tiene la concentración y admiración de todo el mundo por las repercusiones que se tiene habitualmente, ya sea por enfermedades gastrointestinales o intoxicaciones, por eso es que las empresas grandes de procesamiento para la limpieza de agua llevan al pie de la letra las normas. Debe tener el pH adecuado para el consumo entre 6,5 y 9,5 purificada con cloro, rayos ultravioletas, etc. La OMS encamina los esfuerzos mundiales por prevenir el padecimiento por el agua.

V. Parámetros de calidad del agua

Bacteriológicos	Organolépticos	Fisicoquímicos	Sustancias no deseadas	Sustancias inorgánicas
Coliformes totales	Color verdadero	Cloro residual	Nitratos	Arsénico
Coliformes fecales	Turbiedad	Cloruros	Nitritos	Cadmio
	Olor	Conductividad	Amonio	Cianuro
	Sabor	Dureza	Hierro	Cromo
		Sulfatos	Manganeso	Mercurio
		Aluminio	Fluoruro	Níquel
		Calcio	Sulfato de H.	Plomo

Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable. Acuerdo No.084 del 31 de julio de 1995. Vigente 4 de octubre de 1995.

Gestión de riesgo asociado al recurso hídrico



Grafico 1. Calidad de agua potable.

Fuente: OMS.

B) Demanda de agua:

Torregosa (12), define como el conflicto entre la sociedad por la adquisición del agua, un trabajo de los habitantes del planeta para trabajar en conjunto con valores, ya que al haber más población en algunos lugares es más escaso, así mismo la demanda de agua se va dando a la cantidad de consumo por sectores económicos y población. En base al volumen que se extrae es como se va produciendo y purificando.

C) Dotación:

Torregosa (12), lo llama así, por la cantidad de agua que cada habitante necesita para cubrir necesidades, dentro de ello se le incluye diversos aparatos que existan o el tipo de establecimiento que tenga.

Tabla 1. Dotación por número de habitantes.

POBLACIÓN (habitantes)	DOTACIÓN (l/hab./día)
Hasta 500	60
500 - 1000	60 - 80
1000 - 2000	80 - 100

Fuente: Normas técnicas IS.010

Tabla 2. Dotación por región.

REGIÓN	DOTACIÓN (l/hab./día)
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

Fuente: Normas técnicas IS.010

D) Consumo diario anual:

Este consumo está determinado por la población calculada al periodo de tiempo establecido, llamada población “futura” y la dotación por persona según el lugar o número de habitantes corresponda, expresada en litros por segundo.

$$Q_p = \frac{p_f * dotación}{86400 \text{ ls/día}} \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

Q_p = Consumo promedio.

P_f = Población futura.

2.2.3. Abastecimiento de agua potable:

Vásquez (13), lo define como el trabajo conformado por accesorios de ingeniería para trasladar de un punto a otro.

A) Tipos de abastecimiento de agua potable:

Para el Ministerio de Salud (14) establece 4 tipos de sistemas de abastecimiento.

a) Gravedad sin planta de tratamiento:

Compuesta, por captación, conducción, reservorio, distribución, y conexión domiciliaria o pileta pública.

b) Gravedad con planta de tratamiento:

Compuesta por los mismos elementos, pero con una calidad bacteriológica.

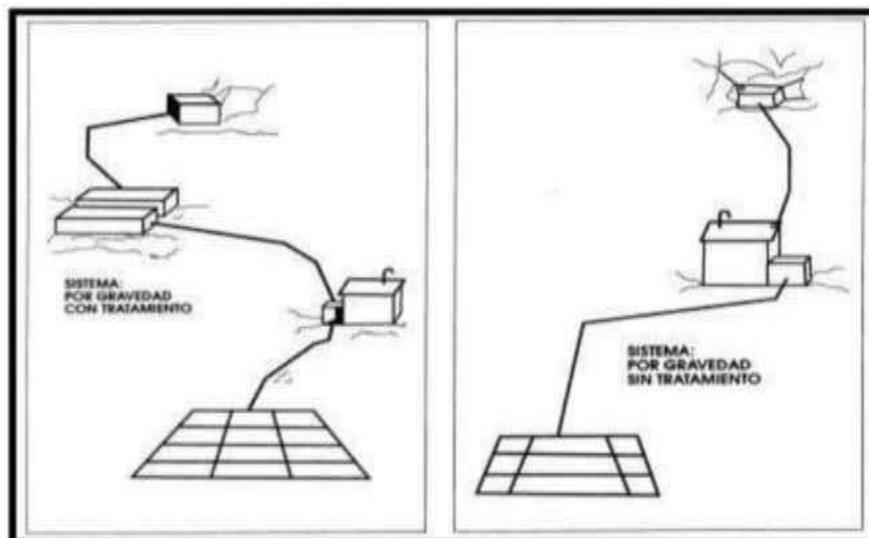


Grafico 2. Abastecimiento por gravedad.

Fuente: MINSA.

c) Bombeo sin planta de tratamiento:

Formada por una bomba en el interior de la superficie para elevar el agua a algún reservorio mediante presión, esta no cuenta con un sistema de tratamiento, mayormente se usa cuando el agua es directamente de manantial.

d) Bombeo con planta de tratamiento:

Compuesta por una (captación, conducción, planta de tratamiento, caseta y de válvula.)

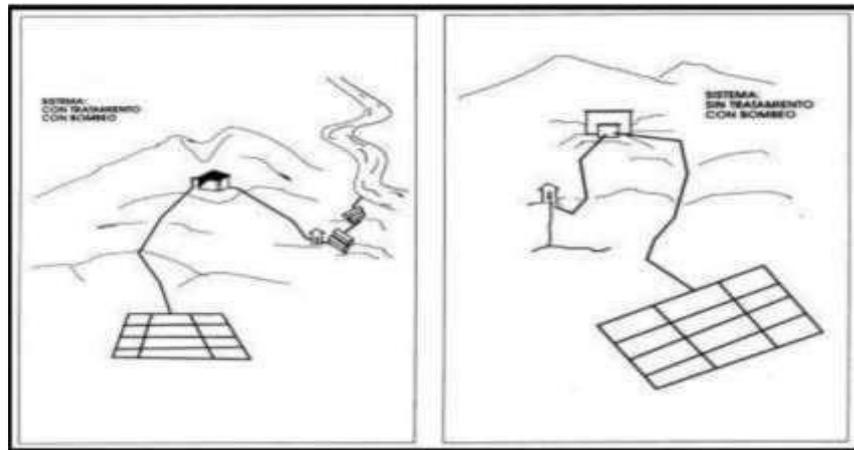


Grafico 3. Abastecimiento por bombeo.

Fuente: MINSA (1993).

B) Componentes del sistema de abastecimiento:

a) Captación:

Según Vásquez (13) es el inicio de este proceso, se adquiere de ríos, pozos, manantiales, filtraciones y más muy cuidadosamente, se realiza mediante tuberías paralelas o perpendiculares al sentido del agua, su tamaño y material puede variar entre acero y PVC. En cuanto sean aguas subterráneas, será por bombeo y aguas superficiales, otro método más conocido.

Tipos de captación:

➤ **Captación de aguas pluviales:**

Este método se utiliza cuando es imposible obtener aguas superficiales o subterráneas y más aún cuando es una zona de

lluvia, para esto utilizamos como herramienta los techos de las mismas viviendas como captación para poder distribuirlas.



Grafico 4. Captación de aguas pluviales.

Fuente. Jorge Luis Prieto.

➤ **Captación de aguas superficiales:**

Conformadas por aguas que discurren naturalmente de la superficie terrestre principalmente de lagos, lagunas, ríos, pozos y todo tipo de agua superficial que pueda cumplir con un abastecimiento a alguna población, localidad o también como zona de riego para otras finalidades.

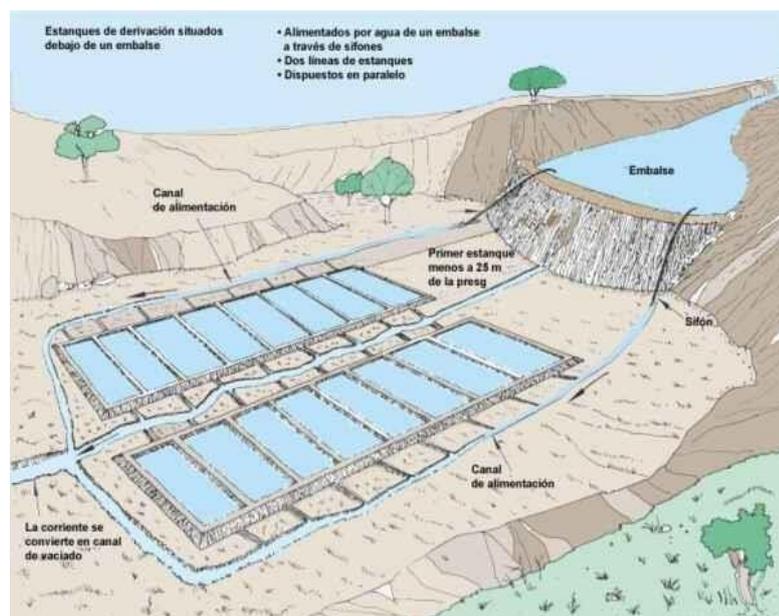


Grafico 5. Captación de aguas superficiales.

Fuente: Fao

➤ **Captación de aguas subterráneas:**

Son las filtraciones de suelo hasta zona de saturación, formando aguas subterráneas, su brote dependerán de sus características hidrológicas y formación geológica de su acuífero.

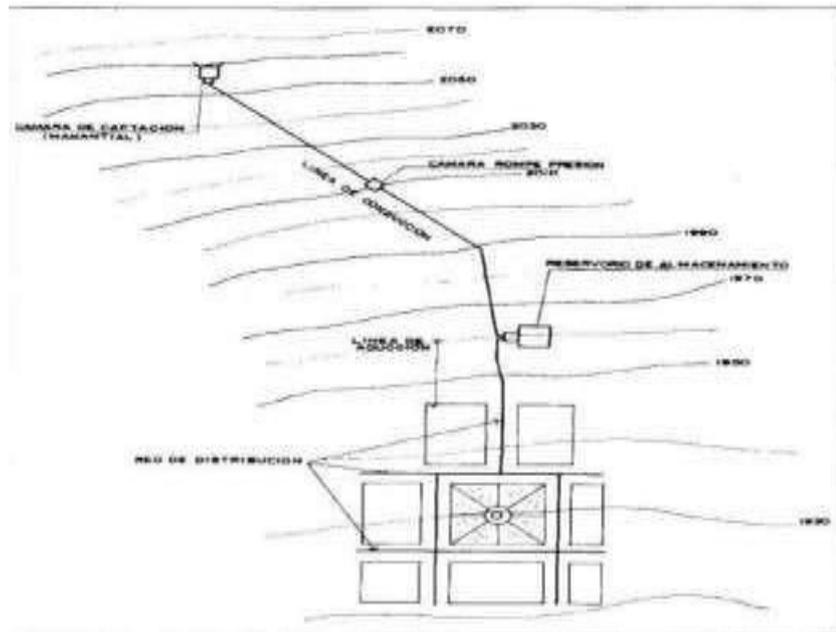


Grafico 6. Correcto funcionamiento de captación d agua potable.

Fuente: Roger A.

Caudal:

La definición de Hernández (15), nos dice que es el volumen (litros, metros cúbicos, etc.) de fluido que pasa por secciones de ductos (tuberías, caños, oleoductos, ríos, canales, etc.) por unidad de tiempo.

