

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 DEL CENTRO
POBLADO HUAMBACHO LA HUACA, DISTRITO DE
SAMANCO, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN DE
ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN
SANITARIA DE LA POBLACIÓN – 2022

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

AUTOR:

LOSTAUNAU FLORES, JAIME ALFREDO

ORCID 0000-0002-3546-0109

ASESOR:

LEÓN DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL

ORCID: 0000-0002-1666-830X

CHIMBOTE - PERÚ

2022

1. Título del informe

Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Huambacho la Huaca, distrito de Samanco, provincia del Santa, región de Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2022.

2. Equipo de trabajo

AUTOR

Lostaunau Flores, Jaime Alfredo

ORCID 0000-0002-3546-0109

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Estudiante de
pregrado, Chimbote, Perú

ASESOR

Ms. León De Los Ríos, Gonzalo Miguel

ORCID: 0000-0002-1666-830X

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

JURADO

Mgtr. Sotelo Urbano, Johanna del Carmen

ORCID: 0000-0001-9298-4059

Presidenta

Mgtr. Cordova Cordova, Wilmer Oswaldo

ORCID ID: 0000-0003-2435-5642

Miembro

Mgtr. Bada Alayo Delva Flor

ORCID: 0000-0002-8238-679X

Miembro

3. Hoja de firma del jurado y asesor

Mgtr. Sotelo Urbano, Johanna del Carmen

Presidente

Mgtr. Cordova Cordova, Wilmer Oswaldo

Miembro

Mgtr. Bada Alayo Delva Flor

Miembro

Ms. Gonzalo Miguel León de los Ríos

Asesor

4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria

Agradecimiento

A Dios por darme salud y bienestar, el que siempre me guía que siempre me enseña la luz del camino a pesar de los tropiezos.

A mis amigos que hice en el largo del camino de pregrado con quienes eh compartido experiencias de estima personal para mi desarrollo profesional.

A mis padres y hermanos, que siempre tuvieron una gota de apoyo moral, por confiar en mí, sus consejos y experiencias vividas me sirvieron de mucho, me han llevado por un camino exitoso a lo largo de la carrera profesional.

Dedicatoria

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

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad y sus motivaciones constantes para poder alcanzar mi sueño profesional,

5. Resumen y Abstract

Resumen

Esta tesis ha sido desarrollada bajo la Área de investigación: de recursos hídricos, de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote. La investigación tuvo como **objetivo** desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Huambacho la Huaca y su incidencia en la condición sanitaria de la población. Se planteó como el **enunciado del problema**, ¿La evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Huambacho la Huaca; mejorará la condición sanitaria de la población? Se usó la **metodología** cualitativa, de diseño no experimental, de tipo descriptiva. Los **resultados** se determinó que el pozo tubular que se encuentra en el centro poblado está en mal estado por ello se diseñara un pozo tubular con una bomba sumergida de 8" cuya capacidad de absorción es suficiente para cubrir la demanda futura de la población se diseñara un reservorio elevado con una capacidad de almacenamiento de 15 m³, la línea de aducción y conducción emplearan diámetros no menores a 2" para ramales principales, las conexiones domiciliarias serán de una tubería de ½". Al finalizar se **concluye** que la evaluación y mejoramiento incidirá de manera positiva en la condición sanitaria cumpliendo con continuidad, calidad, cantidad y continuidad de servicio.

Palabras clave: Condición Sanitaria, Evaluación, Mejoramiento, Sistema de abastecimiento de agua potable.

Abstract

This thesis has been developed under the Research Area: water resources, of the professional school of Civil Engineering of the Los Angeles Catholic University of Chimbote. The objective of the research was to develop the evaluation and improvement of the drinking water supply system of the Huambacho la Huaca town center and its impact on the health condition of the population. It was raised as the statement of the problem, ¿The evaluation and improvement of the drinking water supply system of the town center Huambacho la Huaca; Will it improve the health condition of the population? The qualitative methodology, non-experimental design, descriptive type was used. The results determine that the tubular well located in the populated center is in poor condition, for this reason a tubular well is designed with a 8" submerged pump whose absorption capacity is sufficient to cover the future demand of the population. elevated reservoir with a storage capacity of 15 m³, the adduction and conduction line will use diameters not less than 2" for main branches, the household connections will be of a ½" pipe. At the end, it is concluded that the evaluation and improvement will have a positive impact on the health condition, complying with continuity, quality, quantity and continuity of service.

Keywords: Sanitary Condition, Evaluation, Improvement, Drinking Water Supply System.

6. Contenido

1. Título del informe	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	ix
7. Índice de gráficos, tablas y cuadros.	xvi
I. Introducción	1
II. Revisión de la literatura	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Antecedentes internacionales	3
2.1.2. Antecedentes nacionales	4
2.1.3. Antecedentes locales	9
2.2. Bases teóricas de la investigación	13
2.2.1. Sistema de abastecimiento de gua	13
2.2.2. Tipos de Fuentes de Abastecimiento de Agua Potable	13
A) Fuente de Agua Subterránea:	13
B) Fuente de Agua Superficial:	14
C) Fuente de Agua Pluvial	14

2.2.3.	Evaluación y mejoramiento	15
A)	Agua potable	15
B)	Calidad del agua.....	16
b.1.	Características físicas	16
b.2.	Características químicas.....	16
b.3.	Características Biológicas	16
C)	Aforo:.....	17
D)	Método volumétrico.....	17
E)	Población futura.....	17
F)	Método Aritmético.....	18
G)	Periodo de diseño	18
H)	Dotación de agua.....	19
I)	Variaciones de consumo:.....	19
i.1.	Consumo promedio diario anual:	19
i.2.	Consumo máximo diario:	20
i.3.	Consumo máximo horario	20
2.2.4.	Captación:	20
2.2.4.1.	Tipos de captaciones:.....	21
A)	Captación superficial.....	21
B)	Captación de aguas subterráneas:.....	22
2.2.4.2.	Cantidad de Agua (Caudal)	22

2.2.4.3.	Cálculo hidráulico	23
a)	Velocidad de Paso.....	23
b)	Diámetro de Canastilla.....	23
c)	Ancho de Pantalla	23
c)	Altura de Cámara Húmeda	24
d)	Tubería de rebose y limpia.....	25
2.2.5.	Línea de conducción:	25
A)	Estructuras complementarias:	26
a.1.	Válvulas de aire	26
a.2.	Válvula de compuerta:.....	26
a.3.	Válvulas de purga	27
a.4.	Cámaras rompe-presión.....	27
B)	Cálculo hidráulico.....	27
b.1.	Tipos de tubería.....	27
b.2.	Clase de Tubería.....	28
b.3.	Caudal	29
b.4.	Diámetro.....	29
b.5.	Caudal de diseño	30
b.6.	Velocidades admisibles	30
b.7.	Carga estática.	30
b.8.	Carga dinámica.....	30

b.9. Diámetros	31
b.10. Línea de carga estática	31
b.11. Línea de gradiente hidráulico.....	31
b.12. Pérdida de carga unitaria	31
b.13. Pérdida de carga por tramo	31
2.2.6. Reservorio de Almacenamiento:	31
A) Tipos de reservorios	32
a.1. Reservorios Elevados:	32
a.2. Reservorios Apoyados:.....	32
a.3. Reservorios Enterrados.....	32
B) Volumen de reservorio.....	32
C) Tipos de Material	33
D) Concreto Armado:.....	33
E) Concreto Reforzado:.....	33
F) Acero Inoxidable:	33
G) Capacidad del Reservorio (Volumen)	33
g.1. Volumen de Regulación:.....	33
g.2. Volumen Contra Incendio:	34
g.3. Volumen de Reserva:	34
2.2.7. Línea de Aducción:.....	34
A) Tipos línea de aducción	35

a.1. Línea de aducción por gravedad.....	35
a.2. Línea de aducción por bombeo	35
B) Cálculo hidráulico.....	35
b.1. Caudal	35
b.2. Caudal máximo diario	36
b.3. Diámetro.....	36
b.4. Velocidad.	36
b.5. Presión:.....	36
2.2.8. Redes de distribución:	37
A) Tipos de redes de distribución:	37
a.1. Sistema abierto o ramificado:	37
a.3. Sistema mixto:	37
B) Cálculo hidráulico.....	38
b.1. Velocidad.	38
b.2. Presión.....	38
b.3. Consumo unitario y por tramo	38
2.2.1. Evaluación.....	39
a) Cualificación sostenible	39
b) Cualificación medianamente sostenible.....	39
c) Cualificación no sostenible	40
d) Cualificación Colapsado	40

2.2.2. Mejoramiento	40
III. Hipótesis	41
IV. Metodología	42
4.1. El tipo y el nivel de la investigación	42
4.2. Diseño de la investigación.....	42
4.3. Población y muestra	43
4.4. Definición y operacionalización de variables e indicadores	44
4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	47
4.5.1. Técnica de recolección de datos	47
4.5.2. Instrumento de recolección de datos	47
4.6. Plan de análisis.....	48
4.7. Matriz de consistencia.....	49
4.8. Principios éticos	50
V. Resultados.....	51
5.1. Resultados	51
5.1.2. Evaluación de la Infraestructura del Sistema.....	51
5.2. Análisis de resultados	63
VI. Conclusiones y recomendaciones	66
6.1. Conclusiones.....	66
6.2. Recomendaciones.....	68
Referencias Bibliográficas	69

Anexos	75
---------------------	-----------

7. Índice de gráficos, tablas y cuadros.

Tablas

Tabla 1. Periodos de diseño	18
Tabla 2. Dotación por región	19
Tabla 3. Coeficiente de Rugosidad de Hazen-Williams	28
Tabla 4. Clases de tuberías	29
Tabla 5. Determinación del Qmd para el diseño.	35
Tabla 6 Referencia para los puntajes	39
Tabla 7 Definición y operalización de variable dependiente.....	46
Tabla 8 Matriz de consistencia	49
Tabla 9 Diseño hidráulico del pozo tubular.....	55
Tabla 10 Línea de impulsión.....	57
Tabla 11 Reservorio.....	58
Tabla 12 Cantidad de agua	59
Tabla 13 Continuidad del servicio	61
Tabla 14 Calidad de agua	62

Gráficos

Gráfico 1 estado de la cámara de captación	51
Gráfico 2 estado de la línea de impulsión	52
Gráfico 3 estado del reservorio de almacenamiento	53
Gráfico 4 estado de la línea de aducción y red de distribución.....	54

Imágenes

Figura 1. Fuente subterránea.....	13
Figura 2. Agua superficial.....	14
Figura 3. Fuente de agua de lluvia.	14
Figura 4. Agua potable.....	15
Figura 5. Método volumétrico	17
Figura 6. Captación de agua.....	21
Figura 7. Captación manantial de ladera.....	21
Figura 8. Captación manantial de fondo	22
Figura 9. Ancho de pantalla y orificios.....	24
Figura 10. Altura de cámara húmeda.	25
Figura 11. Línea	26
Figura 12. Válvula de aire.....	26
Figura 13. Válvula de purga.....	27
Figura 14. Tipos de reservorios.....	32
Figura 15. Línea de aducción.....	34

I. Introducción

La presente tesis tuvo como interés, evaluar el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Huambacho la Huaca ubicado en las coordenadas UTM , Coordenadas: 9°15'32"S 78°26'9"W zona 17L con una altura de 50.45 m.s.n.m. cuenta con una población de 2243 habitantes, según Molina¹, define que el sistema de abastecimiento de agua potable consiste en un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua de fuentes naturales ya sean subterránea o superficiales. Así mismo esta investigación presenta una propuesta de mejora para dicho sistema, en función a la problemática contemporáneo y los resultados conseguidos de la evaluación. Al analizar la problemática se propuso el siguiente **enunciado del problema**: ¿La evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Huambacho la Huaca, distrito de Samanco, provincia del Santa, región de Áncash”; mejorará la condición sanitaria de la población - 2022?

Para dar solución a la problemática se planteó como **objetivo general**: desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Huambacho la Huaca, distrito de Samanco, provincia del Santa, región de Áncash, y su incidencia en la condición sanitaria de la población. A su vez se plantearán dos **objetivos específicos**: El primero es evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Huambacho la Huaca, distrito de Samanco, provincia del Santa, región de Áncash, para la mejora de la condición sanitaria de la población. El segundo es elaborar el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del

centro poblado Huambacho la Huaca, distrito de Samanco, provincia del Santa, región de Áncash, para la mejora de la condición sanitaria de la población. El tercer objetivo de la investigación es determinar la incidencia de la condición sanitaria de la población del centro poblado Huambacho la Huaca, distrito de Samanco, provincia del Santa, región de Áncash Asumiendo todos estos casos, la presente investigación se **justificó** académicamente, porque es de suma importancia como próximos ingenieros civiles, aplicar procedimientos y métodos matemáticos establecidos en hidráulica. La **metodología** empleó las siguientes características. El tipo es descriptivo. El nivel de la investigación es cualitativo. La **población** estuvo conformada por el sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales y la **muestra** en esta investigación estuvo constituida por el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Huambacho la Huaca, distrito de Samanco, provincia del Santa, región de Áncash. El **tiempo y espacio** estuvo establecido por el centro poblado Huambacho la Huaca, febrero 2022 – junio 2022. Cabe decir que la **técnica e instrumento**, fue de observación directa lo cual se realizó recopilación de información mediante encuestas, cuestionarios y guía de observación para después procesarlos en gabinete, alcanzando una cadena metodológica convencional. **Los Resultados** de la evaluación nos arrojaron un sistema medianamente sostenible, de esta manera al proponer un mejoramiento en su sistema de abastecimiento de agua potable actual, se cubrieron falencias y de manera positiva incidió en su condición sanitaria de la población .

II. Revisión de la literatura

2.1. Antecedentes

Haciendo uso de la tecnología, se utilizó el internet para determinar los trabajos previos sobre el diseño de abastecimiento de agua potable para la mejora de la calidad de vida en las zonas rurales.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según Molina ¹, nos dice en su tesis “ proyecto de mejoramiento del sistema de distribución de agua para el casco urbano de Cucuyagua, Copán teniendo como objetivo, propiciar la viabilidad del proyecto de distribución de agua en Cucuyagua, con la finalidad de satisfacer las necesidades básicas de la población, abastecer de agua a la población contando con la calidad y cantidad suficiente y proyectarla para 20 años de vida útil, Metodología, tipo de estudio: tiene un enfoque mixto cualitativo y cuantitativo, el diseño de la investigación: es no experimental transeccional o transversal de carácter descriptivo; como conclusión nos indica que el proyecto de mejoramiento del sistema de distribución de agua potable es viable y apta para realizar sus respectivos estudios, debido al diagnóstico se determinó la necesidad de establecer un proyecto de mejoramiento del sistema de distribución de agua en el casco urbano del municipio de Cucuyagua, Copan, para sustituir el existente porque es obsoleto y presenta fallas en el suministro de agua en lo que respecta a la cantidad y calidad”.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- a) Según Crespín², manifiesta en su proyecto de investigación llamado: “Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Saucopata, distrito de Chilia, provincia Pataz, región La Libertad mejorará la condición sanitaria de la población – 2020”; se planteó el objetivo general Desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Saucopata, distrito de Chilia, provincia Pataz, región La Libertad para la mejora de la condición sanitaria de la población – 2020. La metodología comprendió las siguientes características. El tipo fue exploratorio, el nivel cualitativo, el diseño fue descriptiva no experimental, porque se describió la realidad del lugar sin alterarla; se enfocó en la búsqueda de antecedentes, elaboración del marco conceptual, crear y analizar instrumentos que permitieron el mejoramiento del sistema de agua potable de la localidad. Los resultados obtenidos indicaron que el estado del sistema fue regular y de la infraestructura entre malo y regular; En conclusión, el sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Saucopata se encontró en condiciones ineficientes.
- b) Según Quispe³, en su tesis: “La evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Asay, distrito Huacrachuco, provincia Marañón, región Huánuco mejorará la condición sanitaria de la población –

2019”; se planteó el objetivo general Desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Asay, distrito Huacrachuco, provincia Marañón, región Huánuco para la mejora de la condición sanitaria de la población – 2019. La metodología comprendió las siguientes características. El tipo fue correlacional y transversal. Nivel cualitativo y cuantitativo. El diseño fue descriptiva no experimental, porque se describió la realidad del lugar sin alterarla; se enfocó en la búsqueda de antecedentes, elaboración del marco conceptual, crear y analizar instrumentos que permitieron el mejoramiento del sistema de agua potable. Los resultados obtenidos indicaron que el estado del sistema fue regular y de la infraestructura entre malo y regular; En conclusión, el sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de Asay se encontró en condiciones ineficientes. En cuanto al mejoramiento del sistema de agua potable consistió en mejorar: una nueva captación de ladera (Yacñawin) $Q=1.54\text{lit/seg.}$ abastecerá a 610 habitantes del caserío calculados hasta el 2039, línea de conducción 327m, CRP tipo 6 y 7, accesorios del reservorio y instalaciones de 170m de tubería y válvulas en la red de distribución para beneficiar al 100 % de la población y mejorar su condición sanitaria con ello se logró la reducción de enfermedades hídricas por ende se tuvo una población más saludable.

- c) Según Carbajo⁴, en su investigación para obtener el título de ingeniero civil en su tesis de nombre: “Evaluación y

mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Uramasa, distrito de Cajatambo, provincia de Cajatambo, región Lima, y su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2020.” El caserío se encuentra ubicado en el distrito de Cajatambo, provincia de Cajatambo, región Lima, el presente proyecto de investigación tuvo como fin de evaluar y mejorar el sistema de agua potable. Por consiguiente, se planteó el siguiente enunciado del problema ¿La evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Uramasa, distrito de Cajatambo, provincia de Cajatambo, región Lima, mejorará la condición sanitaria de la población - 2020?; para ello se planteó como **objetivo general**: Desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento del sistema de agua potable del caserío de Uramasa, distrito de Cajatambo, provincia de Cajatambo, región Lima y su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2020. La **metodología** utilizada constato: de tipo correlacional, y trasversal. El Nivel de investigación de carácter cualitativo. El diseño descriptivo no experimental. Se tuvo como **resultado**, diseño de dos cámaras de captación de tipo ladera, línea de conducción con tubería PVC de 1424m de 2” clase 10. Un reservorio de 25m³ que abastecerá a una población de 689 proyectados a 20 años. Con la propuesta de diseño se mejoró la condición sanitaria en el caserío de Uramasa.

d) Según Torres⁵, en su proyecto de tesis llamado: “EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE MURUHUAY, DISTRITO DE ACOBAMBA, PROVINCIA DE TARMA, REGIÓN JUNÍN Y SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN – 2020”. El presente trabajo corresponde a la línea de investigación: Sistema de abastecimiento de agua potable, perteneciente a la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, se ha planteado como objetivos realizar la evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado de Muruhuay proponer el rediseño del mencionado sistema y establecer la incidencia en la condición sanitarias de los usuarios. El problema se ha enunciado de la siguiente manera: ¿La evaluación y consiguiente propuesta de mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado de Muruhuay, mejorará la condición sanitaria de los usuarios del sistema?, para complementar los **objetivos** descritos se utilizó una **metodología** cualitativa y cuantitativa, no se utilizó un diseño experimental y más bien el trabajo fue descriptivo. Una vez realizado el diagnóstico, se obtuvo como **resultado** del estado de todo el sistema: regular, calificado como medianamente sostenible, por lo que la propuesta de mejoramiento queda plenamente justificada, se ha planteado el mejoramiento de 7 captaciones y la construcción de una

captación nueva, la instalación de una línea de conducción de 1375.31 m, compuesta por tubería PVC de 2" de diámetro nominal , clase 10, además se plantea la construcción de un reservorio cuadrado apoyado de 40m³ de capacidad, línea de aducción con tubería de diámetro nominal de 2" (165 m) y 1" (39 m) de PVC Clase 10, líneas de distribución abierta de un total de 6542 m., compuesta por tubería PVC Clase 10 de diámetros nominales de 1" (1236 m) y ¾" (5306 m). Por último, el diagnóstico realizado y el consecuente mejoramiento planteado para el sistema de abastecimiento de agua potable, inciden de forma positiva sobre la condición sanitaria de los usuarios, mejorando la cobertura, continuidad, calidad y cantidad del servicio de agua potable.