Medición del caudal:

En el caso que se quiera medir, para realizar algún cálculo, se deberá realizar un aforo, con recipientes de diferentes tamaños, por ejemplo, de 20 litros, graduado en 5 litros, por el tiempo que demora en llenar en 5 repeticiones.

$$Q = \text{Volumen (l)} / \text{Tiempo (s)} \dots\dots\dots (5)$$

Cámara de captación:

Según Seecon (16), inicia desde el afloramiento de agua, ahí mismo se le diseña una estructura para cuidar, y movilizar al reservorio de almacenamiento de acuerdo al estudio de la zona topográfica y al tipo de materiales, fijándose en cuantos grados se encuentra y la forma del área, con los estudios necesarios como la evaluación inicial de los recursos hídricos, como el balance de agua, los suministros y en qué estado se encuentran. Un pequeño error puede ser fatal y el fracaso, por eso mismo se necesita el apoyo de todos los beneficiados para el cuidado mediante va depender mucho del ancho de la pantalla, es decir la cantidad del diámetro del afloramiento del agua del orificio.

Longitud desde donde aflora hasta la cámara húmeda.

Perdida de energía en el orificio.

$$H_o = 1.56x (V^2) / 2g \dots\dots\dots (6)$$

$$H_F = H - h_o \dots\dots\dots (7)$$

Perdida de carga de captación.

Donde:

H= Carga sobre el centro del orificio. h_o : pérdida de carga en el orificio (m)

Hf : pérdida de carga afloramiento en la captación (m).

Distancia entre el afloramiento y la captación:

$$L = HF/0.30 \dots \dots \dots (8) \text{ Donde:}$$

L: Donde aflora hasta su captación (m).

Velocidad de paso. (m/s):

$$V_{2t} = C_d * \sqrt{2gH} \dots \dots \dots (9)$$

b) Línea de conducción:

Méndez (17), empieza en donde se construye la cámara del afloramiento, aprovechando la carga estática, para una distribución donde haya igualdad de presión y pueda soportar el material. El diseño es variable, se puede acomodar al perfil del caso, como zonas rocosas, o áreas problemáticas.

➤ **Clase de tubería:**

Para la elección de tubería debe tener como requisito las diferencias de cotas, para poder determinar el espesor y clase de tubería según a la presión que esta será puesta, puede apoyarse este sistema de conducción mediante cámaras rompe presiones o válvulas de aire si así se requiera. (17)

Tabla 3. Clase de tuberías según diferencia de columna de agua.

CLASE	PRESION MAXIMA DE PRUEBA (m)	PRESION MAXIMA DE TRABAJO (m)
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

Fuente: N.T.P.

➤ **Línea de conducción por gravedad:**

Según Sandoval (18), cuando existe mucha diferencia en cotas topográficas, permitiendo naturalmente la fluidez desde el inicio hasta el punto de entrega sin ningún bombeo mecánico, se puede trabajar con tuberías o canales, en los dos casos es 0.60 m/ de velocidad ya establecido, teniendo en cuenta las condiciones de seguridad para el agua.

➤ **Línea de conducción por bombeo:**

Según Olamo (19), cuando no hay diferencias en cotas en todo el sistema, y necesita alguna ayuda mecánica, se recomienda el uso de la fórmula de Hazen y Willians.

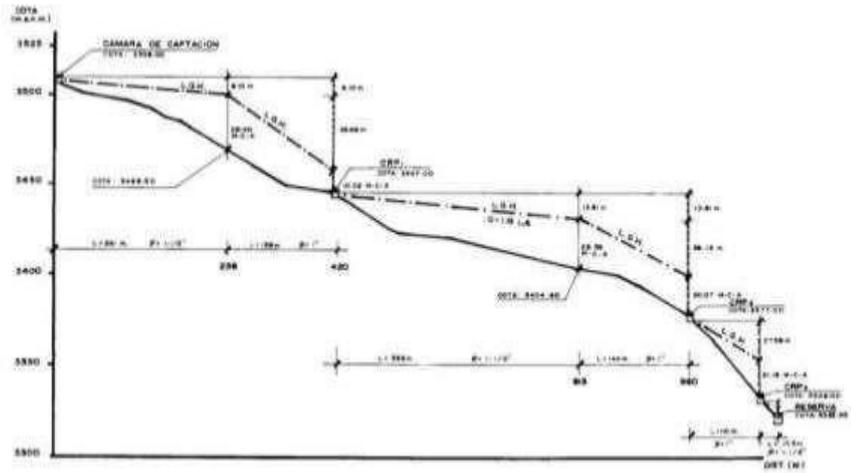


Gráfico 7. Línea de conducción.

Fuente: Roger A.

c) Cámara rompe presión:

Según Méndez (17), necesaria cuando generan internamente la presión máxima más allá de lo que pueda soportar las tuberías, precisamente su tarea es de suma importancia ya que reduce la fuerza, presión hidrostática a cero para un nuevo balance y una fluidez normal dentro de las tuberías así no haya un desgaste prematuro internamente y se puedan producir fugas, se da mediante los tipos 6 y 7.

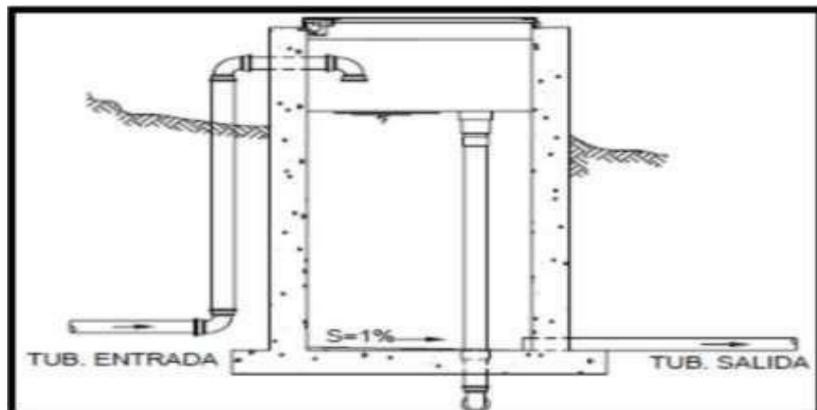


Gráfico 8. Cámara rompe presión.

Fuente: Salvador T.

d) Tratamiento de agua:

Según la Organización mundial de la salud (12), se realiza mediante una planta de tratamiento de agua potable es el proceso más cuidadoso donde se lleva una serie de pasos para poder ser procesada:

- Se retira toda clase de desechos no deseados.
- Desarenado, expulsa partículas que no sea agua.
- Floculado, agita la masa de agua coagulada con movimientos, para promover el crecimiento de los flósculos y su conservación, hasta que la suspensión de agua y flósculos salga de la unidad. La energía que produce la agitación del agua puede ser de origen hidráulico o mecánico.
- Decantadores o sedimentadores, expulsan un segmento del
- material fino.
- Filtros, este elemento se encarga de separar los sólidos, el control necesario del cloro y la protege de toda clase de contaminación, evitando que cambie la composición primordial del agua.
- Dispositivo de desinfección.

e) Reservorio:

Según Quezada et al. (20), es donde queda almacenada el agua proveniente de algún manantial, en estas estructuras nos brinda el agua permanente para después ser trasladada a hogares o alguna zona beneficiada, normalmente se diseña de acuerdo a las zonas en casos de alturas se manipulan por gravedad y poca presión interna. Flotantes, se conduce a la red y el remanente se almacena, son

reguladores de presión y cabecero, se da por gravedad y bombeo se conducen a la línea de aducción y distribución.

➤ **Capacidad:**

Se da cuando su sistema de abastecimiento son las 24 horas del día, lo cual una cuarta parte de su volumen estará entre unas 6 horas al día y cuando es por bombeo una quinta parte, conformadas por un volumen de reserva, seguridad y contra incendio, en zonas rurales solo se tiene el de almacenamiento debido a que la población es muy pequeña.

➤ **Forma:**

Es recomendable que sea en forma circular, porque así podremos hallar aún más rápido su área y perímetro.

$$P = \gamma a * h \dots \dots \dots (10)$$

Cuando solo existe empuje de agua, la presión en bordes es= 0, y la máxima presión, en la base.

$$v = (\gamma a * h^2 * b) / 2 \dots \dots \dots (11)$$

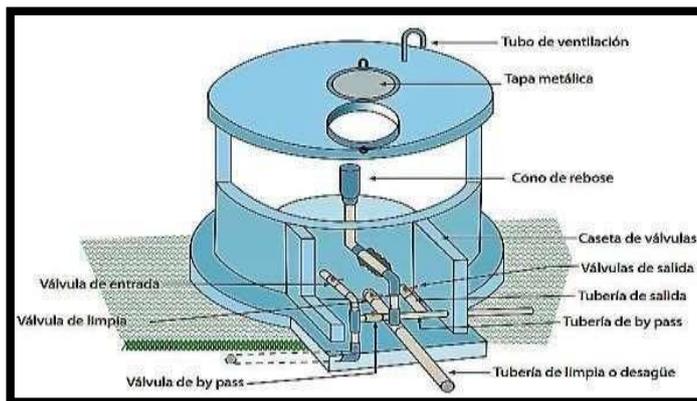


Grafico 9. Reservorio de almacenamiento y sus elementos.

Fuente: Aurora molina.

f) Línea de aducción:

Según Zúñiga (21), les llama líneas de aducción o impulsos a las grandes arterias que movilizan el fluido desde que salen del reservorio, hasta el enlace a las líneas de distribución, lo cual funcionan como tuberías primarias, no van conectadas directamente a los domicilios y son de tuberías HFD de acuerdo a la norma NTP 2531.

g) Red de distribución:

Según Saldarriaga (22), es un conjunto de instalaciones entrelazadas en un área con un finde trasladar de un punto hacia otros suministros para satisfacción de los habitantes, estos sistemas de distribución se realizan de acuerdo a la tarea que se quiere desempeñar. Las que alimentan lugares de diámetros pequeños son las llamadas “redes secundarias o relleno” y también encontramos las principales para diámetros extensos.

Se debe tener un extremo cuidado en algunos puntos importantes como la presión, la velocidad, el diámetro, las válvulas, para un traslado adecuado y garantizado así no haya fugas debido a la fuerza con la que se traslada, su velocidad debe ser entre la mínima de 0.60 m/s y máxima de 3m/s, si su mínima es menor se presenta el deterioro de las tuberías y líneas de conducción.

h) Conexiones domiciliarias:

Según el reglamento de instalaciones domiciliarias de agua potable (23), comprende desde el punto de la tubería de red de distribución

hasta la llave de paso, bien sea exterior, como interior de la vivienda, incluyendo arranques, uniones, conexiones y empalmes, y deberá estar a cargo de un ingeniero civil.

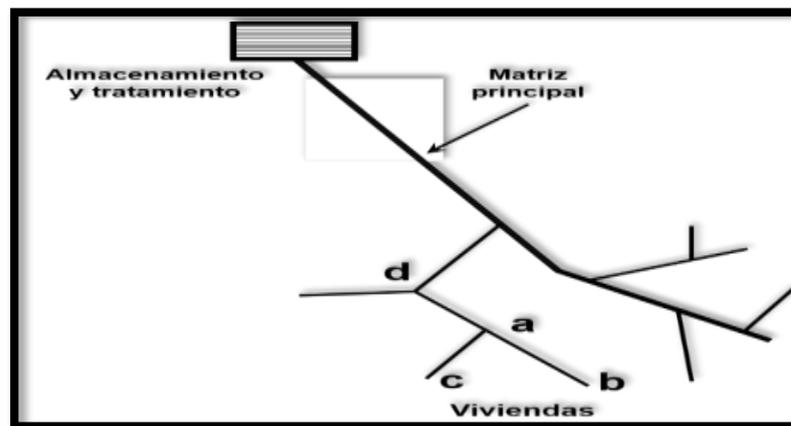


Grafico 10. Red distribución.