2.1.3. Antecedentes locales

- a) Según Pinedo⁶, en su tesis para optar el título de ingeniero civil, que lleva el nombre de: “MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE EN EL BARRIO LAS FLORES DE LA LOCALIDAD DE CAMPO VERDE, DISTRITO DE CAMPO VERDE – PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO– REGIÓN DE ÁNCASH – 2019” Durante el desarrollo del estudio de la tesis se determinó establecer el estado actual del proyecto abastecimiento de agua potable, lo cual se planteó el siguiente problema: ¿De qué manera influenciará la determinación y evaluación del mejoramiento del sistema de abastecimiento y distribución de agua en el Barrio las Flores de la Localidad de Campo Verde, Distrito de Campo Verde – Provincia de Coronel Portillo – Región de Áncash, nos permitirá conocer los problemas existentes en dicha tesis de investigación? Siguiendo la aplicación de la metodología para la ejecución del proyecto de mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua en la obtención de datos, organización, análisis y validación de datos recopilados, mediante la aplicación de la metodología PNSR, OS.100, OMS,

método aritmético, determinación de caudales y coeficiente de variación. Se busca obtener los resultados de las 6 manzanas conformadas por Mz: 136, 137, 138, 139, 139A, 139B, con sus respectivos lotes en el mismo orden Lt: 18, 18, 18, 1, 12, 3. Lo cual corresponde al número de 70 familias y 350 habitantes, lo cual se llevó a cabo una inspección visual detallada al que presenta una mayor incidencia en el sistema operativa de: De acuerdo a los cálculos realizados de población futura dentro de 10 años, con una tasa de crecimiento poblacional anual de 1.30% se obtuvo 398 habitantes, con estos resultados se obtuvieron los siguientes: Caudal promedio diario anual (Q_p) = 0.32 L/Seg. Caudal máximo diario (Q_{md}) = 0.42 L/Seg. Caudal máximo horario (Q_{mh}) = 0.64 L/Seg. Caudal de Bombeo (Q_b) = 2.52 L/Seg. Volumen de almacenamiento ($V_{almac.}$) = 10 m³ De acuerdo a las encuestas realizadas se muestra cualidades: calidad de agua con: buena 62.50%, regular 25.00% y malo 12.50%, desempeño de actividades con: agricultura 85.00%, ganadería 12.50% y comercio 2.50%, tipo de clima con: cálido 70.00%, templado 25.00% frío 5.00%, servicios de satisfacción con: bueno 12.50%, regular 35.00% y malo 52.50%, antes del consumo de agua presenta un tratamiento con: ; hervida

22.50%, sin hervir 72.5% y otras 5.00%. Se identificó la falta de fluido eléctrico, para dar solución se planteó la instalación de un panel solar, un tablero eléctrico para satisfacer el servicio las 24 horas del día, para así evitar posibles enfermedades durante el almacenamiento de agua en los domicilios de los beneficiarios. Se concluye la tesis de investigación no experimental que brindará como beneficio y aporte a la Municipalidad del Distrito de Campo Verde, Provincia de Coronel Portillo, Región de Áncash, para realizar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo.

- b) Según Ramirez⁷, manifiesta en su proyecto de investigación llamado: “Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Puerto Caridad, Distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo, Departamento Ucayali - Año 2019” El objetivo de la investigación es el “Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Puerto Caridad, Distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo, Departamento Ucayali - Año 2019”, la metodología aplicada es de tipo descriptivo no experimental, de corte transversal, en enfoque cualitativo, permitiendo llevar a cabo una recopilación de información en el caserío Puerto Caridad, para

corroborar los datos de la población existente. A partir de los datos de la Población actual proyectada a una población futura, el universo muestral está constituido por toda la población del caserío Puerto Caridad. Para la recopilación de datos se aplica el método de encuestas, análisis y evaluación de los componentes del sistema de agua potable existente. Se utilizará el Microsoft Excel, Microsoft Word, AutoCAD, AutoCAD Civil 3D y WaterCad. Se elaboró tablas, figuras, planos, con los que se llegó a la siguiente conclusión: la población del caserío Puerto Caridad, pueda acceder servicio de agua potable, deteriorando la calidad de vida de la población. El mejoramiento propuesto aumentara las condiciones sanitarias en un 100% para los beneficiarios.

2.2. Bases teóricas de la investigación

2.2.1. Sistema de abastecimiento de agua

Según Valenzuela ⁸, es un conjunto de elementos encargados de distribuir, almacenar y conducir el agua potable hacia las viviendas el tipo de sistema de agua potable a emplear en una localidad esta en función a su topografía ya que esta determinara si sera por bombeo o por gravedad.

2.2.2. Tipos de Fuentes de Abastecimiento de Agua Potable

“se considera elementos principales ante cualquier diseño en la cual las fuentes tienen que depender mucho de la calidad, cantidad y la ubicación”(9)

A) Fuente de Agua Subterránea:

Según Cordero ⁹, son las aguas que se encuentran en el subsuelo: manantiales, pozos, nacientes, subálveos de los ríos. La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos, excavados y tubulares .

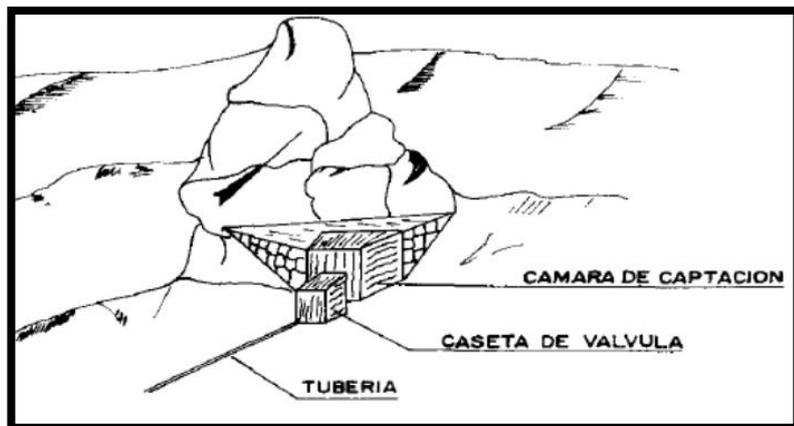


Figura 1. Fuente subterránea

B) Fuente de Agua Superficial:

Nos dice que estas aguas nacen de los ríos, lagos, arroyos, etc. La calidad del agua superficial tiene contaminaciones provenientes de desagües, residuos sólidos y/o industriales, presencia de animales, etc.

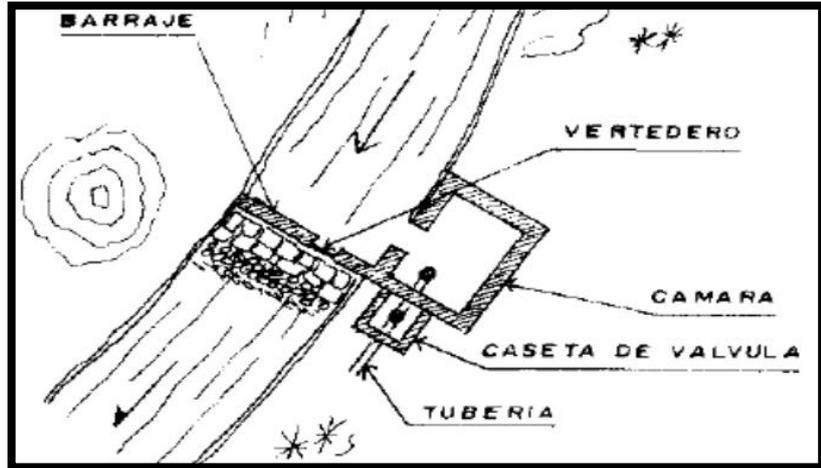


Figura 2. Agua superficial

Fuente: Agronoticias.

C) Fuente de Agua Pluvial

Nos dice que estas aguas son provenientes de lluvia que tienen baja alcalinidad, baja turbiedad y tienen pequeños sólidos disueltos.

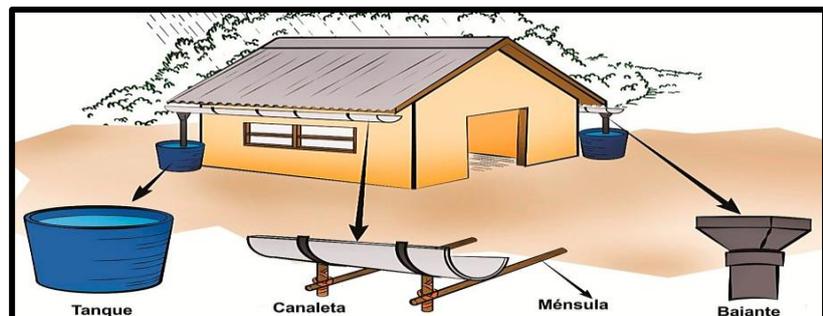


Figura 3. Fuente de agua de lluvia.

Fuente: Agronoticias.

2.2.3. Evaluación y mejoramiento

“Un sistema de abastecimiento de agua carece de sentido sin agua potable, el agua potable está presente en nuestras tareas cotidianas porque es esencial en la cocina, limpieza e higiene personal, por ello se evaluará a cada componente, determinando sus eficiencias y dándole una mejora, con la finalidad de que aplique una buena función dentro del sistema de abastecimiento”(10).

A) Agua potable

Según Jaramillo ¹¹, es aquella sustancia líquida que cumple las propiedades que dan los ministerios fiscalizadores para que esta sea apta, esta agua debe estar por debajo de los parámetros máximos del ANA, se puede definir también como el agua que es apta para el consumo humano y puede disponer de su uso en su vivienda.



Figura 4. Agua potable

Fuente: Economía asociativa

B) Calidad del agua

“Para que se califique el agua y sea consumible se tiene que verificar los parámetros y sus límites que puede contener, para ello se deben tener en cuenta estas características”(12):

b.1. Características físicas

“son aquellas que se pueden ver, olfatear o definir a través del gusto, estos son perceptibles, prácticamente son muy simples de identificarlos, sin la necesidad de hacer estudios para saber en qué nivel se encuentra, estas características son: pH, turbidez color, olor y sabor, temperatura”(12).

b.2. Características químicas

“muchas veces los compuestos químicos son industriales o naturales, en la cual no se sabrá exactamente si nos beneficiara por la composición que puede contar, algunas de estas son, cobre, cloruro, sulfatos, nitritos, nitratos, plomo, hierro, aluminio, mercurio y fluoruro”(12).

b.3. Características Biológicas

“Los microorganismos muchas veces provienen por contaminaciones ya sean estas industriales u otra es cuando proviene del mismo suelo o por acción de la misma lluvia, en la que podemos distinguir, hongos, algas, mohos, bacterias y levaduras” (12).

C) Aforo:

Se determina mediante el método volumétrico insitu, este dato es de suma importancia para el diseño de agua potable ya que está relacionado directamente con la capacidad de este.

D) Método volumétrico

Es aquel método que se aplicara para conocer el caudal, el cual se basara en conocer el volumen de recipiente con el cual trabajaremos, tomaremos el tiempo en el que es llenado el recipiente repetitivas veces (12).

Formula:

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots(1)$$

Q: Caudal en l/s,

Z2: Volumen del recipiente en litros

t: Tiempo promedio en seg.

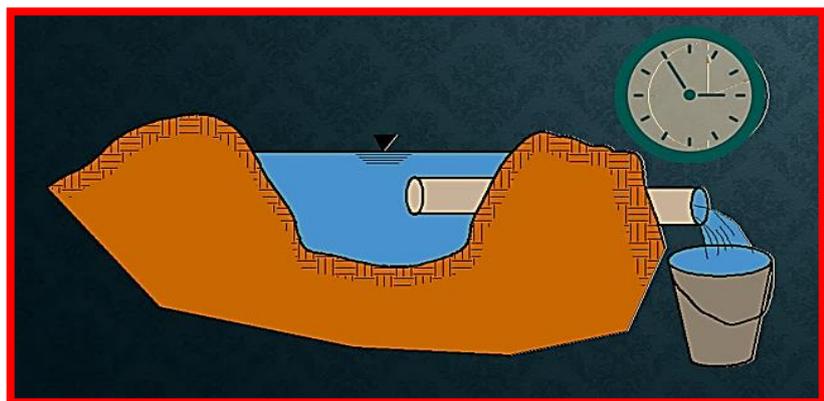


Figura 5. Método volumétrico

Fuente: Manual de medición

E) Población futura

Se refiere a la cantidad de población que se proyectara en un

tiempo de 20 años hábiles, para el diseño del sistema de agua potable.

F) Método Aritmético

Este método se emplea cuando la población se encuentra en período de franco crecimiento

$$Pf = Pa + r (t - to) \dots\dots\dots(2)$$

Donde

Pf = Es aquella población proveniente de un futuro .

Pa = Es la población que se encuentra en el tiempo actual.

r = Coeficiente de crecimiento anual por 100 habitantes.

t = tiempo en años

G) Periodo de diseño

Según Rojas ¹³, es el tiempo de vida útil que cumple un componente del sistema de abastecimiento de agua, cumpliendo con la demanda proyectada y siendo un sistema sostenible.

Tabla 1. Periodos de diseño

ESTRUCTURA	PERIODO DE DISEÑO
<input checked="" type="checkbox"/> Fuente de abastecimiento	20 años
<input checked="" type="checkbox"/> Obra de captación	20 años
<input type="checkbox"/> Pozos	20 años
<input type="checkbox"/> Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)	20 años
<input checked="" type="checkbox"/> Reservorio	20 años
<input checked="" type="checkbox"/> Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución	20 años
<input type="checkbox"/> Estación de bombeo	20 años
<input type="checkbox"/> Equipos de bombeo	10 años
<input type="checkbox"/> Unidad Básica de Saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para	10 años
<input type="checkbox"/> Zona inundable	
<input type="checkbox"/> Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

Fuente: RM – 192 - 2018

H) Dotación de agua

Según Sanchez ¹⁴, la dotación promedio diario anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificados, sustentando en informaciones estadísticas comprobada

Tabla 2. Dotación por región

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

Fuente: DIGESA

I) Variaciones de consumo:

“En los abastecimientos por conexiones domiciliarias, los coeficientes de las variaciones de consumo, referidos al promedio diario anual de la demanda, deberán ser fijados en base al análisis de información estadística comprobada. De lo contrario se podrán considerar los siguientes coeficientes” (14).

Máximo diario: 1,3

Máximo horario: 2.00

i.1. Consumo promedio diario anual:

“El consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresada en litros por segundos” (14).

$$Q_m = \frac{pf \times dotacion (d)}{86,400 \text{ s/día}} \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

Q_m = Consumo promedio Diario(l/s)

P_f = Es aquella población proveniente de un

futuro. d = Dotación (l/hab/día)

i.2. Consumo máximo diario:

“El consumo máximo diario se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año” (15).

$$Q_{md} = Q_m * K1 \dots\dots\dots(4)$$

i.3. Consumo máximo horario

“El valor máximo tomado hora a hora representará la hora de máximo consumo de ese día, si por definición, tomamos la curva correspondiente al de máximo consumo, esa hora representará el consumo máximo horario, el cual puede ser relacionado respecto al consumo medio” (15).

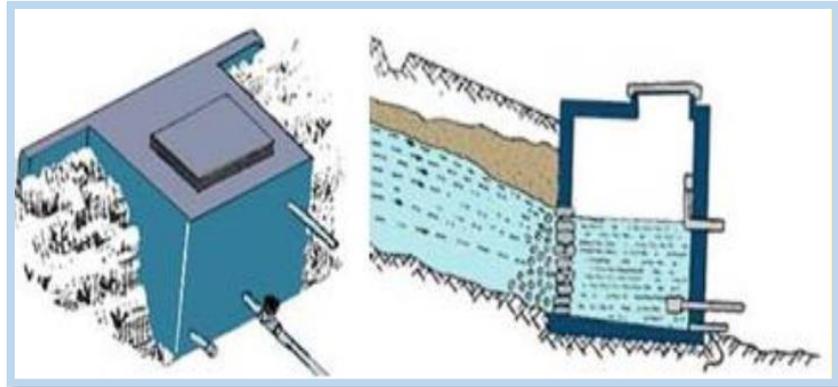
$$Q_{md} = Q_m * K2 \dots\dots\dots(5)$$

2.2.4. Captación:

“es el lugar en donde se va a ser la captación se debe tener en cuenta que dicho lugar debe estar limpio sin ningún peligro de contaminación para el agua captada” (15).

Figura 6. Captación de agua

Fuente: ITACAB



2.2.4.1. Tipos de captaciones:

A) Captación superficial

Según Norma técnica de diseño ¹⁶, Esta captación parte de las aguas superficiales que están constituidas por arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba.

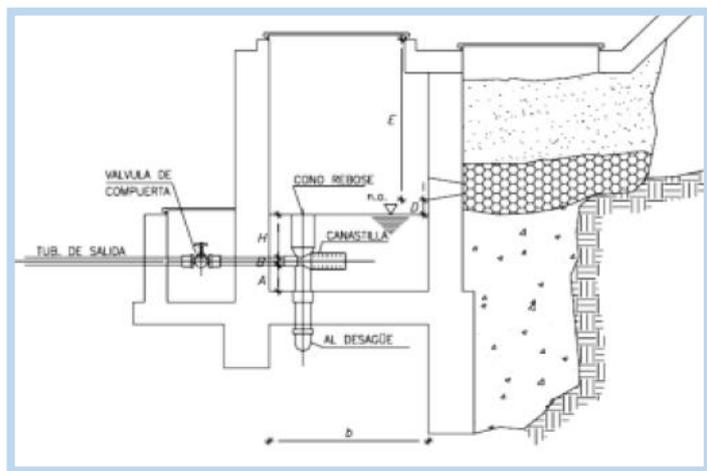


Figura 7. Captación manantial de ladera

Fuente: Guía de orientación y saneamiento

B) Captación de aguas subterráneas:

“Esta captación parte de la precipitación de una cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas. La calidad y cantidad del agua subterránea disponible varía de sitio a sitio”(16)

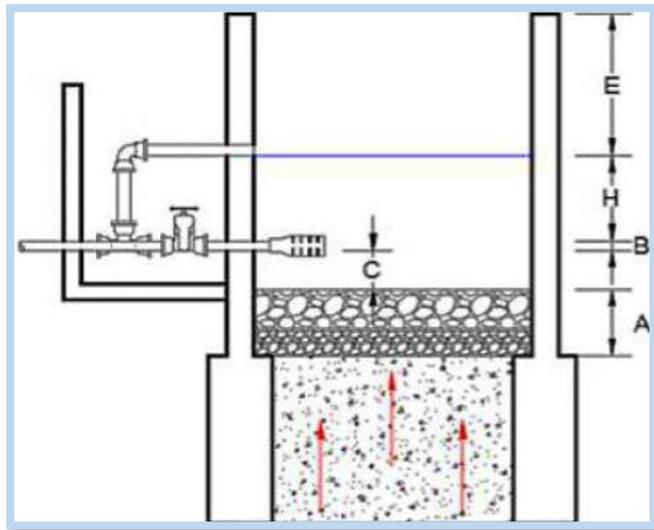


Figura 8. Captación manantial de fondo

Fuente: Guía de orientación

2.2.4.2. Cantidad de Agua (Caudal)

Según Cruz, et al ¹⁷, volumen o porcentaje de agua de la fuente que pasa por un límite de tiempo hacia la captación, su sistema de medición está compuesto por litros por segundo (l/s). La fórmula de cálculo para determinar el caudal dependiendo del método que se visualiza en la fórmula “(1) y (2)” líneas arriba.

2.2.4.3. Calculo hidráulico

a) Velocidad de Paso

La velocidad que se ejerce dentro de la tubería esta en función al diámetro y la pendiente sin embargo la norma establece que la velocidad minima es de 0.6m/s y la max de 3m/seg.

b) Diámetro de Canastilla

“El diámetro debe ser mayor o igual a 2 pulgadas, o también debe de ser el doble del diámetro de la tubería de la línea de conducción” (15).

$$Q = 0,2785 * C * D^{0,63} * S^{0,54} \dots\dots\dots (6)$$

Donde:

- Q : Caudal
- C : Coeficiente de rugosidad del material
- D : Diámetro
- S : Pendiente (Debe ser mayor al 1%)

c) Ancho de Pantalla

“El diámetro de la canastilla se puede determinar el ancho de la pantalla aplicando la siguiente fórmula” (15):

Fórmula:

$$2 \cdot (6 \cdot D) + N_{orif} \cdot D + 3 \cdot D \cdot (N_{orif} - 1) \dots(7)$$

Leyenda de la fórmula:

- D : Diámetro

N_{orif} : Número de Orificios

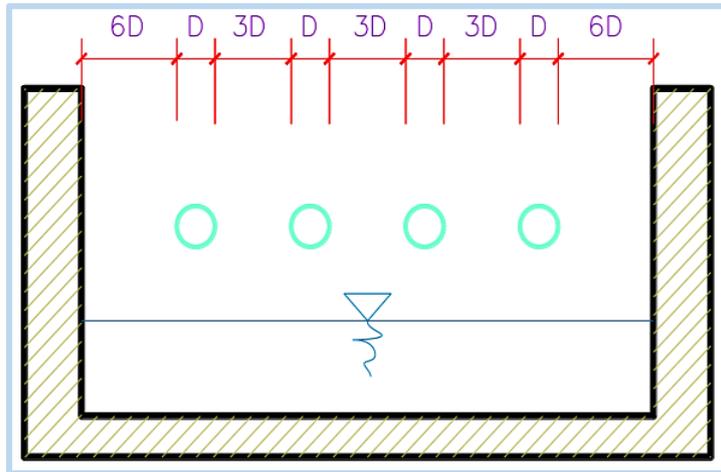


Figura 9. Ancho de pantalla y orificios

Fuente: Resolución Ministerial N° 192 – 2018 –

Vivienda

c) Altura de Cámara Húmeda

“Esta altura se determinará según los parámetros de la Resolución Ministerial el cual nos indica, que para” (18).

A: sedimentación de arena, mínimo es 10 cm

B: la mitad del diámetro de la canastilla

C: se recomienda una altura mínima de 30 cm

D: se recomienda mínimo de 5 cm de desnivel entre el nivel de ingreso de agua y el nivel de la cámara húmeda

E: se recomienda mínimo de 5 cm de borde libre.

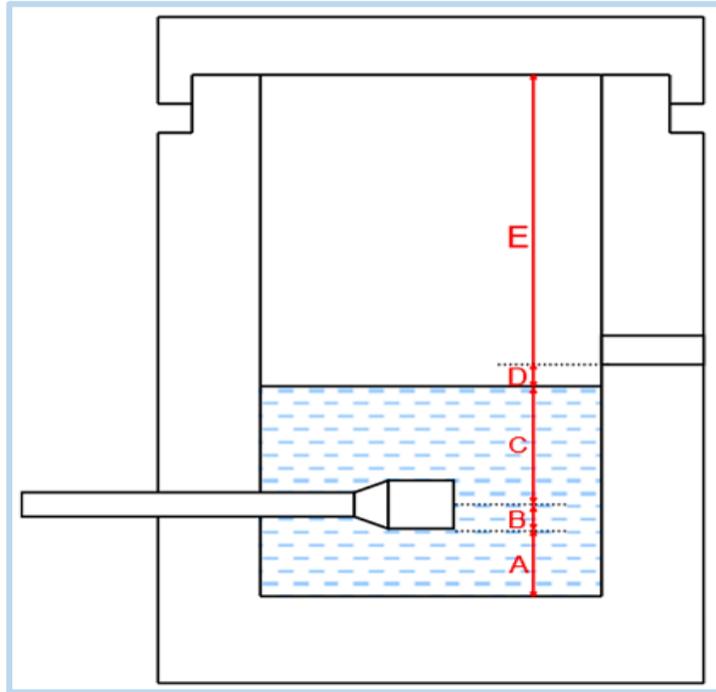


Figura 10. Altura de cámara húmeda

Fuente: Resolución Ministerial N° 192 – 2018 – Vivienda

d) Tubería de rebose y limpia

“son aquellas tuberías que cuentan con una pendiente de 1 a 1,5%, y en la cual sirven para eliminar agua excedente y para el mantenimiento” (18).

2.2.5. Línea de conducción:

Para Ramos ¹⁸, la línea de conducción es la encargada de conducir el agua potable hacia el reservorio su diámetro mínimo es de 1” por ello es necesario respetar las velocidades y presiones que se ejercen en lo largo de la tubería, muchas veces en el diseño hidraulico no se contemplan estos factores que pueden afectar la precion del agua en campo generando asi incomodidad en la poblacion del centro poblado a abastecer.

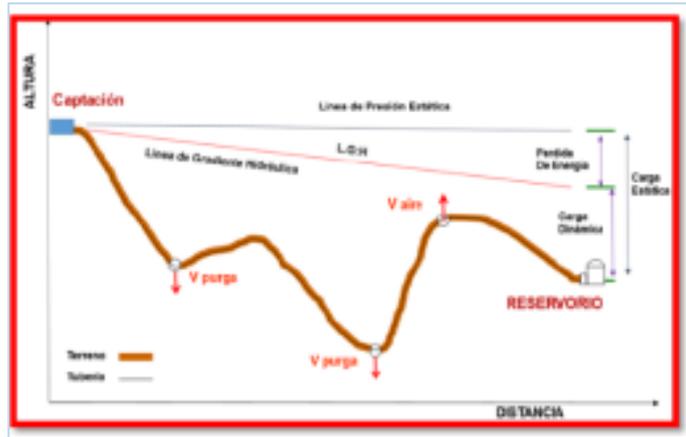


Figura 11. Línea

Fuente: Línea de conducción

A) Estructuras complementarias:

a.1. Válvulas de aire

Se utiliza para eliminar bolsones de aire en los lugares de contrapendiente, que de no eliminarse produce cavitaciones en la tubería. Se debe colocar en el punto más alto de la tubería.¹⁶

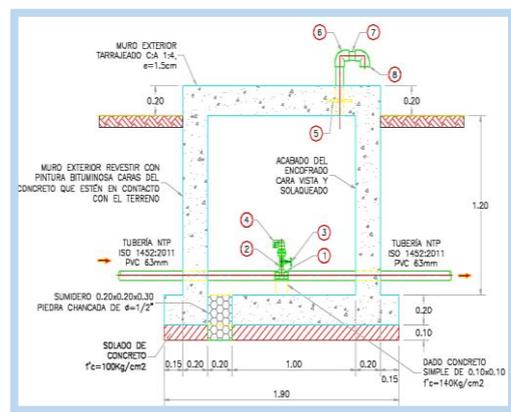


Figura 12. Válvula de aire.

Fuente: Elaboración propia - 2022

a.2. Válvula de compuerta:

“Se instalará al inicio de la línea para el cierre del agua en

caso se requiera realizar reparaciones en la línea”(15)

a.3. Válvulas de purga

“Se utiliza en sifones, en el punto más bajo para eliminar sedimentos”(18)

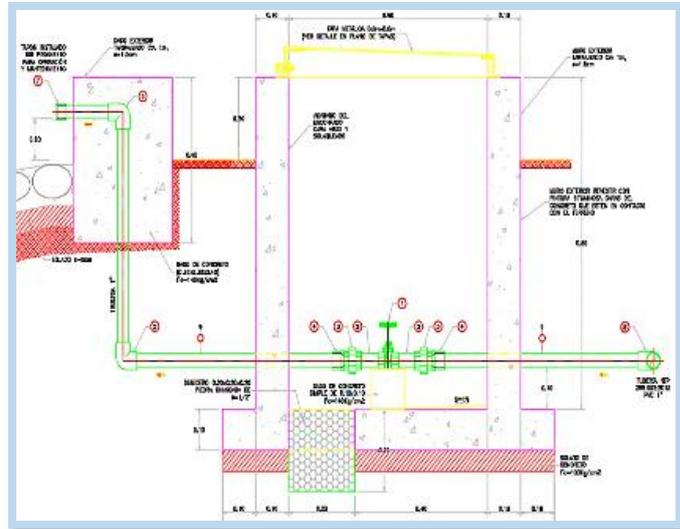


Figura 13. Válvula de purga.

Fuente: Elaboración propia - 2022

a.4. Cámaras rompe-presión

“La función de una caja rompedora de presión es la de permitir que el caudal descargue en la atmósfera reduciendo su presión hidrostática a cero y estableciendo un nuevo nivel estático”(18)

B) Cálculo hidráulico

b.1. Tipos de tubería

Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión, se utilizarán los coeficientes de fricción según el tipo de tubería que se establecen en el siguiente cuadro.

Tabla 3. Coeficiente de Rugosidad de Hazen-Williams

Coeficiente de Rugosidad de Hazen-Williams	
Tipo de Tubería	"C"
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	110
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno, Asbesto Cemento	140
Poli (cloruro de vinilo) (PVC)	150

Fuente: Norma OS. 010.

b.2. Clase de Tubería

La clase de tubería depende mucho de la carga disponible con la que se está trabajando ya que ellas nos dirán cuánta presión ejercerá nuestra línea de conducción hasta llegar al reservorio, en el caso de esta investigación se optó por una clase 10 de tubería tipo PVC.

Clases de tuberías
PVC clase 5
PVC clase 7.5
PVC clase 10

PVC clase 15

Tabla 4. Clases de tuberías

Fuente: Norma OS. 010.

b.3. Caudal

“El caudal dependerá del consumo promedio anual de la población del sistema, ya que esta se multiplicará con la variación de consumo máximo diario (k1) teniendo como resultado nuestro caudal máximo diario”(19).

b.4. Diámetro

El diámetro depende del caudal máximo diario, teniendo en cuenta que mientras el caudal máximo diario es mayor el diámetro aumentara, estos diámetros se eligen en base al valor de tipo de tubería ya que dependen de su rugosidad si es PVC sería $C = 150$, y se calcularía con la siguiente ecuación:

$$D = \left(\frac{Q_{md}}{1000} \right)^{0.38} \dots\dots\dots (8)$$
$$D = \left(\frac{Q_{md}}{0.2785 * C * S^{0.54}} \right)^{0.38} \dots\dots\dots (8)$$

Donde:

D : Diámetro Interno Tubería (mm).

Qmd : Caudal máximo diario

C : Coeficiente de rugosidad

S : Pendiente en el tramo

b.5. Caudal de diseño

“Caudal utilizable para el dimensionamiento de los componentes de los proyectos de saneamiento, y que es aplicable a lo largo del periodo de diseño”(19).

En línea de conducción siendo un suministro continuo el caudal que se emplea para el diseño será el caudal máximo diario (Qmd)

b.6. Velocidades admisibles

“para el diseño de la línea de conducción deberá cumplir velocidades mínima y máxima entre los rangos (0,60 m/s y 3 m/s), alcanzando los 5 m/s si se justificara con fundamento”(20).

$$V=4.Q\pi.D2.....(9)$$

b.7. Carga estática.

También conocida como carga disponible o presión estática.

“Debe cumplir como máximo una carga estática de 50 m”¹⁶.

La carga estática máxima que debe soportar la tubería no debe ser mayor al 75% de la carga de trabajo especificada por el fabricante.

b.8. Carga dinámica

También conocida como presión residual y hace referencia a la presión cuando el flujo está en movimiento.

Es la diferencia de la presión estática y la pérdida de carga.

La carga mínima será de 1m¹⁶.

b.9. Diámetros

“En el caso de zonas rurales el diámetro mínimo para la línea de conducción es de 1 pulgada, Para el diseño hidráulico de la línea de conducción, se diseñará con el diámetro interno de la tubería”(20).

b.10. Línea de carga estática

“También llamado nivel de carga estática, siendo el nivel máximo de carga del cual una tubería está sometida”¹⁶.

b.11. Línea de gradiente hidráulico

“Es la línea que indica la presión en columna de agua a lo largo de la tubería bajo condiciones de operación”¹⁶.

b.12. Pérdida de carga unitaria

“Es la pérdida de energía que ocurre en la tubería por unidad de longitud debido a la resistencia del material de la tubería al flujo de agua”(20).

$$hf = (Q \cdot 0.2785 \cdot C \cdot D^{2.63}) \cdot 10.54 \dots \dots \dots (10)$$

b.13. Pérdida de carga por tramo

Representa el producto de la pérdida de carga unitaria por la longitud del tramo de tubería

2.2.6. Reservorio de Almacenamiento:

“Su función es almacenar agua para el consumo humano después dirigirlo a las redes de distribución, con la presión de servicio adecuada y en cantidad necesaria que permita compensar las variaciones de la demanda”(20)

A) Tipos de reservorios

a.1. Reservorios Elevados:

Tienen la forma esférica, cilíndrica, y de paralelepípedo, son construidos sobre torres en altura, columnas, pilotes etc .

a.2. Reservorios Apoyados:

Según el Granda ²¹, son los de forma rectangular y circular, construidos directamente sobre la superficie de suelo.

a.3. Reservorios Enterrados

Son los que principalmente tienen característica rectangular y circular, son construidos por debajo de la superficie del suelo (cisternas).

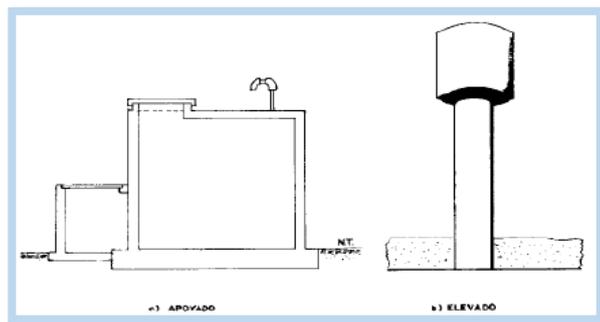


Figura 14. Tipos de reservorios

Fuente: Reservorio

B) Volumen de reservorio

Según Granda ²¹, para calcular el volumen del reservorio básicamente se utiliza el método analítico y gráficos, pero para realizar estos métodos se tienen que disponer de datos cosa que

en las poblaciones rurales no cuentan con mucha información.

C) Tipos de Material

Para Los reservorios de almacenamiento de un sistema de abastecimiento de Agua Potable se consideran 3 tipos de materiales

D) Concreto Armado:

Es el más común puesto que generalmente en obras de abastecimiento de Agua Potable para zonas rurales y más aún de gravedad los reservorios se encuentran Apoyados o Enterrados

E) Concreto Reforzado:

Este se considera para reservorios de gran volumen y para tanques elevados siendo irrelevante su capacidad

F) Acero Inoxidable:

Es el menos común puesto que solo se permitan en casos excepcionales que el cálculo lo requiera o determine como tal

G) Capacidad del Reservorio (Volumen)

g.1. Volumen de Regulación:

Se calcula con el diagrama de masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda. Cuando se comprueba la no disponibilidad de esta información, se considera el 25% del Caudal promedio anual de la demanda.

g.2. Volumen Contra Incendio:

Volumen contra incendio, Según RNE 122.4a, para poblaciones menores a 10000 hab. se considera 5m³.

g.3. Volumen de Reserva:

El volumen de reserva se considera el 20% del volumen de regulación.

2.2.7. Línea de Aducción:

“Es el conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas bajo una población determinada para satisfacer sus necesidades, desde su lugar de existencia natural o fuente hasta el hogar de los usuarios”(22).



Figura 15. Línea de aducción

Fuente: Manual

A) Tipos línea de aducción

a.1. Línea de aducción por gravedad

Según Leyva (22), se establece cuando se obtenga una cota de gran diferencia entre la estructura de la captación y el reservorio, ya que se obtendrá una pendiente, el cual le dará al fluido una velocidad en su recorrido.

a.2. Línea de aducción por bombeo

“Se aplicará este sistema cuando se necesite una energía extra para que el caudal que transcurre por la tubería llegue a su destino, en este caso su destino a llegar es la estructura del reservorio, estos casos se dan cuando existe mucha pendiente”(23)

B) Cálculo hidráulico

b.1. Caudal

El caudal para utilizar para el diseño de la línea de conducción es el caudal máximo diario.

Tabla 5. Determinación del Qmd para el diseño.

Rango	Qmd (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

Fuente: Resolución Ministerial. N° 192 – 2018 –

Vivienda.

b.2. Caudal máximo diario

según en el Manual de operación y mantenimiento ²⁴, Es el caudal máximo del día máximo de los 365 días del año, se podrá determinar este caudal siempre y cuando se aplique un coeficiente de variación, este coeficiente está establecido por el reglamento el cual es 1.3, multiplicado por nuestro caudal promedio obtendremos Qmd.

$$Q = 0.2785 \cdot C^{2.63} \cdot hf^{0.54}$$

b.3. Diámetro

Es el diámetro que será calculado a través de nuestro caudal máximo diario, en esta investigación se aplicará un diámetro de 1 plg, tipo PVC, clase 10.

$$D = \left(\frac{Q}{0.2785 \cdot C \cdot hf^{0.54}} \right)^{\frac{1}{2.63}}$$

b.4. Velocidad.

Ministerio de Vivienda²⁵, es aquella velocidad que se dará en la línea de conducción, dependerá mucho del diámetro, la pendiente y el caudal, el reglamento establece que la velocidad debe de ser mayor a 0.6 m/s, en esta investigación la velocidad es de 0.78 m/s por el cual se determina que se cumple con el reglamento.

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

b.5. Presión:

Esta presión va a depender del tipo de tubería que apliquemos teniendo una cierta presión requerida.

2.2.8. Redes de distribución:

Trabajan bajo tierra de un sitio donde se está aplicando el proyecto, las cuales son un conjunto de tuberías donde nos ayudara a conducir el agua a viviendas que se encuentren distribuidas ya sean por tres tipos de redes, abierta, cerrada o mixta, Esta red debe permitir entregar agua potable al consumidor tanto en cantidad suficiente, como de la calidad, presión y continuidad fijadas por la norma (26)

Se establecen presiones de 5 y 50 m.c.a. según norma.