Fuente: Eytan Gur.

2.2.4. Incidencia sanitaria:

Según Andalucía (24), las incidencias sanitarias muestran la zona de riesgos que corre una población debido a enfermedades, en los caseríos, es mayor el índice de contaminación por las tuberías que puede adquirir el agua, causando muerte o lesión, el saneamiento que se debe realizar debe cumplir las normas necesarias de seguridad para evitar infecciones como diarreas entre otras enfermedades y asegurar la zona en caso de accidentes. La relación que guarda el saneamiento y la higiene, en especial acción principal de riesgo es de un alto porcentaje, estos incidentes atacan a las zonas rurales por mayoría.

2.2.5. Evaluación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.

El objetivo principal es poder brindar una buena cantidad y calidad que pueda surtir a habitantes de una localidad, cumpliendo lo establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) indicando el contenido adecuado de sales minerales disueltas para poder ser consumido por los seres humanos, el cual va de la mano con un correcto diseño hidráulico. (28)

Captación

Como requisito principal es que obtenga la cantidad necesaria de agua para lo que requieran dicha comunidad y debe estar en buen estado estructural, puede ser de un manantial o varios.

Conducción

Objetivo principal que pueda lograr mover masas de agua de un punto a otro según el estudio hidráulico por el cual se diseñó.

Reservorio

Tener el volumen adecuado para poder abastecer a la población las 24 horas del día en caso suceda algún imprevisto y estar en buen estado estructural.

Aducción

Un correcto funcionamiento desde el reservorio hasta la línea de distribución.

Red de distribución

Debe ser constante y adecuada en cuanto a calidad y cobertura, llegando a cada una de las viviendas requeridas.

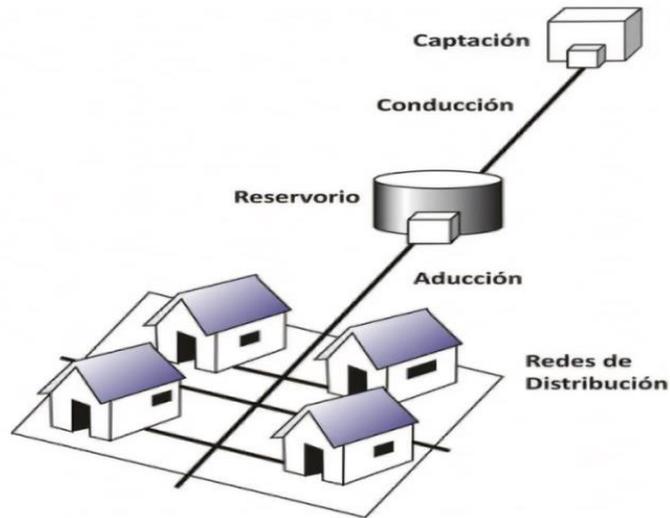


Grafico 11. Sistema de abastecimiento de agua potable.

Fuente: Paredes G.

2.2.6. Mejoramiento del sistema de abastecimiento:

Dice Alegría (29), que el mejoramiento se da por una evaluación del sistema, reconociendo las partes en mal estado para un rediseño, con una mejor continuidad las 24 horas del día y un mayor alcance de población, también se analizará la calidad de agua, mediante un análisis químico y bacteriológico, contando con una cámara de mantenimiento que se recomienda analizar cada cierto tiempo establecido, de acuerdo a normas.

III. Hipótesis

No aplica por ser descriptiva.

IV. Metodología

4.1. Diseño de investigación

La investigación a realizar es 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.

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 manipulación de variables.

El diseño de la presente investigación sobre la evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable de la localidad de Tupac Amaru Chunamara, es no experimental de tipo transversal, ya que aplica muestras, técnicas y herramientas, sin alterar las variables de estudio, se observan los fenómenos tal como se dan en su contexto natural y posteriormente se examinan.

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

4.2. Población y muestra

4.2.1. Población

La población es todo el sistema de abastecimiento de agua potable pertenecientes a la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash.

4.2.2. Muestra

La muestra es considerada todo el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash. Ya que cualquier falencia en cualquier parte del sistema afecta, por completo a todos los beneficiarios.

4.3. Definición y operacionalización de variable

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash.	Un sistema de abastecimiento de agua potable tiene como finalidad primordial, la de entregar a los habitantes de una localidad, agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades, por lo que este líquido es vital para la supervivencia para los humanos.	Se realizará la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable que abarcará toda la localidad de Tupac Amaru Chunamara, hasta la red de distribución.	Captación.	Tipo de captación	Nominal
				Caudal	Intervalo
			Línea de Conducción	Tipo de tubería	Nominal
				Diámetro	Nominal
Reservorio	velocidad	Intervalo			
	Presión	Intervalo			
Reservorio	Velocidad	Nominal			
	Tipo de reservorio	Nominal			
Reservorio	volumen	Nominal			
	Tipo de material	Nominal			
Reservorio	Forma del reservorio	Nominal			
	ubicación de reservorio	Nominal			
Reservorio		Nominal			
	Tipo de Tubería	Nominal			

			Línea de Aducción	Diámetro velocidad presión clase de tubería	Intervalo Oí 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)

4.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

4.4.1. Técnicas de recolección de datos

Se aplico 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 localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash.

4.4.2. Instrumentos de recolección de datos

4.4.2.1. Encuestas:

Se realizaron preguntas a los pobladores de la localidad de Tupac Amaru Chunamara, 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.

4.5. Plan de análisis

Posteriormente a la etapa de toma de datos (censos), fotos, y recolección de información, se determinará el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash, para conocer las áreas

afectadas a mejorar y restablecer el sistema. Se aplico encuestas y fichas técnica lo cual serán evaluadas de acuerdo y sustentadas en puntajes de afectaciones del sistema, según la clasificación de las lesiones. Los datos obtenidos fueron procesados mediante las técnicas estadísticas descriptivas que permitirá a través de los indicadores cuantitativos obtener los resultados para el progreso de la condición sanitaria, con la finalidad de cumplir con el objetivo de la evaluación y mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable.

4.6. Matriz de consistencia

EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE TUPAC AMARU CHUNAMARA, DISTRITO DE HUARAZ, PROVINCIA DE HUARAZ, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN – 2022				
Caracterización del problema	Objetivos de la investigación	Marco teórico y conceptual	Metodología	Referencias bibliográficas
<p>En el último padrón respecto a la cobertura de agua potable a nivel mundial se registraron que el 71 % de la población mundial, cuenta con un servicio de agua potable de manera segura sin libre de contaminación, se realiza que a nivel mundial 96 países gestionan el agua de manera segura lo cual representan 2.600 millones de habitantes Sin embargo, los 844 millones carecían de servicio de agua potable en el continente de África</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar y mejorar el sistema de abastecimiento agua potable, para obtener la mejora de la condición sanitaria en la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash – 2022.</p>	<p>Antecedentes:</p> <p>Internacionales Nacionales Locales</p> <p>Bases teóricas:</p> <p>Agua potable Evaluación Mejoramiento</p>	<p>Tipo de la investigación</p> <p>El tipo de investigación fue descriptivo</p> <p>Nivel de la investigación</p> <p>Es de enfoque cuantitativo y cualitativo</p> <p>Diseño de la investigación</p> <p>No experimental</p> <p>Universo y Muestra</p> <p>Universo: estará constituida por el sistema de</p>	<p>1. Molina G. Proyecto de mejoramiento del sistema de distribución de agua para el casco urbano de Cucuyagua, Copán [Tesis de título profesional]. Honduras: Universidad Nacional Autónoma de Honduras; 2012.</p>

<p>solo el 58 % de 159 millones de personas recolectan agua directamente de la superficie como también una de cada tres personas usa servicios en sus viviendas alrededor de 1.900 millones¹.</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 en la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash - 2022. 2. Determinar la dotación de agua requerida en el sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash – 2022. 3. Determinar las velocidades, pérdidas de carga y presiones en la línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash - 2022. 4. Proponer la mejora del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash - 2022. 5. Obtener la condición sanitaria de la población en la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash - 2022. 	<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 de la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash.</p> <p>Definición y operacionalización de variables:</p> <p>Evaluación y Mejoramiento</p> <p>Técnicas: Encuestas</p> <p>Instrumentos Fichas de Evaluación</p> <p>Plan de análisis Evaluar todo el sistema de abastecimiento de agua potable</p> <p>Principios éticos Ética Profesional</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2. Alvarado P. Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá [Tesis de título profesional]. Loja, Ecuador: Universidad técnica de Ambato; 2013.
--	--	---	---	--

Fuente: Elaboración propia (2023)

4.7. 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.

V. Resultados

5.1 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 en la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash - 2022

Cuadro 1. Resumen de la situación del sistema de abastecimiento de agua potable

Elemento evaluado	Resultados	Tiempo de utilidad	Situación	Descripción
Captación Yulac Patza	Se encontró una captación de ladera concentrado, cuenta una estructura de concreto en mal estado partes de sus componentes tales como los aleros de ambos lados en la cámara seca se encontró fisuras en el concreto y la tapa sanitaria con oxidación. Requiere una mejora del componente.	25 años	Malo	Se debe de diseñar la captación Yulac con cerco perimétrico y todos sus componentes, según diseño.
CRP-6 N° 1 (YP)	Se encontró una CRP tipo 7 en mal estado sin canastilla, la tapa sanitaria oxidada sin seguro, con dimensiones de la estructura de 0.90x0.90m, en su estructura con fisuras e desprendimiento de pintura.	25 años	Malo	Se requiere demoler y construir una nueva obra de arte y sus componentes, según diseño.
CRP-6 N° 2 (YP)	No cuenta con tubo de ventilación, componente inoperable en la actualidad.	25 años	Malo	Se requiere demoler y construir una nueva obra de arte y sus componentes, según diseño.

Reservorio rectangular (10m ³)	Reservorio apoyado de dimensiones 2.85 x 3.18 m, e=0.10 m, se inspecciono que tiene una caseta de cloración con dimensiones de 2.02x1.93 m. con una altura de 2.0 m., la estructura es de concreto en el cual presenta fisuras y grietas. Requiere un mejoramiento.	25 años	Malo	Se requiere demoler y construir un nuevo reservorio, cerco perimétrico y con todos sus componentes
Válvula de control	Válvula de Control N° 01. Esta estructura cuenta una estructura en mal estado dimensiones	25 años	Malo	Se debe de construir nueva estructura y sus componentes, según diseño.
CRP-7 N° 1	Con losa de fondo, muros y techo de concreto armado. Tapa sanitaria con oxidación sin candado de seguridad, con maleza dentro del componente.	25 años	Malo	Se debe de construir nueva estructura y sus componentes, según diseño.
Válvula de purga	Con losa de fondo, muros y techo de concreto armado. Tapa sanitaria con oxidación sin candado de seguridad, con maleza dentro del componente.	25 años	Malo	Se debe de construir nueva estructura y sus componentes, según diseño.
Válvula de control	Con losa de fondo, muros y techo de concreto armado. Tapa sanitaria con oxidación sin candado de seguridad, con maleza dentro del componente. Con grietas y fisuras, tuberías con fugas de agua.	25 años	Malo	Diseñar la válvula de control estructuralmente y sus componentes del diseño.
Línea de aducción	Longitud de 2.3km con diámetro de 1 pulgada.	25 años	Malo	Se requiere diseñar la línea de distribución, su diámetro.
Red de distribución	Con una longitud de 6.30 km aprox. Con diámetros variables desde 1 pulgada. Se encuentra en optimas condiciones	25 años	Bueno	No requiere cambios para el componente.

Conexiones domiciliarias	Se cuenta con 137 viviendas con el servicio de agua y 2 escuelas.	25 años	Bueno	Cuenta con las conexiones domiciliarias en buen estado sin alteraciones y cubre totalmente la cobertura de toda la poblacion
--------------------------	---	---------	-------	--

Fuente: Elaboración propia (2023)

Interpretación: Realizando la inspección en la localidad de Tupac Amaru Chunamara, de los datos arrojados de la evaluación del estado actual del sistema de agua a sus componentes, se demuestra que ya concluyo el tiempo de vida útil, en el cual quiere un mejoramiento de su componente y diseñar una nueva captación para el pueblo ya que 135 usuarios cuentan con el servicio de agua y 2 usuarios no cuentan.

2.- Dando respuesta a mi segundo objetivo específico: Determinar la dotación de agua requerida en el sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash – 2022.

Determinación de la Dotación de agua para la población

En la tabla N°. 2 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 4. 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: R M 192 - 2018

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 en la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash - 2022.

Tabla 5. Calculo hidráulico y dimensionamiento de la línea de conducción

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDADES
CAP – CRPT6-01		
longitud	120	m
Diámetro comercial	1.5	pul
Pendiente	49.2	%
Perdida de carga unitaria	0.761	m
Velocidad	2.631	m/seg
Presión final	51.239	m
CRPT6-01 CRPT6-02		
longitud	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 (2023)

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 en la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash - 2022.

Tabla 6. Diseño de captación

DISEÑO DE LA CAPTACIÓN	
ITEM	RESULTADOS DE DISEÑO
Nombre de la captacion	Yucta Patza
Altitud	3,4078 m.s.n.m
Captación	Manantial de ladera
Qf	0.89 lt/sg
Qm	0.75 lt/sg
Qmd (1.3.Qp)	0.86 lt/sg
Qmh (2.Qp)	1.25 lt/sg
concreto	Concreto 210 kg/cm ²
Tipo	PVC
Diámetro de la tubería de entrada	1.5"
tubería	10
Altura de la cámara húmeda	1.10 m.
Número de ranuras de la canastilla	117
Diámetro de la canastilla	2"
Distancia entre afloramiento y la cámara húmeda	0.94m
tubería de rebose y limpieza	2 pulg.

Fuente: Elaboración propia (2023)

Diseño de la línea de conducción

Para análisis de evaluación propone plantear el cambio de su totalidad de la tubería de conducción con diámetro de 1 pulgada de 2,600 ml PVC-SP clase 10.

Tabla 7. 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 (2023)

Tabla 8. Diseño de Línea de Conducción

Descripción	descripción	Fórmula	Cantidad	Unidad
línea de conducción	gravedad	-	-	-
Fuente: Elaboración propia				
tubería	10	-	-	
<u>Longitud tubería</u>	=	=	<u>838</u>	<u>m</u>
<u>Cota inicial</u>	<u>Captación</u>	=	<u>3579.9</u>	<u>m</u>
<u>Cota final</u>	<u>Reservorio</u>	=	<u>3340.8</u>	<u>m</u>
Desnivel 1	CaptaciónCRP -1	-	50.01	m
Desnivel 2	CRP-1 - CRP2	-	50	m
Desnivel 3	CRP - Reservorio	-	45.2	m
Diámetro de los tramos	-	$\left(\frac{Q}{0.2785 * C * hf^{0.54}} \right)^{\frac{1}{2.63}}$	1.56	pulg
Hf	CRP 3 - Reservorio	$\left(\frac{Q}{0.2785 * C * D^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}}$	2.9	m
Presión en reservorio	-	CT CR-4 - CT Reservorio - Pc	42.01	mca

Fuente: Elaboración propia (2023)

Tabla 9. 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
Díámetros 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

Fuente: Elaboración propia (2023)

Tabla 10. Reservorio

Item	Descripción	Datos	Unidad
Tipo de reservorio	Apoyado	-	-
Altitud		3340.8	m
Forma	Rectangular	-	-
V res real		20	m3
V res diseño		20	m3
	Concreto	-	-

Fuente: Elaboración propia (2023)

5.- Dando respuesta a mi quinto objetivo específico: Obtener la condición sanitaria de la población en la localidad de Tupac Amaru Chunamara, distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, departamento de Áncash - 2022.

¿USTED CREE QUE EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTESIMIENTO DE AGUA POTABLE MEJORARA LA COBERTURA DEL AGUA?

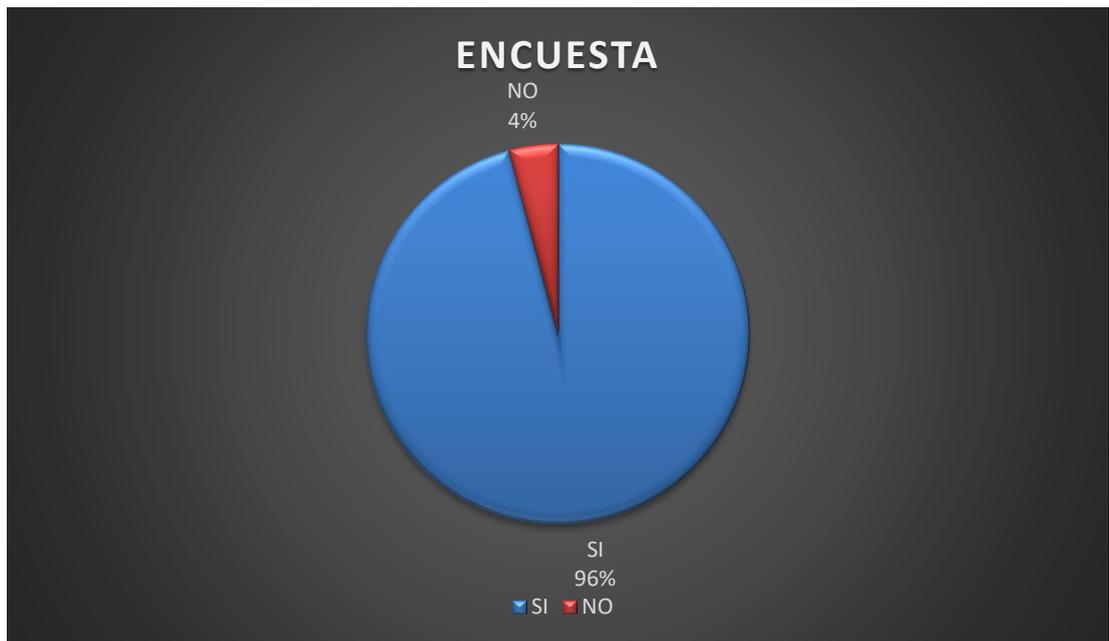


Grafico 12. I Evaluación de la icobertura de agua potable

Fuente: Elaboración propia – 2023

Interpretación: 187 personas respondieron que SI y 8 NO

¿USTED CREE QUE EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTESIMIENTO DE AGUA POTABLE MEJORARA LA CANTIDAD DEL AGUA?

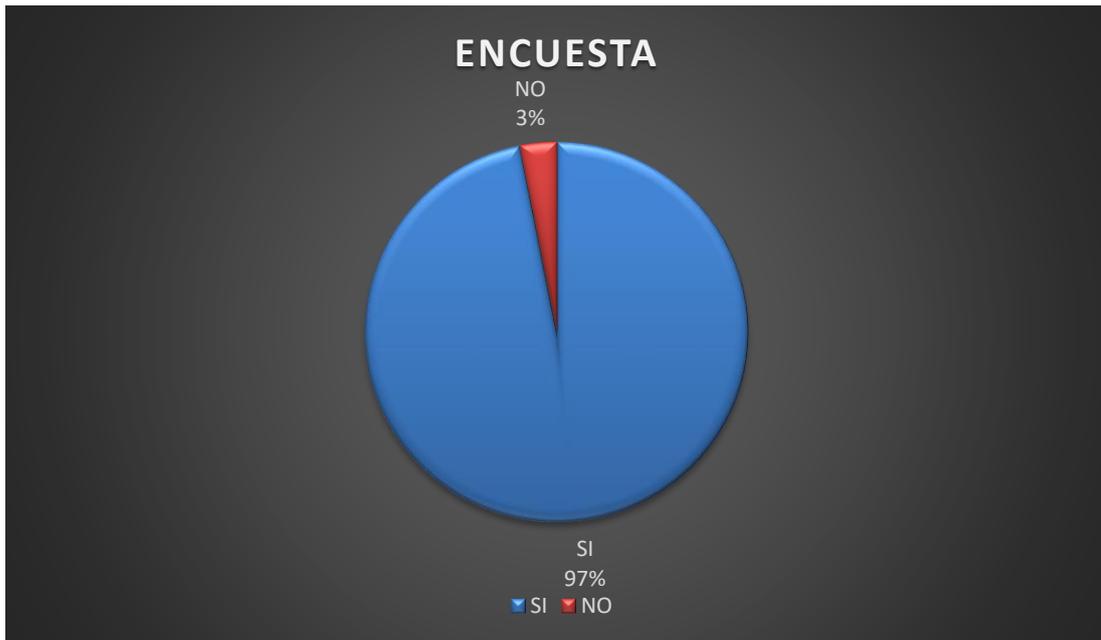


Grafico 13. Evaluación de la cantidad de agua potable

Fuente: Elaboración propia – 2023

Interpretación: 189 personas respondieron que SI y 6 no

¿USTED CREE QUE EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTESIMIENTO DE AGUA POTABLE MEJORARA LA CONTINUIDAD DEL AGUA?

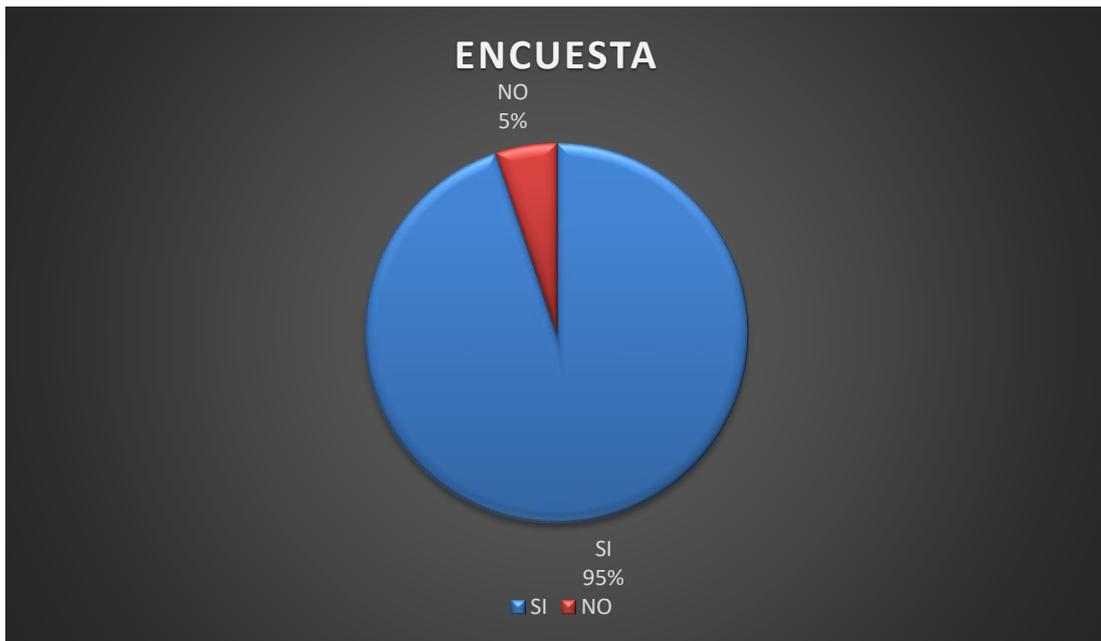


Grafico 14. Evaluación de la continuidad de agua potable

Fuente: Elaboración propia – 2023

Interpretación: 185 personas respondieron que SI y 10 no

¿USTED CREE QUE EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTESIMIENTO DE
AGUA POTABLE MEJORARA LA CALIDAD DEL AGUA?