A) Tipos de redes de distribución:

a.1. Sistema abierto o ramificado:

“Las tuberías principales son recomendadas trabajarlas con una 1 plg como mínimo, de esta tubería principal nacen las tuberías secundarias las cuales son los ramales de diámetros de $\frac{3}{4}$ plg recomendada como mínimo y de está sales las conexiones con un diámetro de $\frac{1}{2}$ plg como mínimo, las cuales tienen una longitud máxima de 20 m hacia las viviendas, este tipo de red es recomendada para zonas rurales ya que muchas de las viviendas se encuentran dispersas” (26).

a.3. Sistema mixto:

Es aquel que puede combinar los dos tipos de sistemas el cual permitirá conectar de manera esparcida en la red.

B) Cálculo hidráulico

b.1. Velocidad.

Se recomienda velocidades de 0.3 m/seg como mínimo, como máximo 3 m/seg, esta velocidad dependerá del caudal en este caso el caudal unitario el cual será el que ingresará a cada vivienda.

$$V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

b.2. Presión.

Se dependerá del diámetro que elijamos en el diseño ya que ese diámetro nos dará una presión trabajo que dependerá de la clase de tubería, tipo y caudal, también n dependerá del tipo de terreno que nos otorga el levantamiento topográfico, en una red de distribución debe de ser 5 m.c.a. como mínimo y como máximo 50 m.c.a.

b.3. Consumo unitario y por tramo

a) Consumo máximo

$$Q_m = P_f \times \text{Dotación} / 86400(\text{h/días})$$

b) Consumo máximo horario

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_m$$

c) Consumo unitario

$$Q_{unit} = Q_{mh} / \text{Población}$$

d) Consumo por tramo

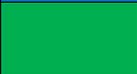
$$Q_{tramo} = Q_{unit} \times N^{\circ} \text{ Hb/ tramo}$$

2.2.1. Evaluación

Para Mejía ²⁷, Significa la acción de dar un juicio de valor para determinar sus características requeridas, en este sentido la evaluación se establece, en conjunto de criterios y normas.

“Para la evaluación del sistema de agua potable se utilizará el Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento (SIRA) donde se utilizarán las siguientes cualificaciones”(27)

Tabla 6 Referencia para los puntajes

Referencias para los puntajes					
Estado	Cualificación	Puntaje		Color	
Bueno	Sostenible	3.51	-	4	
Regular	Medianamente sostenible	2.51		3.5	
Malo	No sostenible	1.51		2.5	
Muy malo	Colapsado	1		1.5	

Fuente: Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento (SIRA).

a) Cualificación sostenible

Una cualificación sostenible se define como un sistema que cuenta con una infraestructura en un estado bueno sin alteraciones, así mismo que pueda cumplir con los estándares de calidad, cobertura, continuidad y cantidad.

b) Cualificación medianamente sostenible

Estos sistemas se encuentran con algunas deficiencias tanto en su infraestructura o en la calidad de servicio que brindan a la

comunidad, como por ejemplo no contar con agua potable en algunas temporadas de estiaje.

c) Cualificación no sostenible

Se puede llamar una cualificación no sostenible cuando el sistema presenta fallas que alteran el funcionamiento correcto del sistema, la infraestructura se encuentra en un estado malo y esto va a generar que el servicio este deficiente en los estándares de calidad, cobertura, continuidad y cantidad.

d) Cualificación Colapsado

Se determina así a los sistemas que ya no brindan un servicio y se encuentran en un estado de abandono.

2.2.2. Mejoramiento

Para la Real academia española ²⁸, se refiere como la acción y resultado de mejorar o mejorarse, en hacer que una cosa puede perfeccionar o que sea mejor que otro, en acrecentar, incrementar o aumentar sus cualidades o funciones.

Partiendo de este concepto en el proyecto se plantea mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable de tal modo que se subsanen las deficiencias encontradas en la evaluación del sistema.

III. Hipótesis

No corresponde por ser investigación descriptiva.

IV. Metodología

4.1. El tipo y el nivel de la investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación propuesta será el que corresponde a un estudio correlacional; ya que ofrece predicciones mediante la explicación de la relación entre variables y las cuantifica, a su vez si se realiza un cambio en una variable no influye en que la otra pueda variar.

Nivel de la investigación

El nivel de investigación de la tesis será cuantitativo y de corte transversal.

Cuantitativo: Es la técnica descriptiva de recopilación de datos concretos, como cifras, brindando el respaldo necesario para llegar a conclusiones generales de la investigación.

Transversal: Las variables son medidas en una sola ocasión; y por ello se realiza comparaciones, tratando a cada muestra como independientes.

4.2. Diseño de la investigación

- Se emplea el siguiente esquema para trabajar las variables



Leyenda del diseño

Mi: centro poblado Huambacho la Huaca

Xi: Sistema de abastecimiento de agua potable sanitario en el centro poblado Huambacho la Huaca

Yi: Condición sanitaria.

Oi: Resultados.

4.3. Población y muestra

Para el siguiente proyecto de investigación la población y la muestra es el diseño del sistema de Abastecimiento de agua potable.

4.4. Definición y operacionalización de variables e indicadores

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	SUBDIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	
EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	VARIABLE INDEPENDIENTE	Un Sistema de abastecimiento de agua potable se realiza para satisfacer la necesidad primaria que presenta la población, por ende, en todo momento se ve el beneficio de los pobladores, evitando así que los problemas de salud sigan empeorando.	Se realizará la evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable desde la captación hasta el almacenamiento y las líneas de aducción y red de distribución de agua potable. Se logrará con la recolección de datos a través de fichas técnicas, encuestas y estudios.	Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable	Cámara de captación	- Tipo captación - Caudal máximo de la fuente. - Antigüedad. - Clase de tubería. - Cerco perimétrico - Cámara húmeda - Accesorios.	- Material de construcción. - Caudal máximo diario. - Tipo de tubería. - Diámetro de tubería. - Cámara seca.	Nominal Ordinal Intervalo Intervalo Nominal Ordinal Nominal Nominal
					Línea de conducción	-Tipo de línea de conducción. -Tipo de tubería. -Diámetro de tubería.	-Antigüedad. -Clase de tubería. - Válvulas.	Nominal Intervalo Nominal Nominal
					Reservorio de almacenamiento	-Tipo reservorio. -Material de construcción. -Accesorios. -Tipo de tubería. -Diámetro de tubería. -Cerco perimétrico.	- Forma de reservorio. - Antigüedad. - Volumen. - Clase de tubería. - Caseta de cloración - Caseta de válvulas	Nominal -Ordinal - Nominal - Intervalo - Ordinal - Nominal - Ordinal - Nominal Nominal Nominal
					Línea de aducción	-Tipo de línea de Aducción -Tipo de tubería. -Diámetro de tubería.	-Antigüedad. -Clase de tubería. - Válvulas.	Nominal Intervalo Nominal Nominal

	Red de distribución	-Tipo de red de distribución - presión de la tubería -Clase de tubería	-Diámetro de tubería -Antigüedad -tipo de tubería	Nominal -Nominal Nominal	Ordinal Nominal -Nominal
	Cámara de captación	- Tipo captación - Caudal máximo de la fuente. -Antigüedad. -Clase de tubería. - Cerco perimétrico - Cámara húmeda . - Accesorios.	- Material de construcción. -Caudal máximo diario. - Tipo de tubería. - Diámetro de tubería. - Cámara seca.	Nominal Intervalo Intervalo Nominal Nominal Nominal	Ordinal Intervalo Nominal Ordinal Nominal Nominal
Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable	Línea de conducción	-Tipo de línea de conducción. -Tipo de tubería. -Diámetro de tubería.	-Antigüedad. -Clase de tubería. - Válvulas.	Nominal Nominal Nominal	Intervalo Nominal Nominal
	Reservorio de almacenamiento	-Tipo reservorio. -Material de construcción. -Accesorios. -Tipo de tubería. -Diámetro de tubería. -Cerco perimétrico.	- Forma de reservorio. - Antigüedad. - Volumen. - Clase de tubería. - Caseta de cloración - Caseta de válvulas	Nominal -Ordinal Nominal -Nominal Nominal Nominal	- Nominal - Intervalo - Ordinal - Nominal - Ordinal - Nominal
	Línea de aducción	-Tipo de línea de Aducción -Tipo de tubería.	-Antigüedad. -Clase de tubería.	Nominal	Intervalo

4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.5.1. Técnica de recolección de datos

a) Encuestas

Se realizó encuestas respecto a las condiciones de agua y condiciones de excretas en la que se encuentra el centro poblado.

b) Observación no experimental

Se realizaron visitas a campo para tomar muestras de fuentes de agua para el análisis de laboratorio y se realizó el levantamiento topográfico para la evaluación y mejoramiento de nuestro sistema de agua potable.

4.5.2. Instrumento de recolección de datos

Se utilizó como instrumentos fichas técnicas de inspección, protocolos y cuestionarios para la evaluación de cada variable en el centro poblado Huambacho la Huaca, distrito de Samanco, provincia del Santa, región de Áncash

- Ficha técnica de campo
- Entrevistas a las autoridades locales
- Encuestas socioeconómicas a la población.
- Análisis documental.

a) Materiales:

- Cuaderno de campo
- Wincha
- Balde de 20 lt.
- Flexómetro

- Imágenes satelitales

b) Equipos:

- Cámara fotográfica
- GPS, estación total
- Cronómetro
- Culer, reactivos y equipo de muestreo de agua

c) Documentos:

- Reporte de análisis de agua del laboratorio
- Padrón de habitantes
- Acta de constatación

4.6. Plan de análisis.

El análisis de resultados se sostuvo en la caracterización de las condiciones sanitarias actual de la población, con la encuesta socio económica.

Se evaluó el nivel de la necesidad del sistema de saneamiento básico, la cual es un elemento esencial para la vida, por lo que los pobladores están vulnerables a contraer diversos casos de enfermedades de origen hídrico.

Se realizó la recopilación de información, aforo de captación, topografía y demás criterios, cumpliendo los parámetros de diseño del sistema de saneamiento básico (Qmd, Qmh, Volumen de almacenamiento), en donde se trabajó in situ y en gabinete con la ayuda de software (Microsoft Office, AutoCAD Civil, Google Earth) que se elaboró de acuerdo a la resolución Ministerial N° 192 – 2018 .

4.7. Matriz de consistencia

EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO HUAMBACHO LA HUACA, DISTRITO DE SAMANCO, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN DE ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2022				
PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL	METODOLOGÍA	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS
<p>Enunciado del problema</p> <p>¿La evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Huambacho la Huaca distrito de Samanco, provincia del Santa, región de Áncash; mejorará la condición sanitaria de la población - 2022?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Huambacho la Huaca, distrito de Samanco, provincia del Santa, región de Áncash y su incidencia en la condición sanitaria de la población.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable en el centro poblado Huambacho la Huaca, distrito de Samanco, provincia del Santa, región de Áncash, para la mejora de la condición sanitaria de la población.</p> <p>Elaborar el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el centro poblado Huambacho la Huaca, distrito de Samanco, provincia del Santa, región de Áncash, para la mejora de la condición sanitaria de la población.</p> <p>Determinar la incidencia en la condición sanitaria del centro poblado Huambacho la Huaca, distrito de Samanco, provincia del Santa, región de Áncash.</p>	<p>Bases teóricas de la investigación }</p> <p>Evaluación</p> <p>Agua</p> <p>Calidad del agua:</p> <p>Demanda del agua</p> <p>Factores que afectan el consumo</p> <p>Demanda de dotaciones</p> <p>Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento:</p> <p>Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable</p> <p>Captación</p> <p>Línea de conducción</p> <p>Tipos de conducción:</p> <p>Reservorio</p> <p>Tipos de reservorio:</p> <p>Línea de aducción</p> <p>Tipos de aducción:</p> <p>Caudal:</p> <p>Red de distribución</p> <p>Tipos de redes de distribución</p> <p>Tomas domiciliarias</p> <p>condición sanitaria</p>	<p>La investigación es de tipo descriptivo correlacional</p> <p>El nivel de investigación, fue de carácter cualitativo y cuantitativo porque inicia con un proceso, que comienza con el análisis de los hechos, lo empírico, y en el proceso desarrolla una teoría que la afiance, su enfoque se basa en métodos de recolección y no manipula la investigación sobre la evaluación del sistema de agua potable en centro poblado Huambacho la Huaca, distrito de Samanco, provincia del Santa, región de Áncash, es no experimental.</p> <p>El universo y muestra de la investigación estuvo compuesta Por el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Huambacho la Huaca, distrito de Samanco, provincia del Santa, región de Áncash.</p> <p>Definición y Operacionalización de las Variables</p> <p>Técnicas e Instrumentos</p> <p>Plan de Análisis</p> <p>Matriz de consistencia</p> <p>Principios éticos.</p>	<p>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.</p> <p>Cusquisbàn R. Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado del distrito el Prado, provincia de San Miguel, departamento de Cajamarca [Tesis de título profesional].Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca; 2013.</p>

Tabla 8 Matriz de consistencia

4.8. Principios éticos

La investigación de mi autoría está basada en los principios que rigen la actividad investigadora dados en el código de ética de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote (29) específicamente en el principio de protección a las personas que indica el respeto por la dignidad del ser humano, la identidad y su diversidad, beneficencia y no maleficencia que exige que los beneficios sean maximizados en comparación a los efectos adversos, justicia para evitar malas prácticas por limitaciones personales además del trato equitativo a todos los participantes de la investigación, integridad científica para evitar conflictos que puedan afectar la investigación y, por último; consentimiento informado y expreso para garantizar la protección total de los datos del titular a usar para fines específicos.

V. Resultados

5.1. Resultados

- a) Dando respuesta al primer objetivo de evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado **Huambacho la Huaca, distrito de Samanco, provincia del Santa, región de Áncash.**

5.1.2. Evaluación de la Infraestructura del Sistema

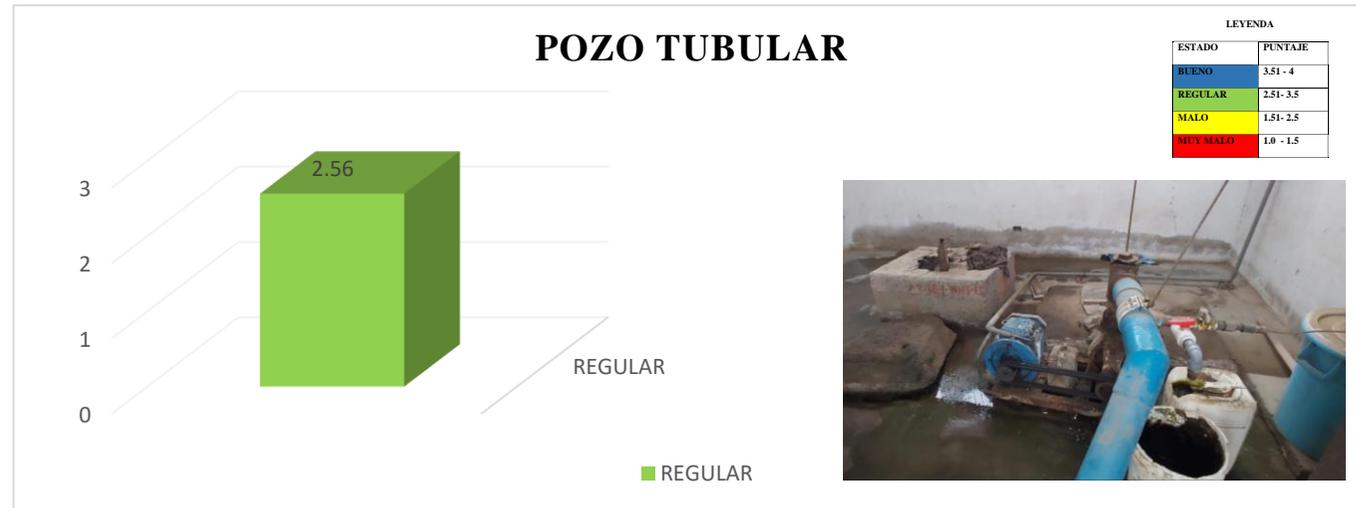


Gráfico 1 estado de la cámara de captación

Interpretación: La evaluación del pozo tubular se determinó por medio de la evaluación de sus componentes como son la bomba sumergible y el estado de las tuberías, obtuvo un puntaje de 3.2 puntos en la escala de medición del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento, clasificando su estado como **regular** (2.51 – 3.50) y por consiguiente pertenecen a la categoría de **Sostenible**

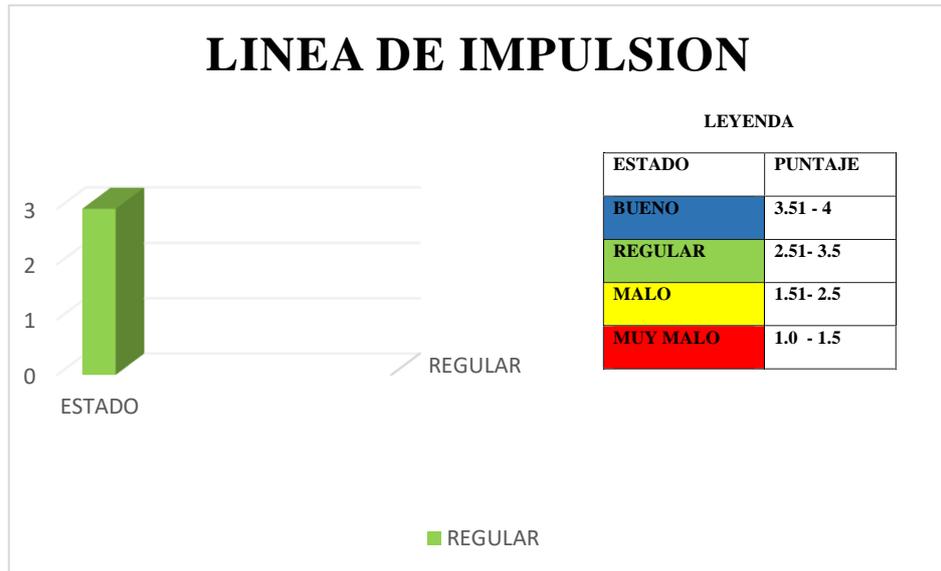


Gráfico 2 estado de la línea de impulsión

Interpretación: La línea de impulsión es una tubería de 4" capaz de transportar el caudal necesario para cubrir la demanda de la población futura, se ha previsto realizar algunos cambios de tubería en tramos críticos que se encuentra con presencia de humedad lo cual se realizará con algún mantenimiento que se le dé a la estructura.