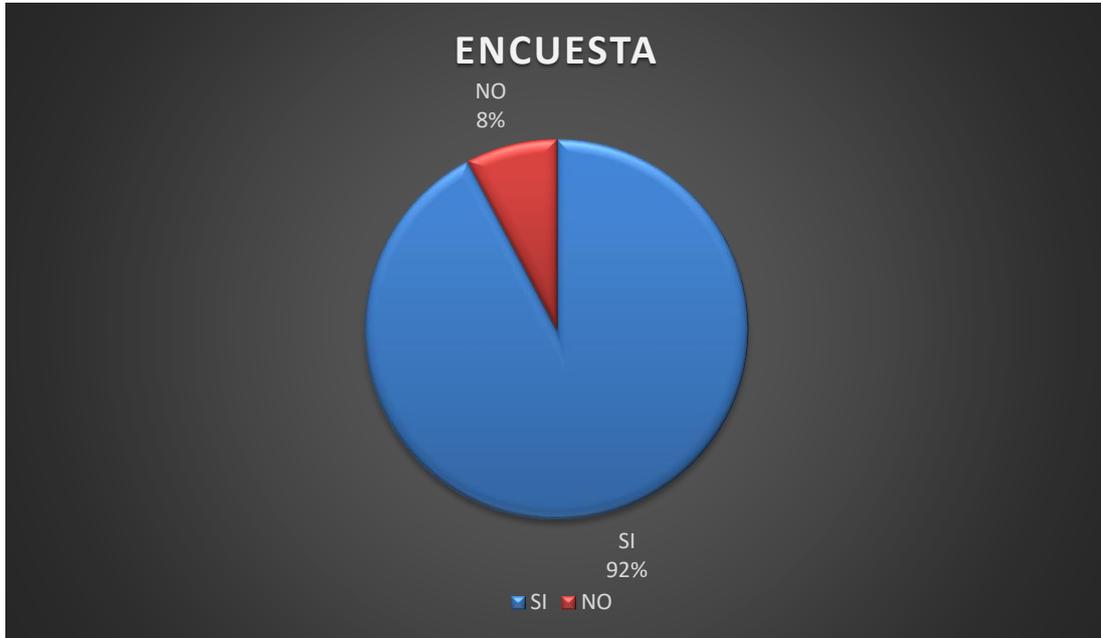


Grafico 15. Evaluación de la calidad de agua potable

Fuente: Elaboración propia – 2023

Interpretación: 180 personas respondieron que SI y 15NO

5.2 Análisis de Resultados

1. Realizar la evaluación a los componentes se demuestra que la captación Yulac Patza requiere un rediseño de este ya que presenta ineficiencia y se encuentra en un estado “malo”. Para el reservorio no cuenta con cerco perimétrico en su estructura de concreto presenta fisuras y grietas, en la válvula de control presenta tuberías rotas y fugas de agua, el sistema tiene una vida útil de 25 años en por ellos que para los componentes que presenta estado “malo” se requiere un mejoramiento, en concordancia a lo que se encontró en la investigación de Galvez (6)
2. Realizando la determinación de dotación de agua en la localidad de Tupac Amaru se tuvo que la dotación diaria en el ámbito rural se define de acuerdo a las disposiciones de las excretas con arrastre hidráulico o sin arrastre hidráulico según la tabla 02.02 de la RM 192-2018 nos dice que para la zona sierra la dotación sin arrastre hidráulico será de 50 l/hab.día, y con arrastre hidráulico 80 l/hab.día, teniendo como resultado el segundo dato UBS con arrastre hidráulico.
3. Resultados obtenidos se tomara en cuenta de acuerdo a los estudios realizados que el caudal máximo diaria (Qmd) 0.86 con la cual se diseñara la línea de conducción, obteniendo que el diámetro de uso para la tubería será de 1 pulgadas con de material pvc clase 10, recalcando que la norma nos dice que debe soportar máximo 50 mca, en este tramo tenemos 51 mca por ello se consideró cámaras rompe presión tipo 6 las cuales la RM 192 nos recomienda.
4. Realizando la evaluación del sistema se plantea un mejoramiento de estos componentes en la localidad de Tupac Amaru, de acuerdo a los criterios

técnicos CARE y SIRA, para el mejoramiento de la captación Yulac Patza, se presenta un nuevo diseño para la construcción de la captación y el diseño total 2500 metros de línea de conducción de diámetro una pulgada tipo PVC Clase 10, diseño del reservorio con 10m³, diseño de: 3 CRP tipo 7, para las válvulas de purgado para la limpieza de los sedimentos, 1 válvula de aire , así como en los resultados arrojados en los proyectos de investigación de Janampa (6) y Miranda (9).

5. Realizando las encuestas a los moradores beneficiarias de la localidad de Tupac Amaru, se tiene que para las composiciones de la condición sanitaria tales como la calidad, cantidad, continuidad y la cobertura que el 100% de la población indica que al evaluar y mejorar el sistema tiene una gran incidencia en su mejora de condición.

VI. Conclusiones

1. En tanto luego de realizar la evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Tupac Amaru y de acuerdo con la ficha de evaluación realizada a los componentes del sistema se evaluó en su gran mayoría como “Malo”, “Regular” y algunos componentes INOPERATIVOS, por lo que el servicio de abastecimiento de agua potable es deficiente en el caserío. Generalmente sucede por el tiempo de vida útil concluida con 25 años y la deficiencia en la operación y mantenimiento del sistema en su conjunto. Indicar también que actualmente muchos de los componentes no cumplen con lo indicando en la RM 192-2018VIVIENDA.

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. Para el mejoramiento de los componentes, proyecciones y necesidades de la población, la cual mejorará tanto la calidad de vida de los pobladores como incidirá en la mejora de la condición sanitaria de la población de la localidad. El mejoramiento se planteó de acuerdo a las especificaciones técnicas de la RM 192-2018-VIVIENDA.
5. En la evaluación de las encuestas, se tiene que la población indica que, la condición sanitaria mejorará de acuerdo a la intervención con el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable, que se podría complementar con la intervención en el alcantarillado sanitario.

Aspectos complementarios

Recomendaciones

1. Se recomienda mejorar los componentes que al ser evaluados arrojaron un resultado negativo en el cual se debe de tener en cuenta de priorizar de mejoramiento y monitoreo de estos.
2. Se recomienda a los habitantes de la localidad de Tupac Amaru Chunamara 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 conducción de agua potable en la zona de estudio, se recomienda colocar válvulas de purga para la eliminación de sedimentos, también hacer el mantenimiento preventivo de las CRP N°- 6
4. Se recomienda hacer estudios nuevos en la captación, línea de aducción, reservorio, línea de aducción y red de distribución para el abastecimiento de agua potable en la localidad, tener un mantenimiento periódico en sus componentes y cambio de componentes del sistema de agua potable en coordinación con autoridades respectivas de la junta de agua.
5. Se recomienda realizar encuestas, evaluaciones en la localidad de estudio los cual nos permitirá alargar la vida útil de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable de esa manera se garantizará la permanencia en la calidad, cantidad y cobertura del agua.

Referencias Bibliográficas

1. Organización Mundial de la Salud (OMS). Guías para el Saneamiento y la Salud [Internet]. 2018. 22 p. Available from: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/guia-desaneamiento-resumen-ejecutivo.pdf?ua=1
2. Molina G. Proyecto de mejoramiento del sistema de distribución de agua para el casco urbano de Cucuyagua, Copán [Tesis de título profesional]. Honduras: Universidad Nacional Autónoma de Honduras; 2012.
3. Alvarado P. Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá [Tesis de título profesional]. Loja, Ecuador: Universidad técnica de Ambato; 2013.
4. García R. Mejoramiento del abastecimiento de agua potable Compín – Succhubamba, Distrito de Marmot, provincia gran Chimú, región la Libertad [Tesis de título profesional]. Trujillo, Perú: Universidad Nacional de Trujillo; 2016.
5. Souza J. Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable del centro poblado Monte Alegre Irazola - Padre Abad - Ucayali [Tesis de título profesional]. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma; 2011.
6. Velásquez J. Diseño del Sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío de Mazac, Provincia de Yungay, Áncash - 2017 [Tesis para optar título], pg.: [587; 17-45-46-53-107]. Nuevo Chimbote, Perú: Universidad Cesar Vallejo; 2017.

7. Chirinos S. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del Caserío Anta, Moro - Áncash 2017 [Tesis para optar título], pg.: [218; 01-24-25-30-45]. Chimbote, Perú: Universidad Cesar Vallejo; 2017.
8. Augusto W. Abastecimiento de agua – UAP - Pucallpa. Blogger.com 2015; pg.01.
9. Castrillón J. Volumen. SlideShare [Seriada en línea] 2010 [Citado 2021 marzo 10]; [14 páginas: 02.] Disponible en:
<https://es.slideshare.net/javiercastrillon/volumen-3626012>
10. Seguil D. Línea de conducción; [Seriada en línea]: 29 de abril del 2015 [Citado 2021 marzo 10]: [32 Páginas: 04.] Disponible en:
<https://es.slideshare.net/pool2014/linea-de-conduccion>
11. Lossio M. Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del Distrito de Lancones [Tesis de título profesional]. Piura – Perú: Universidad Nacional de Piura; 2012.
12. Calzada. Reservorio agua potable; [Seriada en línea]: 28 de noviembre del 2012 [Citado 2021 marzo 10]: [15 Páginas: 04.] Disponible en:
<https://es.scribd.com/presentation/113658092/Reservorio-Agua-Potable>
13. Morales D. Manual de construcción de reservorios de agua de lluvia; [Seriada en línea]: noviembre del 2010 [Citado 2021 marzo 10]: [98 Páginas: 09.] Disponible en:
http://www.academia.edu/293647/Manual_de_Construcci%C3%B3n_de_Reservorios_de_Agua_de_Lluvia

14. Méndez J. Red de abastecimiento de agua; [Seriada en línea]: 26 noviembre del 2010 [Citado 2021 marzo 10]: [17 Páginas: 04.] Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/44026389/LINEAS-DE-ADUCCION>
15. Ramírez J. Artículo científico; [Seriada en línea]: 11 de mayo del 2010 [Citado 2021 marzo 10]: [05 Páginas: 04.] Disponible en: <https://es.slideshare.net/jorgedaniel17/articulo-cientifico>.
16. Agüero R. Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento 1ª ed. Lima: Asociación Servicios Educativos Rurales. 2004.
17. García R. Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales; [Seriada en línea]: 2009 [Citado 2021 marzo 10]: [73 Páginas: 37.] Disponible en: <https://goo.gl/HT39m8>
18. Rubina C. Condiciones sanitarias del sistema de abastecimientos de agua de parasitosis intestinal de niños menores de 5 años de la comunidad de Taulligán, distrito de Santa María del Valle, provincia y departamento de Huánuco, mayo – junio 2018. [Tesis para optar el título], pg: [141; 48]. Universidad de Huánuco; 2018
19. Villena J. Scielo.Perú [Internet]. 2018 [Consultado 11 noviembre 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342018000200019
20. Sparrow E. Docente: ing. edgar sparrow alamo [Internet]. 2017. Available from: https://www.academia.edu/33743041/DIAPOSITIVAS_CAPTACION_MANANTIALES_UPN