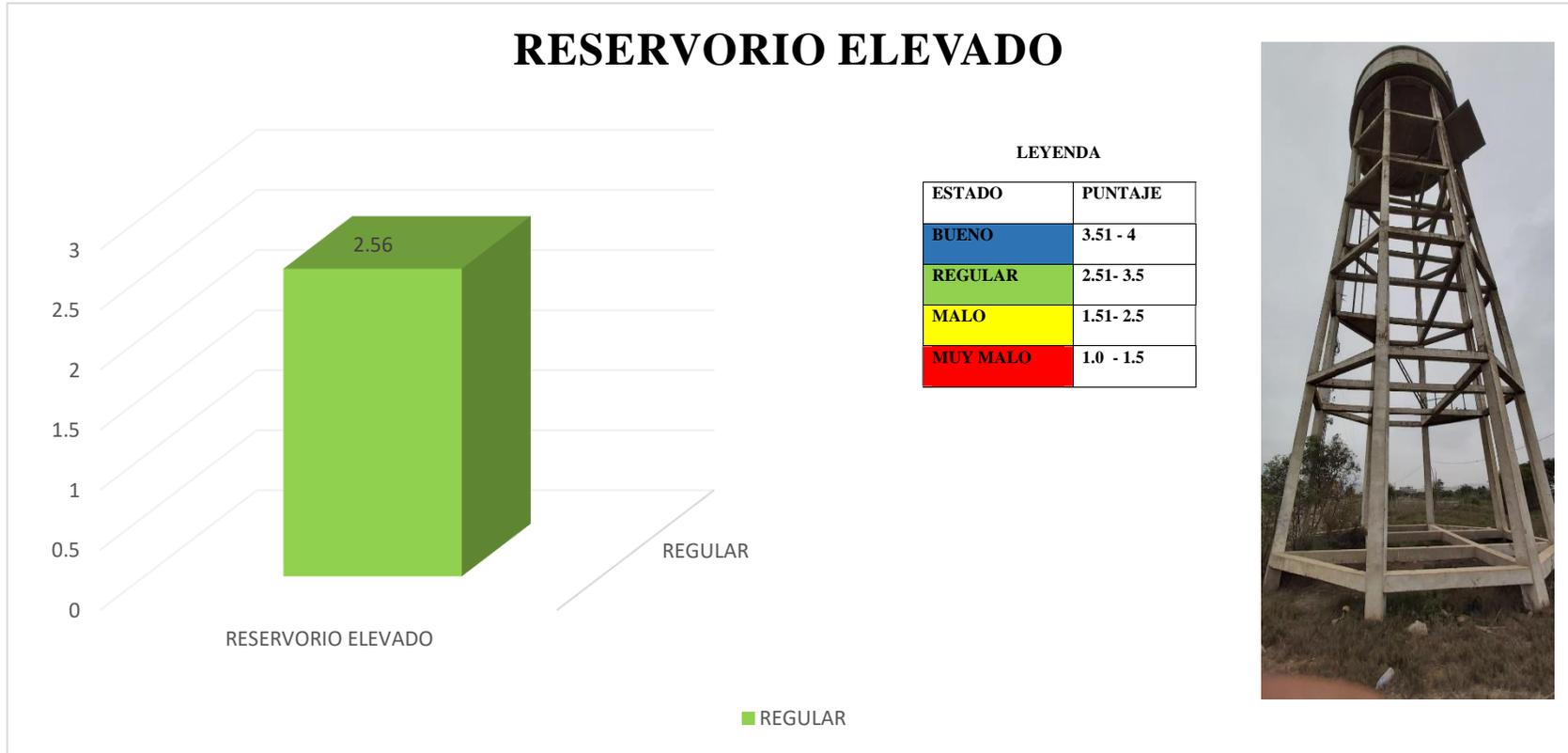


Gráfico 3 estado del reservorio de almacenamiento

Interpretación: el reservorio elevado del centro poblado la Huaca se encuentra en un estado regular la estructura está en un estado sostenible sin embargo en cuanto a la funcionabilidad del sistema la demanda de la población para el año 2042 será mayor al almacenamiento del reservorio actual por lo cual en el mejoramiento se propone diseñar otro reservorio capaz de suplir la demanda futura de la población, de tal forma que se cuente con más volumen de agua potable.

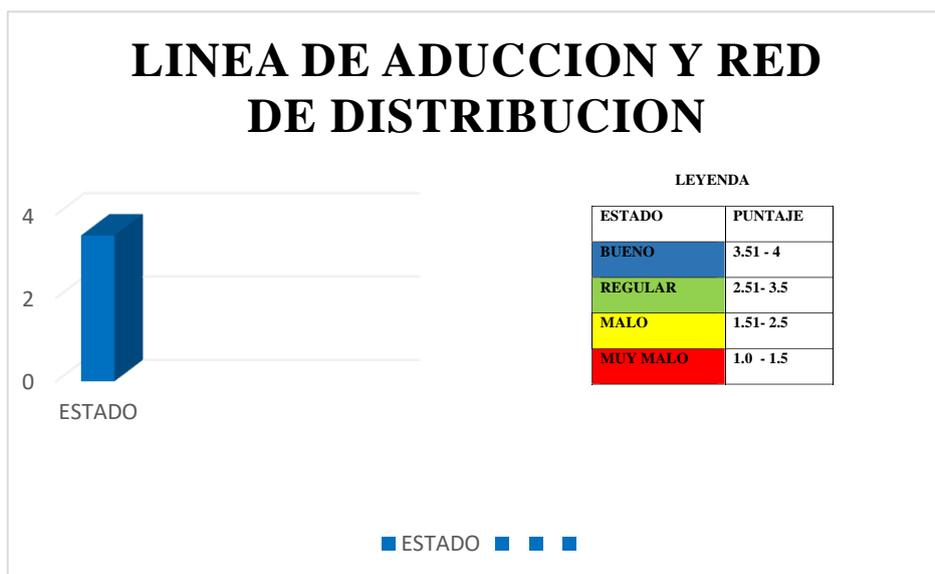


Gráfico 4 estado de la línea de aducción y red de distribución

Interpretación: la línea de aducción y red distribución se encuentra en un estado óptimo, debido a que sus componentes están cerca de la población y ellos mismos realizan mantenimientos a la red, se obtuvo un puntaje de 3.65 puntos en la escala de medición del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento, clasificando su estado como **Bueno** (3.51 – 4) y por consiguiente pertenecen a la categoría de **Sostenible**.

b) Dando respuesta al segundo objetivo de la investigación de realizar el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Huambacho la Huaca, distrito de Samanco, provincia del Santa, región de Áncash

c) Tabla 9 Diseño hidráulico del pozo tubular

DISEÑO HIDRÁULICO DEL POZO TUBULAR				
POZO TUBULAR				
Descripción	Simbología	Resultados	Unidad	Bosquejo de la estructura
Diámetro de la electrobomba sumergible	D	8	Pulgadas	
Caudal de bombeo	C_b	15.85	GPM	
Espacio anular que se deja para el filtro de grava (3" por lado)	E	18	Pulgadas	
Espacio para la cementación del pozo (2" por lado)	EC	22	Pulgadas	
Espesor del Acuífero	EA	25	metros	
Peso por metro línea	P	42.8	Kilogramos	
Área de infiltración	Ai	391	Cm ² /ml	
Diámetro del cedazo	Dc	12	Pulgadas	
Diámetro del ademe	Da	12	Pulgadas	

Fuente: Elaboración propia – 2022.

Interpretación: Se hizo el diseño hidráulico para la captación (estructura 01), el cual tuvo los siguientes resultados, la captación por pozo tubular empleará una bomba sumergible de 8", que impulsará un caudal de 15.85 gpm, su diseño también consta de una estructura de protección que permita aislar a la estructura.

Tabla 10 Línea de impulsión

Componentes	Simb.	Fórmula	Resultados del diseño	Unid.
Caudal de diseño	Qmd		2.56	Lt/s
Tipo de tubería	Ttub	Recomendado	PVC	
Clase de tubería	C	Recomendado	C-10	
Cota de inicio	Co		64.35	m.s.n.m.
Cota final	Cf		52.34	m.s.n.m.
Desnivel	Dn	$V= 4*Q/ D2$	3.01	m
Velocidad	V		1.57	unidad
Diámetro	D	$D = (\frac{Q}{2.8639 \times hf^{0.57}})^{0.17}$	1.5	pulgadas
Potencia de la bomba	P		2	Hp

Fuente: Elaboración propia – 2022

Interpretación: Para la línea de impulsión se debe tener la capacidad para conducir con una velocidad de 1.57 m/s, y un caudal de 2.56 l/seg, según la resolución ministerial N° 192 – 2018 – vivienda, Si cumple . Se consideró la clase de tubería tipo 10 para evitar fugas o rupturas .

Tabla 11 Reservorio

Componentes	Simbología	Fórmula	Resultados del diseño	Und.
Forma	F		Cuadrado	Lt/s
Tipo	T		elevado	
Volumen	V	$V_t = V_{reg} + V_i + V_r$	15	M3
Tubería de rebose	Tr	$D = \frac{0.71 \times Q_{m\acute{a}x}^{0.38}}{hf^{0.21}}$	2	Pulgada
Tubería de limpia	Tl	$D = \frac{0.71 \times Q_{m\acute{a}x}^{0.38}}{hf^{0.21}}$	2	Pulgada
Tubería de entrada	Te		1	Pulgada
Tubería de ventilación	Tv		1	Pulgada
Tubería de salida	Ts	$D = \left(\frac{Q_{mh}}{1000} \right)^{0.38} / (0.2786 * c * hf^{0.54})$	2	Pulgada
Diámetro de canastilla	Dc		2	Pulgada
Volumen caseta de desinfección	Vcd		600	Litros
Caseta de desinfección	Cd		1	Unidad

Fuente: Elaboración propia – 2022

Interpretación: El diseño del volumen calculado es 6.00 m3, según la resolución ministerial N° 192 – 2018 – vivienda que el diseño se basa en criterios y que el volumen del reservorio tiene que ser múltiplo de 5 m3, por ese motivo se consideró un volumen de 15.00 m3. El volumen de almacenamiento se considera el 25 % de caudal promedio anual y el volumen e incendio solo se calculará si el centro poblado cuenta con empresas, fábricas, En caso de no contar se considera el volumen de incendio 0.

- d) Dando respuesta al tercer objetivo de determinar la incidencia en la condición sanitaria de la población Huambacho La Huaca, distrito de Samanco, provincia del Santa, región de Áncash.

Tabla 12 Cantidad de agua

CANTIDAD DE AGUA				
¿Cuál es el caudal de la fuente en época de sequía?				
1.8				
¿Cuántas conexiones domiciliarias tiene su sistema?				
0				
¿El sistema tiene piletas públicas				
0				
¿Recibe una buena cantidad de agua todos los días?				
SI		A VECES		NO
Datos				
1	Conexiones domiciliarias	206	Promedio de integrantes	5
2	Dotación	100	Familias beneficiadas	206
3	Caudal mínimo	0.18	Piletas públicas	0
Fórmula				
V. demanda	Conexión x Promedio x Dotación x 1.3	=	14950	Respuesta 3
	Pile x -8Famili. - <u>Conex. xProme. XDot x 1.3</u>	=	0	Respuesta 4
	Sumar (3) + (4)	=	14950	Respuesta c
	Sequía x 86,400	=	71450	Respuesta D
V2 = 4				

Fuente: Elaboración propia - 2022

Interpretación: La cantidad del servicio se evaluó en base al cálculo del volumen que puede ofertar la fuente y el que se necesita para tener un sistema de agua potable óptimo, el ofertado se calculó en base al caudal mínimo y la cantidad de segundos que hay en un día, por otro lado el demandado se calculó a través de las conexiones domiciliarias, número de familias, la

existencia de piletas y la cantidad de ellas, una vez calculado se hizo la comparación para ver si la fuente tiene un volumen de agua suficiente para abastecer a la demanda requerida actualmente, se tuvo como resultado que dicho volumen ofertado es muy superior al que se necesita, llegando a decir que la cantidad del servicio cumple al 100%.

Tabla 13 Continuidad del servicio

CONTINUIDAD DEL SERVICIO			
Nombre de la fuente			
Descripción			
Permanente	Baja cantidad, pero no se seca	Seca totalmente en algunos	
¿En los últimos doce (12) meses, cuanto tiempo han tenido el servicio de agua?			
Todo el día durante todo el año		Por horas solo en épocas de sequía	
Por horas todo el año		Solamente algunos días por semana	
El puntaje de V3 CONTINUIDAD será:			
Pregunta 6			
Permanente = Bueno = 4 puntos		Baja cantidad, pero no seca = Regular = 3 puntos	
Se seca totalmente en algunos meses = Malo = 2 puntos		Caudal 0 = Muy malo = 1 punto	
Pregunta 7			
Todo el día durante todo el año = Bueno = 4 puntos		Por horas solo en épocas de sequía = Regular = 3 puntos	
Por horas todo el año = Malo = 2 puntos		Solamente algunos días por semana = Muy malo = 1 puntos	
Fórmulas			
$V3 = \frac{p6 + p7}{2}$			
$V3 = 3.5$			

Fuente: Elaboración propia - 2022

Interpretación: La continuidad del servicio se evaluó en base a los moradores encuestados de la zona, los cuales se le pregunto si el suministro de agua potable en los últimos 12 meses es constante y si la fuente de donde captan el agua en épocas que no llueve (sequía) dicha fuente sigue abasteciéndoles, se llegó a un resultado que la fuente en época de sequía sigue abasteciendo a la población no en gran cantidad, si no en baja cantidad, pero se mantiene y no escasea .

Tabla 14 Calidad de agua

CALIDAD DEL AGUA							
¿Colocan cloro en el agua en forma periódica?							
Si		A VECES		NO			
¿Cuál es el nivel de cloro residual?							
No tiene cloro							
¿Cómo es el agua que consumen?							
Agua clara		Agua turbia		Agua con elementos extraños			
¿Se ha realizado el análisis bacteriológico en los últimos doce meses?							
Si		A VECES		NO			
¿Quién supervisa la calidad del agua?							
Municipalidad		MINSA		JASS		Nadie	
El puntaje de V3 "CANTIDAD" será:							
Pregunta 8							
Si = 4 puntos				No = 1 punto			
Pregunta 9							
Baja 3 puntos		Ideal 4 puntos		Alta 3 puntos			
Pregunta 10							
Baja 3 puntos		Ideal 4 puntos		Alta 3 puntos			
Pregunta 11							
Si = 4 puntos				No = 1 punto			
Pregunta 11							
Municipalidad	3 puntos	MINSA	4 puntos	JASS	4 puntos	Nadie	1 punto
Fórmula							
$v4 = p8 + p9 + p10 + p11 + p12$ $V4 = 51$							

Fuente: Elaboración propia - 2022

Interpretación: La calidad del servicio se evaluó en base a preguntas relacionadas a la satisfacción de un sistema de agua potable óptimo, estas preguntas empezaron desde la colocación periódica de cloro (no cloran el agua), el nivel del cloro con lo que mantienen el agua (no nivelan el cloro para el mantenimiento de su sistema), las características del agua al llegar a la población (llega con características de turbidez), la ejecución de un estudio físico químico y bacteriológico del agua de la fuente (no se hizo ningún estudio), por último los responsables del mantenimiento del sistema es la JASS (no toma importancia), toda la evaluación no cumple con los estándares .

5.2. Análisis de resultados

- **Para evaluar el sistema de agua potable**

Según Crespin², manifiesta en su proyecto de investigación llamado: Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Saucopata, distrito de Chilia, provincia Pataz, región La Libertad mejorará la condición sanitaria de la población – 2020, obtuvo como resultados que Los resultados obtenidos indicaron que el estado del sistema fue regular y de la infraestructura entre malo y regular; En conclusión, el sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Saucopata se encontró en condiciones ineficientes caso similar a este proyecto ya que se encontró en el centro poblado Huambacho la Huaca un sistema de agua potable deficiente que está en un proceso de deterioro severo en la encuesta aplicada obtuvo un puntaje de 2.8 clasificando su estado como regular, se evaluó el pozo tubular se determinó por medio de la evaluación de sus componentes como son la bomba sumergible y el estado de las tuberías, obtuvo un puntaje de 3.2 puntos en la escala de medición del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento, clasificando su estado como **regular** (2.51 – 3.50) y por consiguiente pertenecen a la categoría de **Sostenible**, La línea de impulsión es una tubería de 4” capaz de transportar el caudal necesario para cubrir la demanda de la población futura, se ha previsto realizar algunos cambios de tubería en tramos críticos que se encuentre presencia de humedad lo cual se realizará con algún mantenimiento que se le dé a la estructura. el reservorio elevado del centro poblado Huambacho La Huaca se

encuentra en un estado regular la estructura está en un estado sostenible sin embargo en cuanto a la funcionabilidad del sistema la demanda de la población para el año 2042 será mayor al almacenamiento del reservorio actual por lo cual en el mejoramiento se propone diseñar otro reservorio capaz de suplir la demanda futura de la población, de tal forma que se cuente con más volumen de agua potable.

- **Para el mejoramiento del sistema de agua potable del centro poblado Huambacho la Huaca**

Según Quispe³, en su tesis: La evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Asay, distrito Huacrachuco, provincia Marañón, región Huánuco mejorará la condición sanitaria de la población – 2019 obtuvo como resultado. En cuanto al mejoramiento del sistema de agua potable consistió en mejorar: una nueva captación de ladera (Yacuñawin) $Q=1.54\text{lit/seg}$. abastecerá a 610 habitantes del caserío calculados hasta el 2039, línea de conducción 327m, CRP tipo 6 y 7, accesorios del reservorio y instalaciones de 170m de tubería y válvulas en la red de distribución para beneficiar al 100 % de la población y mejorar su condición sanitaria con ello se logró la reducción de enfermedades hídricas por ende se tuvo una población más saludable, en comparación a este proyecto se tiene como captación a un pozo tubular con una bomba sumergible de 8", se consideró una tubería de clase 10 para la línea de impulsión, el reservorio será del tipo elevado con una capacidad de almacenamiento de 15 m³, la línea de aducción y red de distribución se encontraron en buen estado por lo que formaran parte del rediseño .

- **Para la condición sanitaria**

Según Carbajo⁴, en su investigación para obtener el título de ingeniero civil en su tesis de nombre: **Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Uramasa, distrito de Cajatambo, provincia de Cajatambo, región Lima, y su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2020**. Obtuvo como resultado que el mejoramiento del sistema de agua potable del caserío Urumasa mejorara la calidad de vida de los moradores, En comparación a este proyecto se tiene las condiciones básicas como continuidad del servicio, calidad del agua potable donde también entra a tallar el nivel de cloro, y los estudios, la cobertura del servicio que determina la cantidad de personas que cuentan con agua potable .

VI. Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

1. Dando respuesta a mi primer objetivo específico, se concluye que en la evaluación del sistema de abastecimiento del centro poblado Huambacho la Huaca; se determinó que los componentes están entrando en un proceso de deterioro causando que los componentes hidráulicos presenten algunas falencias, la evaluación hidráulica determinó que el volumen del reservorio elevado que cuenta en la actualidad no es suficiente para cubrir la demanda futura de la población, sin embargo se propone el diseño de otro reservorio de almacenamiento para los nuevos asentamientos humanos, las tuberías de la línea de impulsión se le dará un mantenimiento para su correcto funcionamiento .
2. Dando respuesta a mi segundo objetivo específico, se concluye que en el centro poblado Huambacho La Huaca; mediante la propuesta de mejora para el sistema de abastecimiento por ello : Se hizo el diseño hidráulico para la captación (estructura 01), el cual tuvo los siguientes resultados, la captación por pozo tubular empleará una bomba sumergible de 8 pulg, que impulsará un caudal de 15.85 gpm, su diseño también consta de una estructura de protección que permita aislar a la estructura, Para la línea de impulsión se debe tener la capacidad para conducir con una velocidad de 1.57 m/s, y un caudal de 2.56 l/seg, según la resolución ministerial N° 192 – 2018 – vivienda, Si cumple. Se consideró la clase de tubería tipo 10 para evitar fugas o rupturas , El diseño del volumen calculado es de 20.00

m3. El volumen de almacenamiento se considera el 25 % de caudal promedio anual y el volumen de incendio solo se calculará si el centro poblado cuenta con empresas, fábricas, En caso de no contar se considera el volumen de incendio 0.

3. Se concluye que la mejora de condición sanitaria del centro poblado Huambacho La Huaca, se empleará de manera satisfactoria ya que al haber mejorado el sistema de abastecimiento de agua potable mejoramos la condición sanitaria de los moradores del centro poblado, ya que al ser evaluado presento el estado de cada uno de los componentes como que la cobertura se encontraba en estado **bueno**, la cantidad de agua se encontraba en un estado **bueno**, la continuidad del servicio se encuentra en un estado **regular** y por último la calidad del agua se encuentra en un estado **malo** y se le clasificó como **deficiente** .

6.2. Recomendaciones

1. Se recomienda realizar mantenimientos periódicos a todas las estructuras para un correcto funcionamiento sin alteraciones así mismo la Jass Huambacho La Huaca es la encargada de velar por el correcto servicio del sistema, se tiene una cuota familiar el cual se debe respetar para los mantenimientos.
2. Las estructuras que formaran parte del rediseño deberán estar en un estado sostenible para que la población no sufra cortes ni rupturas ocasionando así problemas en el flujo del agua.
3. De realizar el diseño de mejoramiento el consultor deberá respetar todas las especificaciones técnicas de tal manera que se consiga velar por el correcto funcionamiento del sistema.

Referencias Bibliográficas

1. Molina. Facultad de ingeniería escuela profesional de ingeniería civil tesis “proyecto de mejoramiento del sistema de distribución de agua para el casco urbano de Cucuyagua, Copán [Internet].; 2020 mar [citado 02 de junio de 2022]. Disponible en:
<http://repositorio.ulad.edu.pe/handle/1234567589/16538>
2. CRESPI RAMOS, Alex. Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Saucopata, distrito de Chilia, provincia Patate, región La Libertad y su incidencia en la condición sanitaria de la población–2020.
3. QUISPE VILCA, Eysten. Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Asay, distrito Huacrachuco, provincia Marañón, región Huánuco y su incidencia en la condición sanitaria de la población–2019.
4. CARBAJO MILLA, Ángel Ciriaco. Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Uramasa, distrito de Cajatambo, provincia de Cajatambo, región Lima, y su incidencia en la condición sanitaria de la población-2020.
5. TORRES LARA, Jose Anibal. Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento y distribución de agua potable del centro poblado de Muruhuay, distrito de Acobamba, provincia de Tarma, región Junín y su incidencia en la condición sanitara de la población–2020.

6. PINEDO POSTILLOS, Starky. Mejoramiento del sistema de abastecimiento y distribución de agua potable en el barrio Las Flores de la localidad de Campo Verde, distrito de Campo Verde–provincia de Coronel Portillo–región de Áncash–2019. 2019.
7. RAMIREZ ISUIZA, Diego Dino Augusto. Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Puerto Caridad, distrito de Calleria, provincia Coronel Portillo, departamento de Ucayali-año 2019.
8. Valenzuela López DR. Diagnóstico y Mejoramiento de las Condiciones de Saneamiento Básico de la Comuna de Castro”. 2007 [citado 02 de junio de 2022]; Disponible de: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104619>
9. Cordero La población: su evaluación, movimientos y leyes [Internet]. Oikos-Tau; 1991 [citado 02 de junio de 2022]. Disponible de: <https://www.ecured.cu/Población>
10. Rodríguez JA. full-text. Ing Sanit UTN [Internet]. 2015;1(1):7. Disponible de: “https://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_03_Caracteristicas_del_Agua_Potable.pdf”
11. Jaramillo EL AGUA.pdf [Internet]. [citado 02 de junio de 2022]. Disponible de: https://www.academia.edu/31354888/EL_AGUA.pdf
12. Pérez J, Calidad físico química y Bacteriológica del agua para consumo humano [Internet]. 2007 [citado 02 de junio de 2022]. Disponible en: [https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Calidad físico-química y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca.pdf](https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Calidad_fisico-quimica_y_bacteriologica_del_agua_para_consumo_humano_de_la_microcuenca.pdf)

13. Rojas C. Población de diseño y demanda de agua [Internet]. [citado 02 de junio de 2022]. Disponible de:
http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable3.pdf
14. Sánchez Principales sistemas rurales de abastecimiento de agua [Internet]. 2012 febrero. 2011 [citado 02 de junio de 2022]. p. 13. Disponible de:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-3sas.htm>
15. Agüero pittman. Agua potable para_poblaciones_rurales_roger aguero pittman [Internet]. 14 de febrero. 1870 [citado 02 de junio de 2022]. p. 37–165. Disponible de: <https://es.slideshare.net/yanethyovana/agua-potable-arapoblacionesruralesroger-aguero-pittman>
16. Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural [Internet]. [citado 02 de junio de 2022]. Disponible en:
<https://ecovidaconsultores.com/wp-content/uploads/2018/05/RM-192-2018-VIVIENDA-TECNOLOGICAS-PARA-SISTEMAS-DE-SANEAMIENTO-EN-EL-ÁMBITO-RURAL.pdf>
17. Cruz Definición de caudal línea de conducción - Qué es, Significado y Concepto [Internet]. 2010. 2012 [citado 02 de junio de 2022]. p. 3. Disponible de: <https://definicion.de/caudal/>
18. José Ramos M, Ramon Verde JR. Acueductos y cloacas: LINEAS DE ADUCCION [Internet]. julio 1. 2007 [citado 02 de junio de 2022]. p. 2. Disponible de: <http://acve09.blogspot.com/2007/07/lineas-de-aduccion.html>
19. Comisión Nacional del Agua diseño de Redes de Distribución de Agua Potable [Internet]. [citado 02 de junio de 2022]. Disponible de: www.conagua.gob.mx

20. MINISTERIO DE VIVIENDA. Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos saneamiento básico [Internet]. 2011 [[citado 02 de junio de 2022]]. Disponible en:
https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/Diseno_SANEAMIENTO_BASICO.pdf
21. Granda Escudero F. Facultad de ingeniería escuela profesional de ingeniería civil evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado muña alta, distrito de Yaután, provincia de Casma, región Áncash y su incidencia EN SU [Internet]. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. Chimbote: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2020 mar [citado 02 de junio de 2022]. Disponible en:
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/16538>
22. Leyva Guerrero EU. Optimización del diseño en la línea de conducción en el sistema de agua potable de la localidad de Yamor del distrito de Antonio Raymondi, Bolognesi Ancash [Internet]. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo; 2016 [citado 02 de junio de 2022]. Disponible en:
<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1201>
23. Souza JA, Aguila D. "mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable del centro poblado monte alegre irazola-padre abad-ucayali” " “informe técnico por experiencia profesional calificada para optar el título de ingeniero civil” [Internet]. [citado 02 de junio de 2022]. Disponible de:
http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/161/souza_ja.pdf?sequence=1&isAllowed=y

24. Manual de operación de sistemas de agua potable. «Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario en la localidad de Chuquibamba, distrito de Chuquibamba, provincia de Condesuyos, departamento y región de Arequipa» manual de operaciones abastecimiento de aguas Firmas de la Revisión Vigente: INFORME FINAL. 2017.
25. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento almacenamiento de agua para consumo humano 1 alcance [Internet]. [citado 02 de junio de 2022]. Disponible de: <http://www3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/Título II Habilitaciones Urbanas/19 OS.030 Almacenamiento de agua para consumo humano.pdf>
26. Soto Gamarra AR. “La sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el centro poblado Nuevo Perú, distrito La Encañada- Cajamarca, 2014”. Univ Nac Cajamarca [Internet]. 2014 [citado 02 de junio de 2022]; Disponible de: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/677>
27. Mejía Alayo AF. Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Racrao Bajo, distrito de Pariacoto, provincia de Huaraz, región Áncash; y su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2019 [Internet]. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2019 nov [citado 02 de junio de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/14571>

28. Real academia española. Definición | Mejoramiento Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE [Internet]. [citado 02 de junio de 2022]. Disponible en: <https://dle.rae.es/mejora>

Anexos

Anexo 1: Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones.

OS.010

CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

1 OBJETIVO

Fijar las condiciones para la elaboración de los proyectos de captación y conducción de agua para consumo humano.

2 ALCANCES

Esta Norma fija los requisitos mínimos a los que deben sujetarse los diseños de captación y conducción de agua para consumo humano, en localidades mayores de 2000 habitantes.

3 FUENTE

A fin de definir la o las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, se deberán realizar los estudios que aseguren la calidad y cantidad que requiere el sistema, entre los que incluyan: identificación de fuentes alternativas, ubicación geográfica, topografía, rendimientos mínimos, variaciones anuales, análisis físico químicos, vulnerabilidad y microbiológicos y otros estudios que sean necesarios.

La fuente de abastecimiento a utilizarse en forma directa o con obras de regulación, deberá asegurar el caudal máximo diario para el período de diseño.

La calidad del agua de la fuente, deberá satisfacer los requisitos establecidos en la Legislación vigente en el País.

4. CAPTACIÓN

El diseño de las obras deberá garantizar como mínimo la captación del caudal máximo diario necesario protegiendo a la fuente de la contaminación. Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones generales:

4.1 AGUAS SUPERFICIALES

- a) Las obras de toma que se ejecuten en los cursos de aguas superficiales, en lo posible no deberán modificar el flujo normal de la fuente, deben ubicarse en zonas que no causen erosión o sedimentación y deberán estar por debajo de los niveles mínimos de agua en periodos de estiaje.
- b) Toda toma debe disponer de los elementos necesarios para impedir el paso de sólidos y facilitar su remoción, así como de un sistema de regulación y control. El exceso de captación deberá retornar al curso original.
- c) La toma deberá ubicarse de tal manera que las variaciones de nivel no alteren el funcionamiento normal de la captación.

4.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS

El uso de las aguas subterráneas se determinará mediante un estudio a través del cual se evaluará la disponibilidad del recurso de agua en cantidad, calidad y oportunidad para el fin requerido.

4.2.1 Pozos Profundos

- a) Los pozos deberán ser perforados previa autorización de los organismos competentes del Ministerio de Agricultura, en concordancia con la Ley General de Aguas vigente. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.
- b) La ubicación de los pozos y su diseño preliminar serán determinados como resultado del correspondiente estudio hidrogeológico específico a nivel de diseño de obra. En la ubicación no sólo se considerará las mejores condiciones hidrogeológicas del acuífero sino también el suficiente distanciamiento que debe existir con relación a otros pozos vecinos existentes y/ o proyectados para evitar problemas de interferencias.
- c) El menor diámetro del forro de los pozos deberá ser por lo menos de 8 cm mayor que el diámetro exterior de los impulsores de la bomba por instalarse.
- d) Durante la perforación del pozo se determinará su diseño definitivo, sobre la base de los resultados del estudio de las muestras del terreno extraído durante la perforación y los correspondientes registros geofísicos. El ajuste del diseño se refiere sobre todo a la profundidad final de la perforación, localización y longitud de los filtros.
- e) Los filtros serán diseñados considerando el caudal de bombeo; la granulometría y espesor de los estratos; velocidad de entrada, así como la calidad de las aguas.
- f) La construcción de los pozos se hará en forma tal que se evite el arenamiento de ellos, y se obtenga un óptimo rendimiento a una alta eficiencia hidráulica, lo que se conseguirá con uno o varios métodos de desarrollo.
- g) Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento a caudal variable durante 72 horas continuas como mínimo, con la finalidad de determinar el caudal explotable y las condiciones para su equipamiento. Los resultados de la prueba deberán ser expresados en gráficos que relacionen la depresión con los caudales, indicándose el tiempo de bombeo.

- h) Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.

4.2.2 Pozos Excavados

- a) Salvo el caso de pozos excavados para uso doméstico unifamiliar, todos los demás deben perforarse previa autorización del Ministerio de Agricultura. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.
- b) El diámetro de excavación será aquel que permita realizar las operaciones de excavación y revestimiento del pozo, señalándose a manera de referencia 1,50 m.
- c) La profundidad del pozo excavado se determinará en base a la profundidad del nivel estático de la napa y de la máxima profundidad que técnicamente se pueda excavar por debajo del nivel estático.
- d) El revestimiento del pozo excavado deberá ser con anillos ciego de concreto del tipo deslizante o fijo, hasta el nivel estático y con aberturas por debajo de él.
- e) En la construcción del pozo se deberá considerar una escalera de acceso hasta el fondo para permitir la limpieza y mantenimiento, así como para la posible profundización en el futuro.
- f) El motor de la bomba puede estar instalado en la superficie del terreno o en una plataforma en el interior del pozo, debiéndose considerar en este último caso las medidas de seguridad para evitar la contaminación del agua.
- g) Los pozos deberán contar con sellos sanitarios, cerrándose la boca con una tapa hermética para evitar la contaminación del acuífero, así como accidentes personales. La cubierta del pozo deberá sobresalir 0,50 m como mínimo, con relación al nivel de inundación.
- h) Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento, para determinar su caudal de explotación y las características técnicas de su equipamiento.
- i) Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.

4.2.3 Galerías Filtrantes

- a) Las galerías filtrantes serán diseñadas previo estudio, de acuerdo a la ubicación del nivel de la napa, rendimiento del acuífero y al corte geológico obtenido mediante excavaciones de prueba.
- b) La tubería a emplearse deberá colocarse con juntas no estancas y que asegure su alineamiento.
- c) El área filtrante circundante a la tubería se formará con grava seleccionada y lavada, de granulometría y espesor adecuado a las características del terreno y a las perforaciones de la tubería.
- d) Se proveerá cámaras de inspección espaciadas convenientemente en función del diámetro de la tubería, que permita una operación y mantenimiento adecuado.
- e) La velocidad máxima en los conductos será de 0,60 m/s
- f) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.
- g) Durante la construcción de las galerías y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y la conveniencia de utilización.

4.2.4 Manantiales

- a) La estructura de captación se construirá para obtener el máximo rendimiento del afloramiento.
- b) En el diseño de las estructuras de captación, deberán preverse válvulas, accesorios, tubería de limpieza, rebose y tapa de inspección con todas las protecciones sanitarias correspondientes.
- c) Al inicio de la tubería de conducción se instalará su correspondiente canastilla.
- d) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas.
- e) Deberá tener canales de drenaje en la parte superior y alrededor de la captación para evitar la contaminación por las aguas superficiales.

5. CONDUCCIÓN

Se denomina obras de conducción a las estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la captación hasta al reservorio o planta de tratamiento.

La estructura deberá tener capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario.

5.1 CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

5.1.1 Canales

- a) Las características y material con que se construyan los canales serán determinados en función al caudal y la calidad del agua.
- b) La velocidad del flujo no debe producir depósitos ni erosiones y en ningún caso será menor de 0,60 m/s
- c) Los canales deberán ser diseñados y construidos teniendo en cuenta las condiciones de seguridad que garanticen su funcionamiento permanente y preserven la cantidad y calidad del agua.

5.1.2 Tuberías

- a) Para el diseño de la conducción con tuberías se tendrá en cuenta las condiciones topográficas, las características del suelo y la climatología de la zona a fin de determinar el tipo y calidad de la tubería.
- b) La velocidad mínima no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de 0,60 m/s
- c) La velocidad máxima admisible será:

En los tubos de concreto	3 m/s
En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC	5 m/s

Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima admisible.

- d) Para el cálculo hidráulico de las tuberías que trabajen como canal, se recomienda la fórmula de Manning, con los siguientes coeficientes de rugosidad:

Asbesto-cemento y PVC	0,010
Hierro Fundido y concreto	0,015

Para otros materiales deberá justificarse los coeficientes de rugosidad.

- e) Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla N° 1. Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

TABLA N°1

**COEFICIENTES DE FRICCIÓN "C" EN
LA FÓRMULA DE HAZEN Y WILLIAMS**

TIPO DE TUBERIA	"C"
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Poli(etileno, Asbesto Cemento	140
Poli(cloruro de vinilo)(PVC)	150

5.1.3 Accesorios

a) Válvulas de aire

En las líneas de conducción por gravedad y/o bombeo, se colocarán válvulas extractoras de aire cuando haya cambio de dirección en los tramos con pendiente positiva. En los tramos de pendiente uniforme se colocarán cada 2.0 km como máximo.

Si hubiera algún peligro de colapso de la tubería a causa del material de la misma y de las condiciones de trabajo, se colocarán válvulas de doble acción (admisión y expulsión).

El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función del caudal, presión y diámetro de la tubería.

b) Válvulas de purga

Se colocará válvulas de purga en los puntos bajos, teniendo en consideración la calidad del agua a conducirse y la modalidad de funcionamiento de la línea. Las válvulas de purga se dimensionarán de acuerdo a la velocidad de drenaje, siendo recomendable que el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro de la tubería.

c) Estas válvulas deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.

5.2 CONDUCCIÓN POR BOMBEO

a) Para el cálculo de las líneas de conducción por bombeo, se recomienda el uso de la fórmula de Hazen y Williams. El

dimensionamiento se hará de acuerdo al estudio del diámetro económico.

- b) Se deberá considerar las mismas recomendaciones para el uso de válvulas de aire y de purga del numeral 5.1.3

5.3 CONSIDERACIONES ESPECIALES

- a) En el caso de suelos agresivos o condiciones severas de clima, deberá considerarse tuberías de material adecuado y debidamente protegido.
- b) Los cruces con carreteras, vías férreas y obras de arte, deberán diseñarse en coordinación con el organismo competente.
- c) Deberá diseñarse anclajes de concreto simple, concreto armado o de otro tipo en todo accesorio, ó válvula, considerando el diámetro, la presión de prueba y condición de instalación de la tubería.
- d) En el diseño de toda línea de conducción se deberá tener en cuenta el golpe de ariete.

GLOSARIO

ACUIFERO	Estrato subterráneo saturado de agua del cual ésta fluye fácilmente.
AGUA SUBTERRANEA	Agua localizada en el subsuelo y que generalmente requiere de excavación para su extracción.
AFLORAMIENTO	Son las fuentes o surgencias, que en principio deben ser consideradas como aliviaderos naturales de los acuíferos.
CALIDAD DE AGUA	Características físicas, químicas, y bacteriológicas del agua que la hacen aptas para el consumo humano, sin implicancias para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor.
CAUDAL MAXIMO DIARIO	Caudal más alto en un día, observado en el periodo de un año, sin tener en cuenta los consumos por incendios, pérdidas, etc.
DEPRESION	Entendido como abatimiento, es el descenso que experimenta el nivel del agua cuando se está bombeando o cuando el pozo fluye naturalmente. Es la diferencia, medida en metros, entre el nivel estático y el nivel dinámico.