- 21.** Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado. CRITERIOS Y LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA FACTIBILIDADES. Sistemas de Agua Potable. Actual los criterios y lineamientos técnicos para factibilidades en la ZMG [Internet]. 2014;36. Available from: http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_2._sistemas_de_agua_potable-1a._parte.pdf
- 22.** Organización Panamericana de la Salud O. Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural. Organ Panam la Salud (2004) Guía diseño para líneas conducción e Impuls Sist abastecimiento agua Rural Organ Panam La Salud, 19 http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/032_Diseño_lín [Internet]. 2004;19. Available from: [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/032_Diseño_líneas de conducción e impulsión/Diseño_líneas de conducción e impulsión.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/032_Diseño_líneas_de_conducción_e_impulsión/Diseño_líneas_de_conducción_e_impulsión.pdf)
- 23.** RNE. Reglamento Nacional de Edificaciones - solo saneamiento. Reglam Nac Edif [Internet]. 2006;156. Available from: https://sites.google.com/vivienda.gob.pe/dc-normas-y-estudios/normas-y-estudios#h.p_QiPkc67qgecH
- 24.** Valdez C. Abastecimiento de agua potable por gravedad con tratamiento. 2018;92–127.
- 25.** Loza J. Evaluación técnica en diseño de bombas para sistema de agua potable en el distrito de Paucarcolla - Puno [Internet]. Vol. 9, Universidad Nacional del Altiplano. Universidad Nacional del Altiplano; 2016. Available from: <https://www.infodesign.org.br/infodesign/article/view/355%0Ahttp://www.aberg>

o.org.br/revista/index.php/ae/article/view/731%0Ahttp://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/269%0Ahttp://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/106

- 26.** JASS. Partes del sistema de agua por gravedad y sin planta de tratamiento [Internet]. Puno. 2012 [cited 2021 Sep 30]. Available from: <https://www.yumpu.com/es/document/read/49997617/conozcamos-las-partes-del-sistema-de-agua-vivienda->
- 27.** De la Cruz M. Evaluación Del Coeficiente De Uniformidad Y Eficiencia De Aplicación En El Sistema De Riego Por Aspersión Pacuri- Socos - Ayacucho [Internet]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2015. Available from: http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1210/Tesis_IAG56_Del.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 28.** Gonzalez A. Sistemas convencionales de abastecimiento de agua [Internet]. slideshare. 2013 [cited 2021 Sep 30]. p. 40. Available from: <https://es.slideshare.net/AneuryGonzalez/sistemas-convencionales-de-abastecimiento-de-agua>
- 29.** Consejo Universitario C. Código de ética para la investigación Aprobado por acuerdo del Consejo Universitario con Resolución N° 0037-2021-CU-ULADECH Católica. Chimbote; 2021.

Anexos

Anexos

Anexo 1. Coordenadas del levantamiento.

PUNTOS	COORDENADAS		ALTITUD	DESCRIPCIÓN
1	8953431.25	186707.47	3082.43	RESERVORIO
2	8953433.68	186715.67	3084.60	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
3	8953437.21	186724.86	3085.05	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
4	8953439.29	186732.89	3085.56	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
5	8953440.87	186740.26	3086.90	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
6	8953442.18	186746.88	3088.26	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
7	8953442.65	186758.82	3089.02	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
8	8953441.70	186767.59	3089.55	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
9	8953443.47	186775.56	3089.85	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
10	8953445.01	186783.40	3090.49	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
11	8953446.78	186791.89	3092.55	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
12	8953449.77	186799.99	3093.59	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
13	8953454.86	186809.56	3095.23	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
14	8953457.87	186817.81	3096.26	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
15	8953458.89	186826.69	3097.60	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
16	8953460.43	186834.46	3099.23	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
17	8953463.10	186844.24	3100.57	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
18	8953468.32	186855.31	3102.15	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
19	8953472.26	186863.65	3103.45	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
20	8953475.59	186873.43	3104.88	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
21	8953477.92	186883.45	3106.87	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
22	8953479.09	186893.66	3107.26	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
23	8953481.37	186901.87	3108.56	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
24	8953484.41	186908.65	3109.87	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
25	8953488.00	186915.89	3111.56	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
26	8953491.92	186921.80	3112.35	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
27	8953498.52	186932.74	3112.85	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
28	8953504.68	186945.77	3113.89	LÍNEA DE CONDUCCIÓN

29	8953509.33	186956.73	3115.55	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
30	8953512.65	186965.43	3117.56	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
31	8953514.78	186971.04	3118.56	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
32	8953511.17	186997.84	3122.89	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
33	8953515.05	186991.09	3121.45	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
34	8953504.55	187007.49	3124.16	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
35	8953515.61	186981.62	3119.56	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
36	8953502.77	187018.51	3125.83	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
37	8953504.07	187028.15	3127.01	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
38	8953505.29	187036.09	3127.57	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
39	8953505.83	187044.77	3129.00	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
40	8953506.71	187052.86	3130.55	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
41	8953504.74	187068.23	3131.56	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
42	8953501.44	187083.92	3132.90	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
43	8953498.29	187096.43	3133.48	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
44	8953497.05	187105.69	3135.90	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
45	8953495.71	187118.20	3137.26	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
46	8953492.84	187132.59	3138.97	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
47	8953488.88	187145.45	3139.24	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
48	8953486.99	187155.75	3139.90	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
49	8953488.73	187171.21	3140.90	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
50	8953486.41	187186.81	3142.56	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
51	8953481.97	187200.35	3143.56	CAPTACIÓN
52	8953476.51	187210.57	3145.76	TERRENO
53	8953469.11	187199.19	3141.66	TERRENO
54	8953490.38	187211.33	3145.79	TERRENO
55	8953504.12	187193.61	3144.18	TERRENO
56	8953470.32	187179.62	3138.56	TERRENO

Fuente: Elaboración propia (2023)

85	8953484.56	186850.29	3100.88	TERRENO
86	8953441.66	186844.31	3097.56	TERRENO
87	8953476.76	186819.07	3099.75	TERRENO
88	8953435.94	186816.73	3093.46	TERRENO
89	8953468.70	186789.67	3095.75	TERRENO
90	8953427.10	186785.77	3088.28	TERRENO
91	8953463.24	186762.62	3091.75	TERRENO
92	8953424.20	186758.46	3087.47	TERRENO
93	8953459.30	186733.82	3088.85	TERRENO
94	8953416.08	186733.56	3083.56	TERRENO
95	8953454.32	186711.01	3087.46	TERRENO
96	8953408.74	186718.09	3080.46	TERRENO
97	8953449.11	186698.48	3085.46	TERRENO
98	8953431.87	186701.71	3081.57	LINEA DE ADUCCION
99	8953432.35	186697.50	3080.16	LINEA DE ADUCCION
100	8953433.12	186692.42	3079.22	LINEA DE ADUCCION
101	8953434.73	186687.18	3078.67	LINEA DE ADUCCION
102	8953436.77	186680.52	3077.67	LINEA DE ADUCCION
103	8953438.31	186675.99	3077.21	LINEA DE ADUCCION
104	8953441.69	186671.56	3075.67	LINEA DE ADUCCION
105	8953446.54	186665.21	3074.57	LINEA DE ADUCCION
106	8953449.63	186655.36	3073.26	LINEA DE ADUCCION
107	8953453.16	186648.48	3072.57	LINEA DE ADUCCION
108	8953456.59	186642.05	3071.26	LINEA DE ADUCCION
109	8953461.16	186635.33	3070.76	LINEA DE ADUCCION
110	8953466.29	186628.55	3070.15	LINEA DE ADUCCION
111	8953469.12	186620.11	3069.75	LINEA DE ADUCCION
112	8953472.67	186611.06	3069.22	LINEA DE ADUCCION

113	8953477.99	186604.00	3067.66	LINEA DE ADUCCION
114	8953485.02	186596.33	3066.53	LINEA DE ADUCCION
115	8953487.13	186589.30	3065.56	LINEA DE ADUCCION
116	8953491.13	186578.90	3064.85	LINEA DE ADUCCION
117	8953494.93	186569.28	3064.21	LINEA DE ADUCCION
118	8953496.96	186562.72	3063.60	LINEA DE ADUCCION
119	8953499.43	186553.75	3062.86	LINEA DE ADUCCION
120	8953500.60	186546.44	3061.56	LINEA DE ADUCCION
121	8953500.48	186538.07	3060.75	LINEA DE ADUCCION
122	8953498.08	186529.92	3060.22	LINEA DE ADUCCION
123	8953411.60	186695.68	3077.90	TERRENO
124	8953418.68	186677.71	3075.57	TERRENO
125	8953450.14	186682.99	3080.57	TERRENO
126	8953456.89	186673.26	3077.57	TERRENO
127	8953461.17	186661.73	3075.46	TERRENO
128	8953467.92	186650.19	3073.86	TERRENO
129	8953474.18	186643.43	3072.86	TERRENO
130	8953477.14	186634.53	3073.67	TERRENO
131	8953486.70	186625.63	3072.57	TERRENO
132	8953426.91	186661.23	3074.56	TERRENO
133	8953436.79	186652.50	3071.45	TERRENO
134	8953439.92	186635.03	3069.56	TERRENO
135	8953447.99	186622.01	3068.76	TERRENO
136	8953456.06	186618.88	3067.55	TERRENO
137	8953459.45	186602.56	3066.55	TERRENO
138	8953469.55	186589.15	3064.21	TERRENO
139	8953496.69	186609.19	3069.57	TERRENO
140	8953505.14	186593.45	3067.86	TERRENO

Fuente: Elaboración propia (2023)

Anexo 2. Memoria de cálculo

Tabla 1. Cálculo de la población futura

DATOS	FORMULA	RESULTADO
N°- HABITANTE	HALLADO	195
VIVIENDA	HALLADO	40
DENSIDAD	HAB/VIV	4.87

Fuente: Elaboración propia (2023)

POBLACION FUTURA			
DATOS CENSALES			
AÑO	MUJER	HOMBRE	TOTAL
2010	73	52	125
2013	80	58	138
2015	91	64	155
2018	93	72	165
2021	112	83	195

Fuente: Elaboración propia (2023)

RESUMEN DE CALCULOS DE LA POBLACION DE DISEÑO	
DATOS	RESULTADO
HABITANTES	195 HAB
VIVIENDA	40 VIV
DENSIDAD	5 HAB/VIV
TASA DE CRECIMIENTO	4.2%
POBLACION FUTURA	340 HAB

Fuente: Elaboración propia (2023)

Tabla 2. Cálculos de caudales de diseño

CALCULO MAXIMO DE LA FUENTE (épocas de lluvia)				
N° VECES	VOLUMEN m3	TIEMPO seg	FORMULA	RESULTADO
1	5L	3	$Q = \frac{v}{t}$	Q= 1.38
2	5L	4		
3	5L	4		
4	5L	4		
5	5L	3		
PROMEDIO		3.6		

CALCULO MAXIMO DE LA FUENTE (épocas de estiaje)				
N° VECES	VOLUMEN m3	TIEMPO seg	FORMULA	RESULTADO
1	5L	5	$Q = \frac{v}{t}$	Q= 1.08
2	5L	4		
3	5L	5		
4	5L	4		
5	5L	5		
PROMEDIO		4.6		

Fuente: Elaboración propia (2023)

Tabla 3. Cálculo del Reservorio.