FILTROS	Es la rejilla del pozo que sirve como sección de captación de un pozo que toma el agua de un acuífero de material no consolidado.
FORRO DE POZOS	Es la tubería de revestimiento colocada unas veces durante la perforación, otras después de acabada ésta. La que se coloca durante la perforación puede ser provisional o definitiva. La finalidad más frecuente de la primera es la de sostener el terreno mientras se avanza con la perforación. La finalidad de la segunda es revestir definitivamente el pozo.
POZO EXCAVADO	Es la penetración del terreno en forma manual. El diámetro mínimo es aquel que permite el trabajo de un operario en su fondo.
POZO PERFORADO	Es la penetración del terreno utilizando maquinaria. En este caso la perforación puede ser iniciada con un antepozo hasta una profundidad conveniente y, luego, se continúa con el equipo de perforación.
SELLO SANITARIO	Elementos utilizados para mantener las condiciones sanitarias óptimas en la estructura de ingreso a la captación.
TOMA DE AGUA	Dispositivo o conjunto de dispositivos destinados a desviar el agua desde una fuente hasta los demás órganos constitutivos de una captación

OS.030

ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

ÍNDICE

	PÁG.
1. ALCANCE	2
2. FINALIDAD	2
3. ASPECTOS GENERALES	2
3.1 Determinación del volumen de almacenamiento	2
3.2 Ubicación	2
3.3 Estudios Complementarios	2
3.4 Vulnerabilidad	2
3.5 Caseta de Válvulas	2
3.6 Mantenimiento	2
3.7 Seguridad Aérea	3
4. VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	3
4.1 Volumen de Regulación	3
4.2 Volumen Contra Incendio	3
4.3 Volumen de Reserva	3
5. RESERVORIOS: CARACTERÍSTICAS E INSTALACIONES	3
5.1 Funcionamiento	3
5.2 Instalaciones	4
5.3 Accesorios	4

**OS.030
ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

1 ALCANCE

Esta Norma señala los requisitos mínimos que debe cumplir el sistema de almacenamiento y conservación de la calidad del agua para consumo humano.

2 FINALIDAD

Los sistemas de almacenamiento tienen como función suministrar agua para consumo humano a las redes de distribución, con las presiones de servicio adecuadas y en cantidad necesaria que permita compensar las variaciones de la demanda. Asimismo deberán contar con un volumen adicional para suministro en casos de emergencia como incendio, suspensión temporal de la fuente de abastecimiento y/o paralización parcial de la planta de tratamiento.

3 ASPECTOS GENERALES

3.1 Determinación del volumen de almacenamiento

El volumen deberá determinarse con las curvas de variación de la demanda horaria de las zonas de abastecimiento ó de una población de características similares.

3.2 Ubicación

Los reservorios se deben ubicar en áreas libres. El proyecto deberá incluir un cerco que impida el libre acceso a las instalaciones.

3.3 Estudios Complementarios

Para el diseño de los reservorios de almacenamiento se deberá contar con información de la zona elegida, como fotografías aéreas, estudios de: topografía, mecánica de suelos, variaciones de niveles freáticos, características químicas del suelo y otros que se considere necesario.

3.4 Vulnerabilidad

Los reservorios no deberán estar ubicados en terrenos sujetos a inundación, deslizamientos ú otros riesgos que afecten su seguridad.

3.5 Caseta de Válvulas

Las válvulas, accesorios y los dispositivos de medición y control, deberán ir alojadas en casetas que permitan realizar las labores de operación y mantenimiento con facilidad.

3.6 Mantenimiento

Se debe prever que las labores de mantenimiento sean efectuadas sin causar interrupciones prolongadas del servicio. La instalación debe contar

con un sistema de "by pass" entre la tubería de entrada y salida ó doble cámara de almacenamiento.

3.7 Seguridad Aérea

Los reservorios elevados en zonas cercanas a pistas de aterrizaje deberán cumplir las indicaciones sobre luces de señalización impartidas por la autoridad competente.

4 VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

El volumen total de almacenamiento estará conformado por el volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva.

4.1 Volumen de Regulación

El volumen de regulación será calculado con el diagrama masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda.

Cuando se comprueba la no disponibilidad de esta información, se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación, siempre que el suministro de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento. En caso contrario deberá ser determinado en función al horario del suministro.

4.2 Volumen Contra Incendio

En los casos que se considere demanda contra incendio, deberá asignarse un volumen mínimo adicional de acuerdo al siguiente criterio:

- 50 m³ para áreas destinadas netamente a vivienda.
- Para áreas destinadas a uso comercial o industrial deberá calcularse utilizando el gráfico para agua contra incendio de sólidos del anexo 1, considerando un volumen aparente de incendio de 3000 metros cúbicos y el coeficiente de apilamiento respectivo.

Independientemente de este volumen los locales especiales (Comerciales, Industriales y otros) deberán tener su propio volumen de almacenamiento de agua contra incendio.

4.3 Volumen de Reserva

De ser el caso, deberá justificarse un volumen adicional de reserva.

5 RESERVORIOS: CARACTERÍSTICAS E INSTALACIONES

5.1 Funcionamiento

Deberán ser diseñados como reservorio de cabecera. Su tamaño y forma responderá a la topografía y calidad del terreno, al volumen de almacenamiento, presiones necesarias y materiales de construcción a

emplearse. La forma de los reservorios no debe representar estructuras de elevado costo.

5.2 Instalaciones

Los reservorios de agua deberán estar dotados de tuberías de entrada, salida, rebose y desagüe.

En las tuberías de entrada, salida y desagüe se instalará una válvula de interrupción ubicada convenientemente para su fácil operación y mantenimiento. Cualquier otra válvula especial requerida se instalará para las mismas condiciones.

Las bocas de las tuberías de entrada y salida deberán estar ubicadas en posición opuesta, para permitir la renovación permanente del agua en el reservorio.

La tubería de salida deberá tener como mínimo el diámetro correspondiente al caudal máximo horario de diseño.

La tubería de rebose deberá tener capacidad mayor al caudal máximo de entrada, debidamente sustentada.

El diámetro de la tubería de desagüe deberá permitir un tiempo de vaciado menor a 8 horas. Se deberá verificar que la red de alcantarillado receptora tenga la capacidad hidráulica para recibir este caudal.

El piso del reservorio deberá tener una pendiente hacia el punto de desagüe que permita evacuarlo completamente.

El sistema de ventilación deberá permitir la circulación del aire en el reservorio con una capacidad mayor que el caudal máximo de entrada ó salida de agua. Estará provisto de los dispositivos que eviten el ingreso de partículas, insectos y luz directa del sol.

Todo reservorio deberá contar con los dispositivos que permitan conocer los caudales de ingreso y de salida, y el nivel del agua en cualquier instante.

Los reservorios enterrados deberán contar con una cubierta impermeabilizante, con la pendiente necesaria que facilite el escurrimiento. Si se ha previsto jardines sobre la cubierta se deberá contar con drenaje que evite la acumulación de agua sobre la cubierta. Deben estar alejados de focos de contaminación, como pozas de percolación, letrinas, botaderos; o protegidos de los mismos. Las paredes y fondos estarán impermeabilizadas para evitar el ingreso de la napa y agua de riego de jardines.

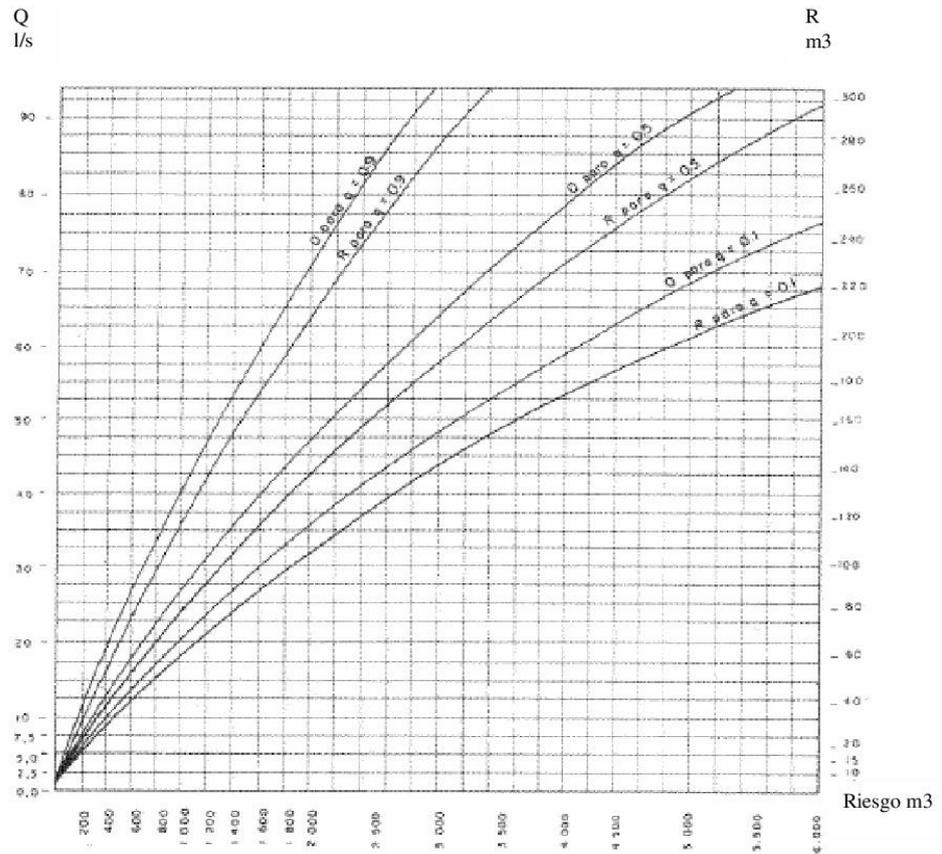
La superficie interna de los reservorios será, lisa y resistente a la corrosión.

5.3 Accesorios

Los reservorios deberán estar provistos de tapa sanitaria, escaleras de acero inoxidable y cualquier otro dispositivo que contribuya a un mejor control y funcionamiento.

ANEXO 1

GRÁFICO PARA AGUA CONTRA INCENDIO DE SÓLIDOS



Q: Caudal de agua en l/s para extinguir el fuego
 R: Volumen de agua en m3 necesarios para reserva
 g: Factor de Apilamiento

g = 0.9 Compacto
 g = 0.5 Medio
 g = 0.1 Poco Compacto

R: Riesgo, volumen aparente del incendio en m3

1.2. Enfoque

El presente documento se enfoca en reunir las opciones tecnológicas de saneamiento que mediante un uso adecuado se conviertan en servicios sostenibles, ya que recae en la familia o la comunidad su mantenimiento. Es por ello, que la opción tecnológica debe seleccionarse según criterios técnicos, económicos y culturales de tal forma de que garanticen su sostenibilidad.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Definir los diseños definitivos de las opciones tecnológicas de saneamiento, los criterios para su selección, diseño y forma de implementación para los proyectos de saneamiento en el ámbito rural.

2.2. Objetivos específicos

- Presentar la metodología para la adecuada selección de las opciones tecnológicas de saneamiento para los proyectos de saneamiento en el ámbito rural.
- Presentar los diseños definitivos de los componentes que conforman las opciones tecnológicas para abastecimiento de agua potable a ser utilizados en la elaboración de los proyectos de saneamiento en el ámbito rural.
- Presentar los diseños definitivos de los componentes que conforman las opciones tecnológicas para la disposición sanitaria de excretas a ser utilizados en la elaboración de los proyectos de saneamiento en el ámbito rural.
- Reducción del tiempo que toma la elaboración de los proyectos de saneamiento en el ámbito rural.
- Reducción de los costos de implementación de los proyectos de saneamiento en el ámbito rural.

3. Aplicación

Las opciones tecnológicas desarrolladas en el presente documento y en los anexos que lo complementen, son de uso obligatorio del Ingeniero Sanitario responsable del proyecto de saneamiento en el ámbito rural. Adicionalmente, para los casos en donde el Ingeniero Sanitario, responsable del proyecto defina una opción tecnológica no incluida en el presente documento, deberá sustentarla técnica y económicamente tomando de referencia los criterios técnicos incluidos para ser considerada.

4. Terminología

- ✓ **Accesorio:** Componente plástico o metálico que permite el cambio de dirección o de diámetro del líquido conducido por una tubería. Entre otras, se definen como tales las piezas como brida-enchufe, brida-extremo liso, codos, tees, yeas, válvulas u otro excepto tuberías.
- ✓ **Acuífero:** Estrato subterráneo saturado de agua del cual ésta fluye fácilmente.
- ✓ **Afloramiento:** Son las fuentes, que en principio deben ser consideradas como aliviaderos naturales de los acuíferos.
- ✓ **Agua subálvea:** Fuente de agua subterránea que se encuentra cerca de la superficie del terreno, a poca profundidad y que puede aflorar espontáneamente (manantial) o ser fácilmente extraída por medio de pozos excavados o perforados.
- ✓ **Agua subterránea:** Aguas que dentro del ciclo hidrológico, se encuentran en la etapa de circulación o almacenadas debajo de la superficie del terreno y dentro del medio poroso,

- fracturas de las rocas u otras formaciones geológicas, que para su extracción y utilización se requiere la realización de obras específicas.
- ✓ **Ámbito geográfico:** Es la zona geográfica donde se ubica el sistema y cuyas condiciones rigen el mismo.
 - ✓ **Ámbito rural del Perú:** Son el conjunto de centros poblados que no sobrepasan los dos mil (2 000) habitantes independientemente.
 - ✓ **Humedal:** Es un ecosistema conformado por un sustrato saturado de vegetación, microorganismos y agua, cuyo objetivo es la remoción de contaminantes mediante diversos procesos físicos, químicos y biológicos. Se instala a continuación de un tanque séptico mejorado o en el caso de sistemas secos con el agua proveniente de lavaderos, duchas y urinario.
 - ✓ **Caja de registro:** Caja de reunión o inspección prefabricada en concreto o material termoplástico, la cual permite la conexión de tuberías en ángulos de 45° o 90°, su uso es obligatorio cuando el tramo instalado tiene más de 15 metros.
 - ✓ **Cámaras rompe presión:** Estructura que permite disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños a la tubería.
 - ✓ **Captación:** Conjunto de estructuras e instalaciones destinadas a la regulación, derivación y obtención del máximo caudal posible de aguas superficiales o subterráneas.
 - ✓ **Caseta para la taza especial:** Ambiente que contiene la taza especial y que su fabricación es de un material liviano y resistente, que permite su traslado fácilmente cuando el hoyo por debajo de la caseta alcanza su altura máxima.
 - ✓ **Caseta de la UBS:** ambiente que alberga los siguientes aparatos sanitarios, la ducha, el inodoro o la taza especial y el urinario y que su modelo varía dependiendo del tipo de sistema de disposición de las excretas.
 - ✓ **Caudal máximo diario:** Caudal de agua del día de máximo consumo en el año.
 - ✓ **Caudal máximo horario:** Caudal de agua de la hora de máximo consumo en el día de máximo consumo en el año.
 - ✓ **Caudal promedio diario anual:** Caudal de agua que se estima consume, en promedio, un habitante durante un año.
 - ✓ **Conexión domiciliar de agua:** Conjunto de elementos y accesorios desde la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano hasta la conexión de entrada de agua al domicilio o local público, con la finalidad de dar servicio a cada lote, vivienda o local público.
 - ✓ **Depresión o descenso:** Descenso que experimenta el nivel del agua cuando se está bombeando o cuando el pozo fluye naturalmente, es decir, cuando tiene una salida natural. Es la diferencia, medida en metros, entre el nivel estático y el nivel dinámico.
 - ✓ **Diámetro interior:** Diámetro interior del tubo, real o útil, medido en una sección cualquiera. Es el diámetro del diseño hidráulico.
 - ✓ **Disposición Sanitaria de Excretas:** Infraestructura cuyas instalaciones permiten el tratamiento de las excretas, ya sea en un medio seco o con agua, de modo que no represente riesgo para la salud y el medio ambiente.
 - ✓ **Estación de bombeo:** Componente del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, conformada por la caseta y el equipamiento hidráulico y eléctrico, que tiene como función trasladar el agua desde un punto bajo a uno más alto mediante el empleo de equipos de bombeo.
 - ✓ **Fuente de abastecimiento:** Es el cuerpo de agua natural o artificial, que es utilizado para el abastecimiento de uno o más centros poblados, el mismo que puede ser superficial o subterráneo o incluso pluvial.
 - ✓ **Golpe de ariete:** Fluctuaciones rápidas de presión debidas a variaciones bruscas de las condiciones de contorno y/o caudal del flujo. El golpe de ariete está esencialmente relacionado con la velocidad del agua y no con la presión interna.
 - ✓ **Hoyo Seco Ventilado:** opción tecnológica que permite disponer adecuadamente las excretas y orina en un hoyo con el uso de una taza especial, su ubicación es temporal,

ya que al llenarse el hoyo se tiene que clausurar y reubicar la caseta sobre un nuevo hoyo de las mismas dimensiones.

- ✓ Ingeniero Proyectista: ingeniero Sanitario Colegiado y Habilitado responsable del diseño técnico del proyecto de saneamiento rural a implementar.
- ✓ Instalación intradomiciliaria: Conjunto de aparatos sanitarios y accesorios instalados al interior de la vivienda o cerca de ella, que, funcionando de manera conjunta, permiten a los usuarios contar con un servicio continuo de agua para consumo humano y facilidades para la disposición sanitaria de excretas.
- ✓ Impulsión: Infraestructura destinada a transmitir al caudal de agua circulante por una tubería la energía necesaria para su transporte, venciendo las fuerzas gravitatorias y las resistencias por rozamiento, y/o para incrementar su presión.
- ✓ Lavadero Multiusos: aparato sanitario que permite el lavado de utensilios y ropa, construido en concreto armado o material prefabricado, siempre y cuando sea de un material resistente a la intemperie y resista por lo menos 40 kg de peso.
- ✓ Línea de aducción: estructuras y elementos que conectan el reservorio con la red de distribución.
- ✓ Línea de conducción: estructuras y elementos que conectan las captaciones con los reservorios, pasando o no por las estaciones de tratamiento.
- ✓ Línea de impulsión: En un sistema por bombeo, es el tramo de tubería que conduce el agua desde la estación de bombeo hasta el reservorio.
- ✓ Malla: Contorno cerrado formado por tuberías de la red de distribución por las que circula agua a presión y que no alberga en su interior ningún otro contorno cerrado.
- ✓ Niple: Porción de tubería de tamaño menor que la de fabricación.
- ✓ Nivel freático: corresponde al nivel superior de una capa freática o de un acuífero, cuya distancia es medida desde dicho nivel superior hasta el nivel del suelo.
- ✓ Nivel dinámico: Distancia medida desde la superficie del terreno hasta el nivel de agua en el pozo producido por el bombeo.
- ✓ Nivel de servicio: Es la forma como se brinda el servicio al usuario. Los niveles de servicio pueden ser público o domiciliario.
- ✓ Nivel estático: Distancia desde la superficie del terreno hasta el nivel de agua en el pozo, no afectado por el bombeo. Aplica a acuíferos libres.
- ✓ Nivel piezométrico: Distancia desde la superficie del terreno hasta el nivel de agua en el pozo, no afectado por el bombeo. Aplica a acuíferos confinados o semiconfinados.
- ✓ Opciones Tecnológicas: Soluciones de saneamiento que se rigen bajo condiciones técnicas, económicas y sociales para su selección.
- ✓ Opciones Tecnológicas Convencionales: Soluciones de saneamiento seleccionadas a partir de condiciones técnicas, económicas y sociales, que atienden a un gran número de familias agrupadas en localidades o ciudades.
- ✓ Opciones Tecnológicas No Convencionales: Soluciones de saneamiento seleccionadas a partir de condiciones técnicas, económicas y sociales, que atienden a pocas familias agrupadas en grandes extensiones de territorio.
- ✓ Pérdida de carga unitaria (h_f): Es la pérdida de energía en la tubería por unidad de longitud debida a la resistencia del material del conducto al flujo del agua. Se expresa en m/km o m/m.
- ✓ Pérdida por tramo (H_f): Viene a representar el producto de pérdida de carga unitaria por la longitud del tramo de tubería.
- ✓ Período de diseño: Tiempo durante el cual la infraestructura deberá cumplir su función satisfactoriamente. Se fijará según normatividad vigente dada por las autoridades Normativas del Sector.
- ✓ Período óptimo de diseño: Es el tiempo en el cual la capacidad de un componente del sistema de agua para consumo humano o saneamiento cubre la demanda proyectada, minimizando el valor actual de costos de inversión, operación y mantenimiento, durante el horizonte de evaluación de un proyecto.