DISEÑO DE RESERVORIO				
DESCRIPCION	SIMBOLOGIA	FORMULA	CALCULO	RESULTADO
VOL. REGULACION	Vreg	25%.Qp.86400	0.25.0.25.86.4	6.4m ³
VOL. RESERVA	Vres	Vreg/24.4	6.4/24.4	1.1m ³
VOL. RESERVORIO	Vt	Vreg+Vres		7.5m ³
VOL. TOTAL				10 m ³

Fuente: Elaboración propia (2023)

DIMENSIONAMIENTO				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	FÓRMULA	CANTIDAD	UNIDAD
Ancho interno	b	Dato	3.00	m
Largo interno	l	Dato	3.00	m
Altura útil de agua	h	$(Vt/(b \cdot l))$	1.11	m
Distancia vertical eje salida y fondo reservorio	hi	Dato	0.10	m
Altura total de agua	ha		1.21	m
Relación del ancho de la base y la altura (b/h)	j	$j = b / ha$	2.48	m
Distancia vertical techo reservorio y eje tubo de ingreso de agua	k	Dato	0.20	m
Distancia vertical entre eje tubo de rebose y eje ingreso de agua	l	Dato	0.15	m
Distancia vertical entre eje tubo de rebose y nivel máximo de agua	m	Dato	0.10	m
Altura total interna	H	$ha + (k + l + m)$	1.66	m

INSTALACIONES HIDRÁULICA				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	FÓRMULA	CANTIDAD	UNIDAD
Diámetro de ingreso	De	Dato	1.00	Pulg
Diámetro salida	Ds	Dato	1.00	Pulg
Diámetro de rebose	Dr	Dato	2.00	Pulg
Limpia: Tiempo de vaciado asumido (segundos)			1800.00	
Limpia: Cálculo de diámetro			2.30	
Diámetro de limpia	Dl	Dato	2.00	Pulg
Diámetro de ventilación	Dv	Dato	2.00	Pulg
Cantidad de ventilación	Cv	Dato	1.00	uni.

DIMENSIONAMIENTO DE LA CANASTILLA				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	FÓRMULA	CANTIDAD	UNIDAD
Diámetro de salida	Dsc	Dato	29.40	mm
Longitud de canastilla sea mayor a 3 veces diámetro salida y menor a 6 Dc	c	Dato	5.00	veces
Longitud de canastilla	Lc	$Dsc * c$	217.00	mm
Área de ranuras	Ar	Dato	38.48	mm ²
Diámetro canastilla = 2 veces diámetro de salida	Dc	$2 * Dsc$	58.80	mm
Longitud de circunferencia canastilla	pc	$pi * Dc$	184.73	mm
Número de ranuras en diámetro canastilla espaciados 15 mm	Nr	$pc / 15$	12.00	anura
Área total de ranuras = dos veces el área de la tubería de salida	At	$2 * pi * (Dsc^2) / 4$	1358	mm ²
Número total de ranuras	R	At / Ar	35	Uni.
Número de filas transversal a canastilla	F	R / Nr	3.00	Filas
Espacios libres en los extremos	o	Dato	20.00	mm
Espaciamiento de perforaciones longitudinal al tubo	s	$(Lc - o) / F$	66	mm

Fuente: Elaboración propia (2023)

Tabla 4. Cálculo de caseta de cloración

V	Qmd	Qmd		P	r
Vol reservorio	Caudal máximo diario lps	caudal máximo diario (m3/h)	dosis (gr/m3)	peso del cloro gr/h	porcentaje de cloro activo %
10 m3	0.7	1.66	2.00	3.5	0.7

Pc	C	qs	t	Vs	qs		
Peso Producto Comercial gr/h	Peso Producto Comercial kgr/h	Concentración de la solución %	Demanda De la solución l/h	Tiempo de uso Del recipiente H	Volumen Solución L	Volumen bidon adoptado Lt	Demanda de la solución Gotas/seg
5.4	0.01	0.3	2.2	12.00	26.5	60.00	12.00

Fuente: Elaboración propia (2023)

Tabla 5. Cálculo de la línea de aducción

LINEA DE ADUCCION					
tramo	caudal Qmd	longitude	inicial (m.s.n.m)	final (m.s.n.m)	desnivel de terreno
Res-red dis	1.35 lt/seg	180 m	3,071 m.s.n.m	3,049 m.s.n.m	22 m

LINEA DE ADUCCION					
Perdida de carga unitaria Disponible hf (m/m)	coeficiente de rugosidad	diámetro (pulg)	diámetro comercial	diámetro (m)	velocidad
0.115	140	0.978	1 pulg	0.029 m	1.065

LINEA DE ADUCCION						
COTA PIEZOMETRICA						
Perdida de carga unitaria Hf (m/m)	perdida de carga por tramo Hf	inicial	final	presión final	tipo	clase
0.06	9.80 m	3,071 m.s.n.m	3,049 m.s.n.m	11.6	PVC	10

Fuente: Elaboración propia (2023)

Anexo 4. Panel fotográfico



Imagen 1: Captación Existente

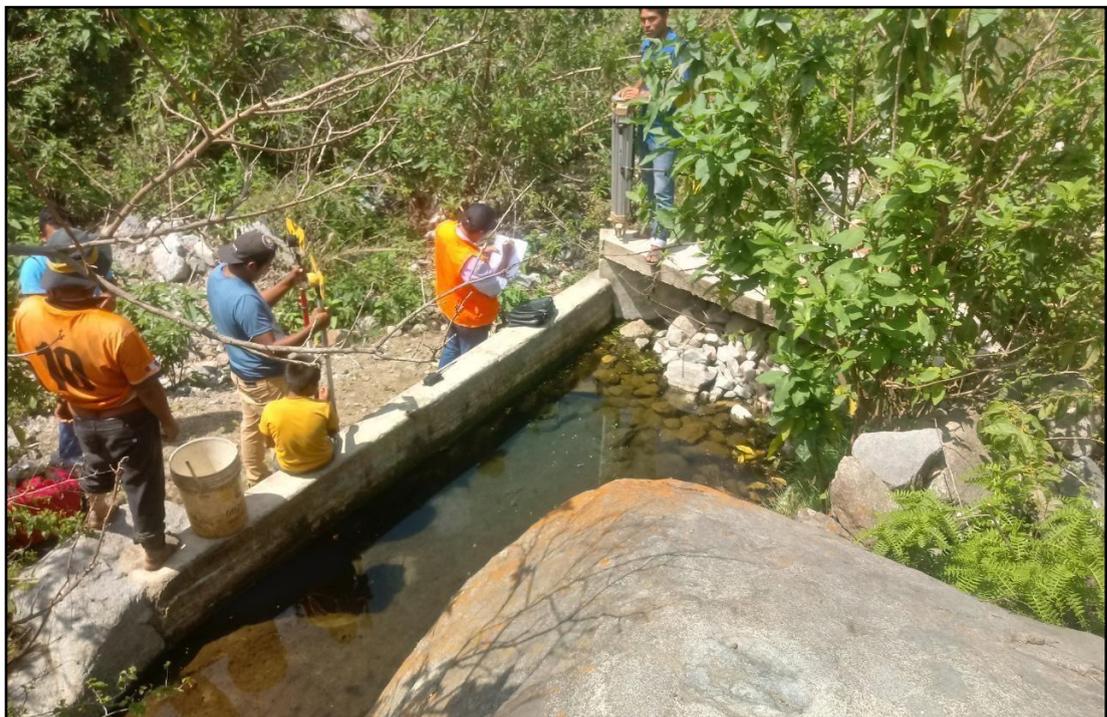


Imagen 2: Toma de puntos topográfico en la captación Ichoca
Fuente: Elaboración propia (2023)



Imagen 3: Línea de conducción existente
Fuente: Elaboración propia (2023)



Imagen 4: Reservorio existente
Fuente: Elaboración propia (2023)

Anexo 5. Reglamentos aplicados en los
diseños.



Resolución Ministerial

N° 192-2018-VIVIENDA



PERÚ

Ministerio de
Vivienda, Construcción
y Saneamiento

**MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y
SANEAMIENTO
DIRECCIÓN DE SANEAMIENTO**

**DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y REGULACIÓN EN
CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO**

**NORMA TÉCNICA DE DISEÑO: OPCIONES
TECNOLÓGICAS PARA SISTEMAS DE
SANEAMIENTO EN EL ÁMBITO RURAL**

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:

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

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

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:

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

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

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:

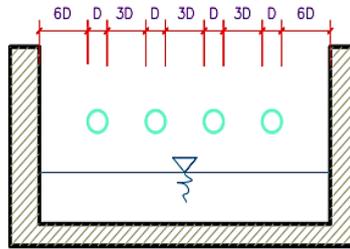
D : diámetro de la tubería de ingreso (m)

- Cálculo del número de orificios en la pantalla:

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

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

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:

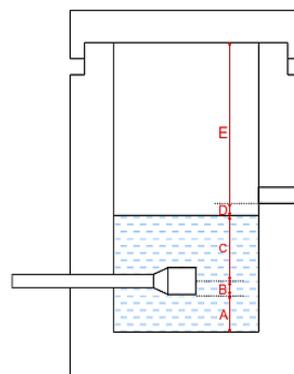
$$L = \frac{H_f}{0.30}$$

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:

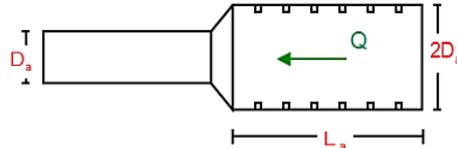
- Q_{md} : caudal máximo diario (m^3/s)
- A : área de la tubería de salida (m^2)

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

✓ 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}).

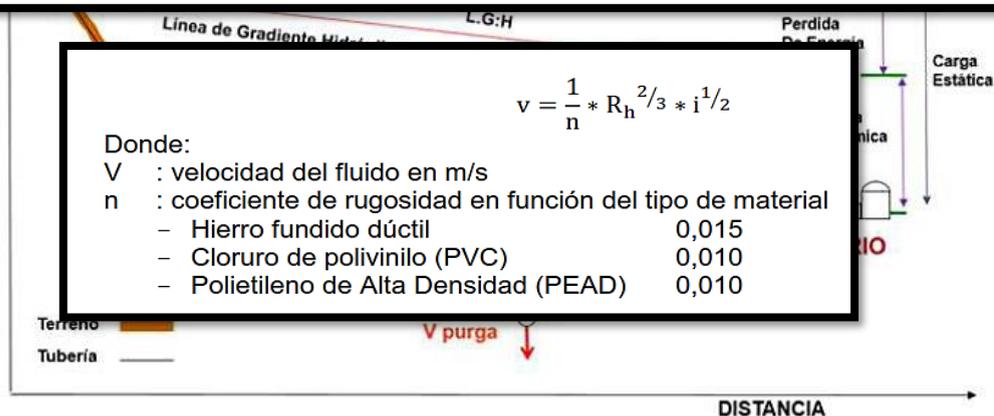
✓ Velocidades admisibles

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.



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 m³/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_t 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 compuesto 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

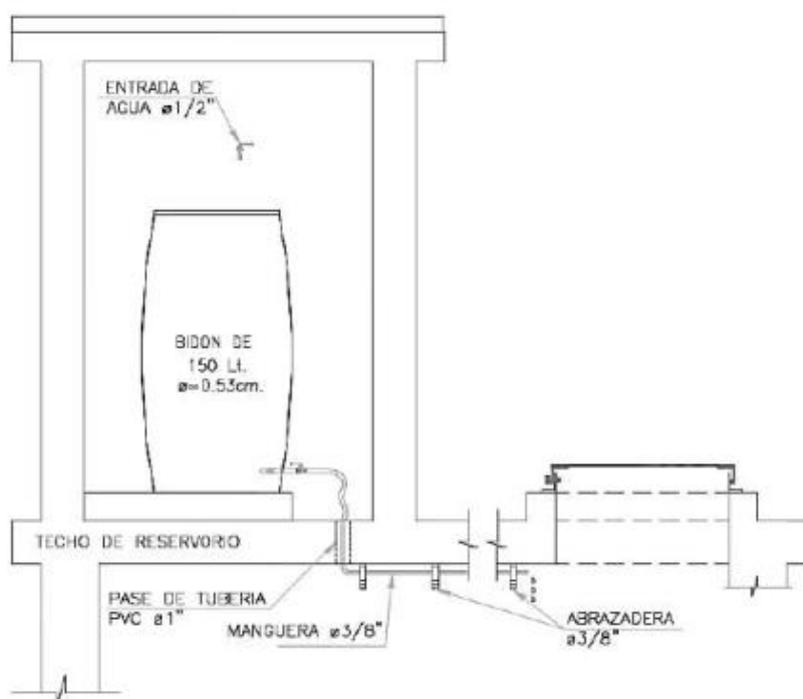
entrada de agua al reservorio y ubicado donde la iluminación natural no afecte la solución de cloro contenido en el recipiente.

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).

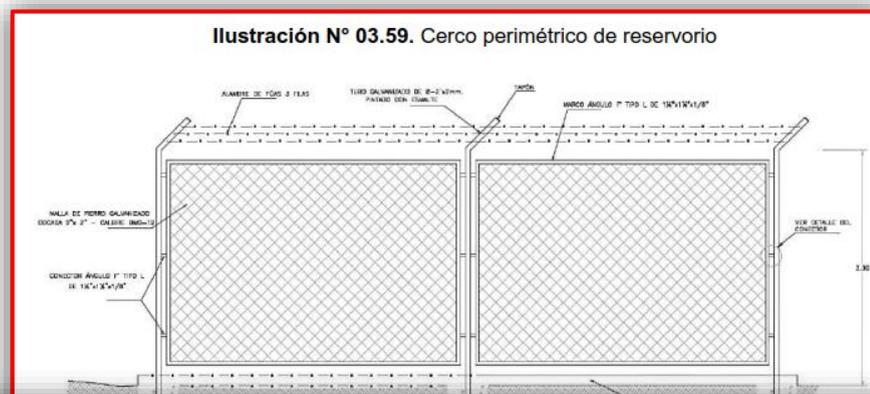
t : tiempo de uso de los recipientes de solución en horas h

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

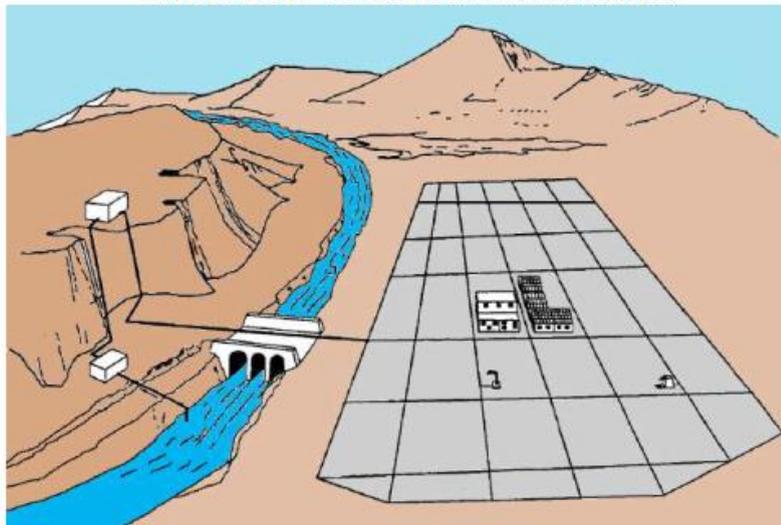
- Caudal de diseño
La Línea de Aducción tendrá capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo horario (Q_{mh}).
- Carga estática y dinámica
La carga estática máxima aceptable será de 50 m y la carga dinámica mínima será de 1 m.

- 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.

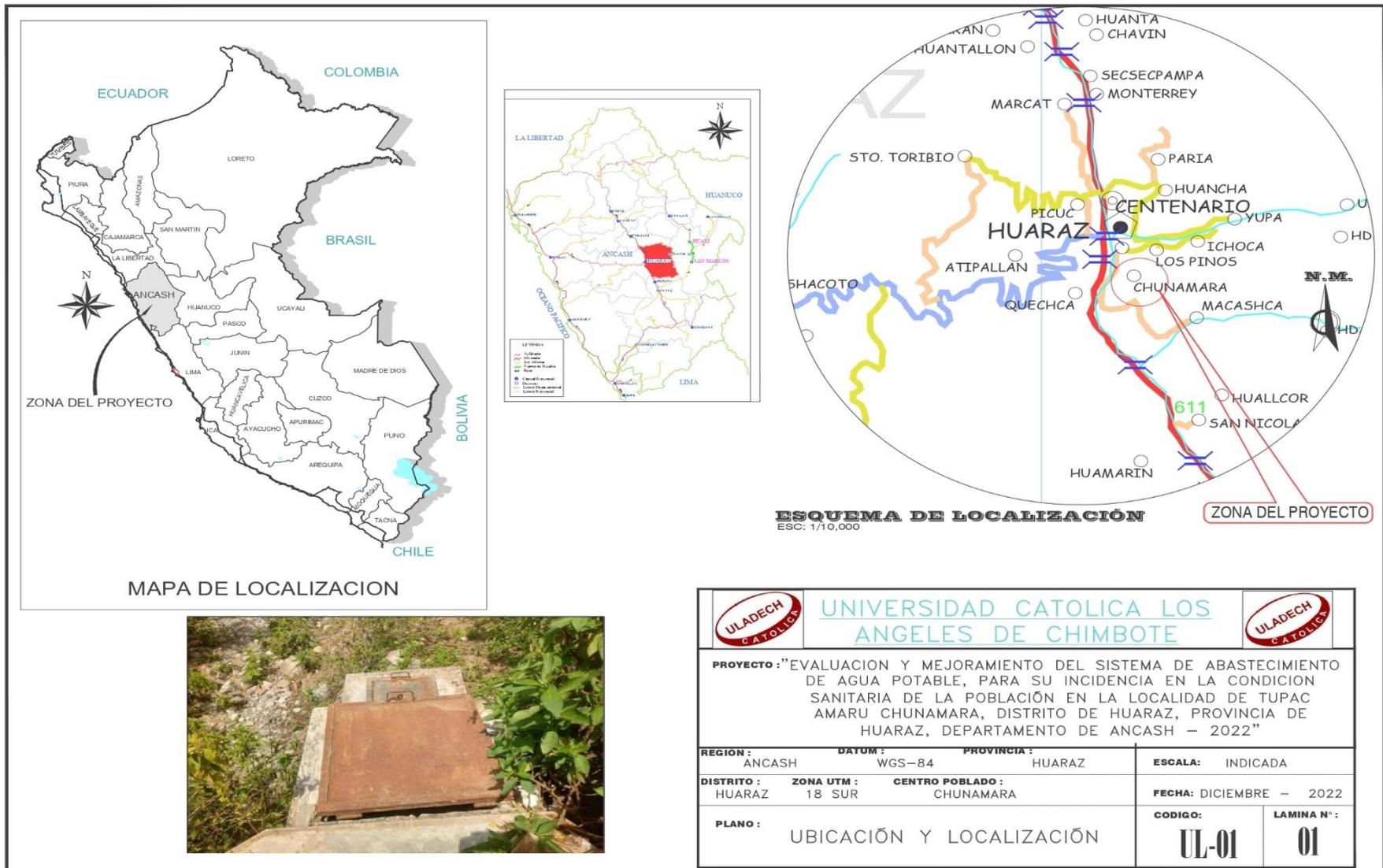
El dimensionamiento de redes cerradas debe estar controlado por dos condiciones:

- 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.

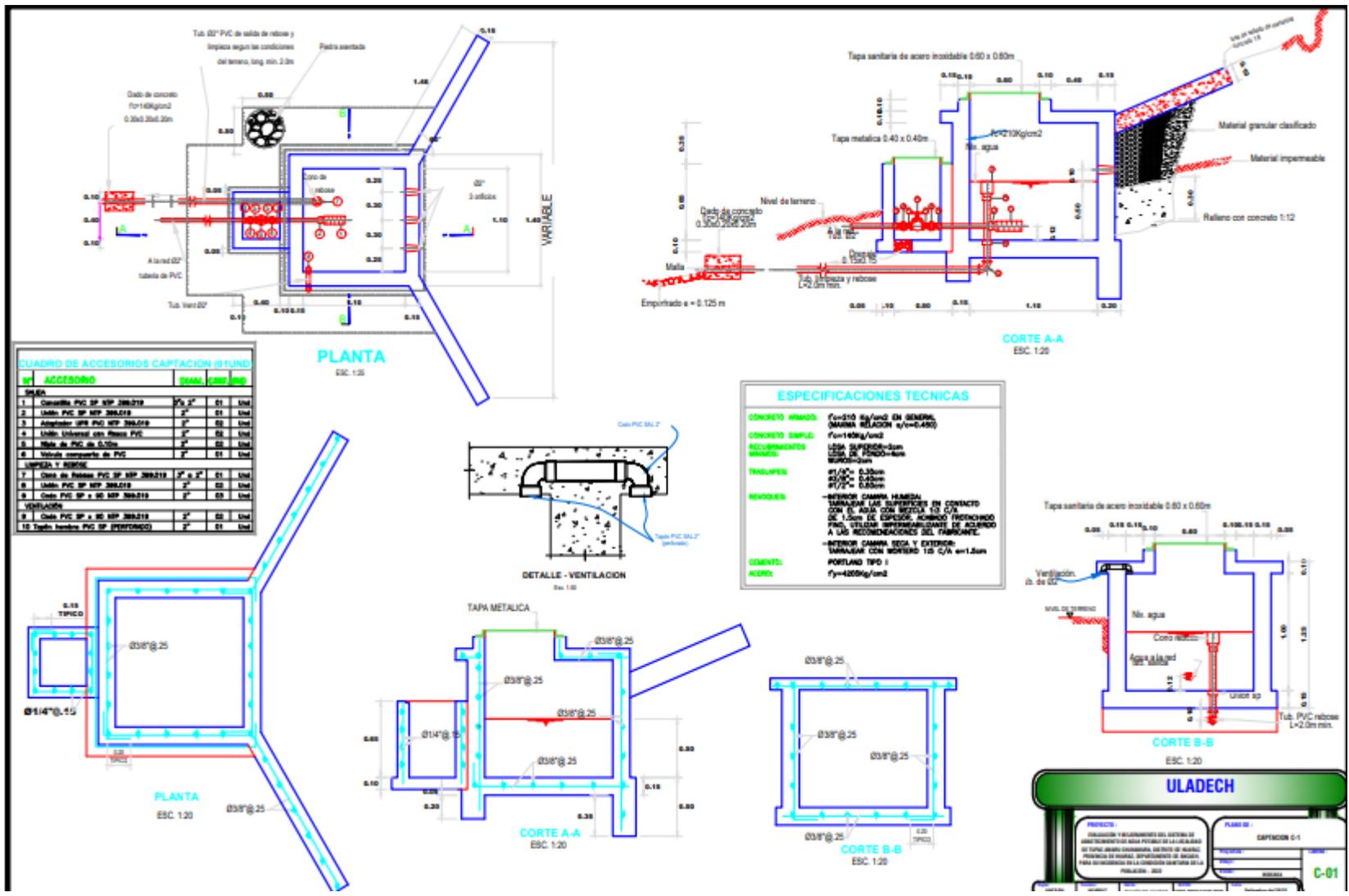
Estas condiciones junto con las relaciones de flujo y pérdida de carga nos dan sistemas de ecuaciones, los cuales pueden ser resueltos por cualquiera de los métodos matemáticos de balanceo.

Fuente: Elaboracion RM 192-2018

Anexo 6. Planos



Fuente: Elaboración Propia (2023)



Fuente: Elaboración propia (2023)