- ✓ Pileta pública: se ubica en la vía pública, permite el acceso al agua de la red de abastecimiento de agua potable para surtir de dicho recurso a un grupo de familias, puede o no incluir un medidor para el control del agua suministrada.
- ✓ Población inicial: Número de habitantes en el momento de la formulación del proyecto.
- ✓ Población de diseño: Número de habitantes que se espera tener al final del período de diseño.
- ✓ Pozo de Absorción: permite infiltrar el efluente líquido de la UBS instalada a través de un dren vertical instalado en un medio filtrante dentro de pozo.
- ✓ Presión de funcionamiento (OP): Presión interna que aparece en un instante dado en una sección determinada de la red.
- ✓ Presión estática: Es la presión en una sección de la tubería cuando, estando en carga, se encuentra el agua en reposo.
- ✓ Profundidad: Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz inferior interna de la tubería.
- ✓ Proyecto de Inversión Pública (PIP): Son intervenciones limitadas en el tiempo con el fin de crear, ampliar, mejorar o recuperar la capacidad productora o de provisión de bienes o servicios de una entidad.
- ✓ Red de distribución: Conjunto de tuberías principales y ramales distribuidores que permiten abastecer de agua para consumo humano a las viviendas.
- ✓ Reservorio (o depósito): Infraestructura estanca destinada a la acumulación de agua para consumo humano, comercial, estatal y social. Por su función, los reservorios pueden ser de regulación, de reserva, de mantenimiento de presión o de alguna combinación de las mismas. Este revestimiento cumplirá la Norma NSF-61.
- ✓ Revestimiento exterior: Material complementario aplicado a la superficie exterior de un componente con objeto de protegerlo de la corrosión, el deterioro mecánico y/o el ataque químico.
- ✓ Revestimiento interior: Material complementario aplicado a la superficie interior de un componente con objeto de protegerlo de la corrosión, el deterioro mecánico y/o el ataque químico.
- ✓ Sello sanitario: Elemento utilizado para mantener las condiciones sanitarias óptimas en la estructura de ingreso a la captación.
- ✓ Suelo fisurado: Es un tipo de suelo que presenta grietas o fisuras que hacen que el agua a filtrar descienda rápidamente pero sin ser filtrada, lo que puede originar una contaminación del agua subterránea de estar cerca del nivel del suelo, es una de las causas de los hundimientos.
- ✓ Sustrato: Capa de suelo debajo de la capa superficial del mismo suelo.
- ✓ Taza especial: taza en forma de inodoro o del tipo turco, fabricada en losa vitrificada, granito o plástico reforzado, permite que las excretas y orina caigan directamente al depósito ubicado bajo ella.
- ✓ Toma de agua: Dispositivo o conjunto de dispositivos destinados a desviar el agua desde una fuente hasta los demás componentes de una captación.
- ✓ Tubería: Componente de sección transversal anular y diámetro interior uniforme, de eje recto cuyos extremos terminan en espiga, campana, rosca o unión flexible
- ✓ UBS – Unidad Básica de Saneamiento: Conjunto de componentes que permiten brindar el acceso a agua potable y la disposición sanitaria de excretas a una familia, el diseño final dependerá de la opción tecnológica no convencional seleccionada.
- ✓ Unión: Pieza de enlace de extremos adyacentes de dos tubos que incluye elementos de estanquidad.
- ✓ Válvula de aire: Válvula para eliminar el aire existente en las tuberías. Puede ser manual o automática (purgador o ventosa), siendo preferibles las automáticas.
- ✓ Válvula de purga: Válvula ubicada en los puntos más bajos de la red o conducción para eliminar acumulación de sedimentos y permitir el vaciado de la tubería.
- ✓ Vida útil: Tiempo en el cual la infraestructura o equipo debe funcionar adecuadamente, luego del cual debe ser reemplazado o rehabilitado.

- ✓ Zanja de Percolación: permite infiltrar el efluente líquido de la UBS instalada a través de drenes horizontales instalados en un medio filtrante dentro de zanjas.
- ✓ Zona de infiltración: es aquella zona seleccionada para eliminar por infiltración el efluente líquido de la UBS instalada, por presentar características permeables ideales.
- ✓ Zona inundable: es aquella zona en donde se ubica el proyecto de saneamiento, susceptible a inundarse por la intensidad de lluvia característica de la región o al desborde de un cuerpo de agua en ciertas épocas del año.

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).

1.3. Estandarización de Diseños Hidráulicos

Los diseños de los componentes hidráulicos para los sistemas de saneamiento se deben diseñar con un criterio de estandarización, lo que permite que exista un único diseño para similares condiciones técnicas. Los criterios de estandarización se detallan a continuación.

Tabla N° 03.04. Criterios de Estandarización de Componentes Hidráulicos

ITEM	COMPONENTE HIDRÁULICO	CRITERIO PRINCIPAL	CRITERIOS SECUNDARIOS	DESCRIPCIÓN
1	Barraje Fijo sin Canal de Derivación	$Q_{\text{med}} \text{ (l/s)} = (\text{menor a } 0,50 \text{ o } >0,50 - 1,00) \text{ o } > 1,00 - 1,50)$	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " Q_{med} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " Q_{med} " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
2	Barraje Fijo con Canal de Derivación			
3	Balsa Flotante			
4	Caisson			
5	Manantial de Ladera			
6	Manantial de Fondo			
7	Galería Filtrante			
8	Pozo Tubular	$Q_{\text{med}} \text{ (l/s)} = (\text{menor a } 1,00 \text{ o } >1,00 - 2,00) \text{ o } > 3,00 - 4,00)$	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " Q_{med} " menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un " Q_{med} " mayor a 1,00 l/s y hasta 2,00 l/s, se diseña con 2,00 l/s y así sucesivamente.
9	Línea de Conducción		X	
9.1	Cámara de Reunión de Caudales		X	Estructuras de concreto que permiten la adecuada distribución o reunión de los flujos de agua
9.2	Cámara de Distribución de Caudales		X	
9.3	CRP para Conducción	$Q_{\text{med}} \text{ (l/s)} = (\text{menor a } 0,50 \text{ o } >0,50 - 1,00) \text{ o } > 1,00 - 1,50)$		Para un caudal máximo diario " Q_{med} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " Q_{med} " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
9.4	Tubo Rompe Carga		X	
9.5	Válvula de Aire		X	
9.6	Válvula de Purga		X	
9.7	Pase Aéreo		X	
10	PTAP Integral	Dependiendo de la calidad del agua de la fuente		Diseñada con todos sus componentes, los que se desarrollan a continuación
10.1	Desarenador	$Q_{\text{med}} \text{ (l/s)} = (\text{menor a } 0,50 \text{ o } >0,50 - 1,00) \text{ o } > 1,00 - 1,50)$	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " Q_{med} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " Q_{med} " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
10.2	Sedimentador			
10.3	Sistema de Aireación			
10.4	Prefiltro	$Q_{\text{med}} \text{ (l/s)} = (\text{menor a } 0,50 \text{ o } >0,50 - 1,00) \text{ o } > 1,00 - 1,50)$	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " Q_{med} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " Q_{med} " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
10.5	Filtro Lento de Arena		Población final y dotación	
10.6	Lecho de Secado	1,50 l/s	X	
10.7	Cerco Perimétrico de PTAP	$Q_{\text{med}} \text{ (l/s)} = (\text{menor a } 1,00 \text{ o } >1,00 - 2,00) \text{ o } > 3,00 - 4,00)$	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " Q_{med} " menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un " Q_{med} " mayor a 1,00 l/s y hasta 2,00 l/s, se diseña con 2,00 l/s y así sucesivamente.
11	Estaciones de Bombeo			
12	Línea de Impulsión			

ITEM	COMPONENTE HIDRÁULICO	CRITERIO PRINCIPAL	CRITERIOS SECUNDARIOS	DESCRIPCIÓN
13	Sistema de 5, 10 y 20 m3	$V_{cist} (m^3) = (\text{menor a } 5) \text{ o } (>5 - 10) \text{ o } (>10 - 20)$	Población final y dotación X	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
13	Cerco Perimétrico Sistema Reservoirio Apoyado de 5, 10, 15, 20 y 40 m3	$V_{res} (m^3) = (\text{menor a } 5) \text{ o } (>5 - 10) \text{ o } (>10 - 15) \text{ o } (>15 - 20) \text{ o } (>20 - 35 - 40)$	Población final y dotación	
14	Reservoirio Elevado de 10 y 15 m3	$V_{res} (m^3) = (>5 - 10) \text{ o } (>10 - 15)$	Población final y dotación	Típicos para modelos pequeños y de pared curva para un reservoirio de gran tamaño
14.1	Caseta de Válvulas de Reservoirio			
14.2	Sistema de Desinfección			Sistema de desinfección para todos los reservoirios
14.3	Cerco Perimétrico para Reservoirio			Para la protección y seguridad de la infraestructura
15	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.
16	Red de Distribución y Conexión Domiciliaria			
16.1	CRP para Redes	$Q_{md} (l/s) = (\text{menor a } 0,50) \text{ o } (>0,50 - 1,00) \text{ o } (>1,00 - 1,50)$		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.
16.2	Válvula de Control		X	
16.3	Conexión Domiciliaria		X	Para distintos tipos de conexión domiciliaria
17	Lavaderos	Depende si se implementa en vivienda, institución pública o institución educativa inicial y primaria		
18	Piletas Públicas	Cola de ubicación de los componentes		Solamente en el caso de que las viviendas más altas ya no sean alcanzadas por el diseño de la red
19	Captación de Agua de Lluvia		Falta de fuente	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

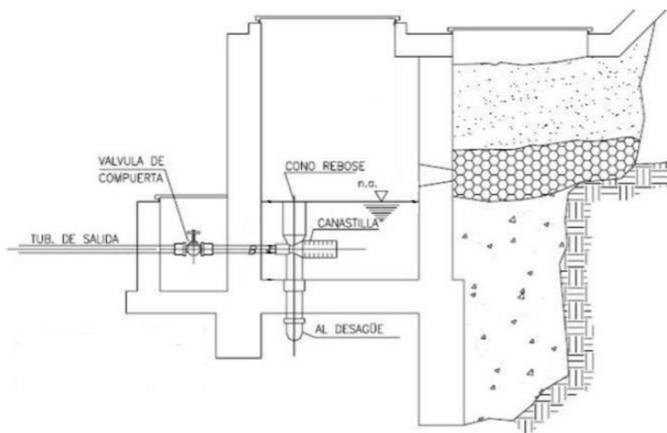
RANGO	V_{alm} (REAL)	SE UTILIZA:
1 – Reservorio	$\leq 5 \text{ m}^3$	5 m^3
2 – Reservorio	$> 5 \text{ m}^3$ hasta $\leq 10 \text{ m}^3$	10 m^3
3 – Reservorio	$> 10 \text{ m}^3$ hasta $\leq 15 \text{ m}^3$	15 m^3
4 – Reservorio	$> 15 \text{ m}^3$ hasta $\leq 20 \text{ m}^3$	20 m^3
5 – Reservorio	$> 20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

Ilustración N° 03.20. Manantial de ladera



Componentes Principales

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

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

Criterios de Diseño.

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

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

Determinación del ancho de la pantalla

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

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

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

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

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

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

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

Por otro lado:

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

Donde:

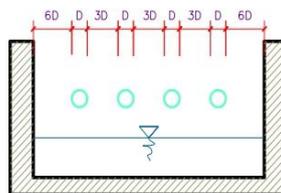
D : diámetro de la tubería de ingreso (m)

- Cálculo del número de orificios en la pantalla:

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

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

Ilustración N° 03.21. Determinación de ancho de la pantalla



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

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

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

$$H_f = H - h_o$$

Donde:

H : carga sobre el centro del orificio (m)

h_o : pérdida de carga en el orificio (m)

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

Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

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

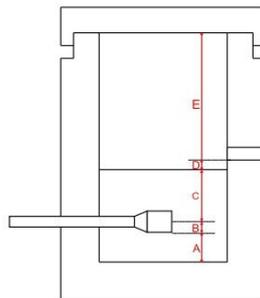
Donde:

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)

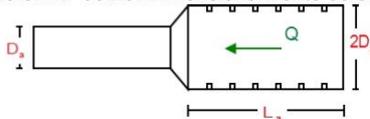
A : área de la tubería de salida (m^2)

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_r) debe ser el doble del área de la tubería de la línea de conducción (A_C) 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 $3D_a$ y menor que $6D_a$:

$$3D_a < L_a < 6D_a$$

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

$$A_{TOTAL} = 2A$$

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

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

Determinar el número de ranuras:

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

Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia

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

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

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

Tubería de rebose

Donde:

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

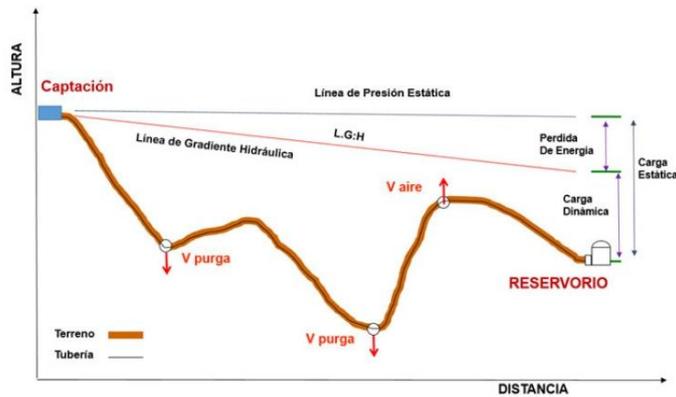
h_f : pérdida de carga unitaria en (m/m) - (valor recomendado: 0.015 m/m)

D_r : diámetro de la tubería de rebose (pulg)

2.9. LÍNEA DE CONDUCCIÓN

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

Ilustración N° 03.31. Línea de Conducción



✓ Caudales de Diseño

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

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

✓ Velocidades admisibles

Para la línea de conducción se debe cumplir lo siguiente:

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

✓ Criterios de Diseño

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

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

Donde:

- V : velocidad del fluido en m/s
n : coeficiente de rugosidad en función del tipo de material
- Hierro fundido dúctil 0,015
 - Cloruro de polivinilo (PVC) 0,010
 - Polietileno de Alta Densidad (PEAD) 0,010

R_h : radio hidráulico
 I : pendiente en tanto por uno

- Cálculo de diámetro de la tubería:

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

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

Donde:

H_f : pérdida de carga continua, en m.

Q : Caudal en m^3/s

D : diámetro interior en m

C : Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

- Acero sin costura	C=120
- Acero soldado en espiral	C=100
- Hierro fundido dúctil con revestimiento	C=140
- Hierro galvanizado	C=100
- Polietileno	C=140
- PVC	C=150

L : Longitud del tramo, en m.

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

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

Donde:

H_f : pérdida de carga continua, en m.

Q : Caudal en l/min

D : diámetro interior en mm

Salvo casos fortuitos debe cumplirse lo siguiente:

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

- Cálculo de la línea de gradiente hidráulica (LGH), ecuación de Bernoulli

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 * g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 * g} + H_f$$

Donde:

Z : cota altimétrica respecto a un nivel de referencia en m

$\frac{P}{\gamma}$: Altura de carga de presión, en m, P es la presión y γ el peso específico del fluido

V : Velocidad del fluido en m/s

H_f : Pérdida de carga, incluyendo tanto las pérdidas lineales (o longitudinales) como las locales.

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

$$\frac{P_2}{\gamma} = Z_1 - Z_2 - H_f$$

La presión estática máxima de la tubería no debe ser mayor al 75% de la presión de trabajo especificada por el fabricante, debiendo ser compatibles con las presiones de servicio de los accesorios y válvulas a utilizarse.

- Este tipo de estructuras se recomienda para diámetros menor igual a 1½". Para diámetros mayores se debe usar la cámara rompe presión para líneas.
- Se recomienda su instalación a 10 metros sobre el nivel del reservorio, con esto se estaría protegiendo a la red de distribución, en caso de que el operador realice un by-pass del ingreso generando sobre presión en la red de distribución.

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.
- Los purgadores o ventosas deben ser de fundición dúctil, y deben cumplir la norma NTP 350.101 1997. Válvulas descargadoras de aire, de aire vacío y combinaciones de válvulas de aire para servicios de agua.
- Se establecen las siguientes prescripciones técnicas adicionales para las ventosas:
 - Presión normalizada: $PN \geq 1,0$ MPa.
 - Tipo: De triple, doble o simple función y de cuerpo simple o doble.
 - Instalación: Embridada sobre una derivación vertical con válvula de aislamiento.
- Para el correcto dimensionamiento de purgadores y ventosas se debe tener en cuenta las especificaciones técnicas del fabricante y las características propias de la instalación: longitud, presión y volumen de aire a evacuar. Con carácter general, salvo circunstancias especiales que aconsejen o requieran de la adopción de otra solución distinta, para cubrir las funciones de aireación requeridas en las conducciones, aducciones e impulsiones, se deben instalar válvulas de aire (ventosas de tipo bifuncional o trifuncional), principalmente en aquellas zonas de difícil acceso para operaciones de mantenimiento y operación.
- 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.

- A la salida de los reservorios por gravedad, después de la válvula de interrupción. Los tipos de válvulas de aire son:

✓ Válvula de aire manual

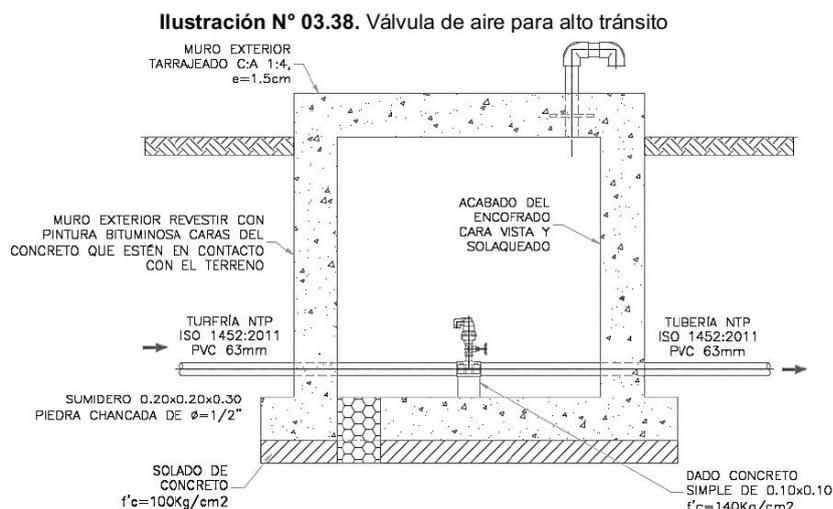
El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire de accionamiento manual.

El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

✓ Válvula de aire automática

El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire automáticas (ventosas).

El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.



✓ 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

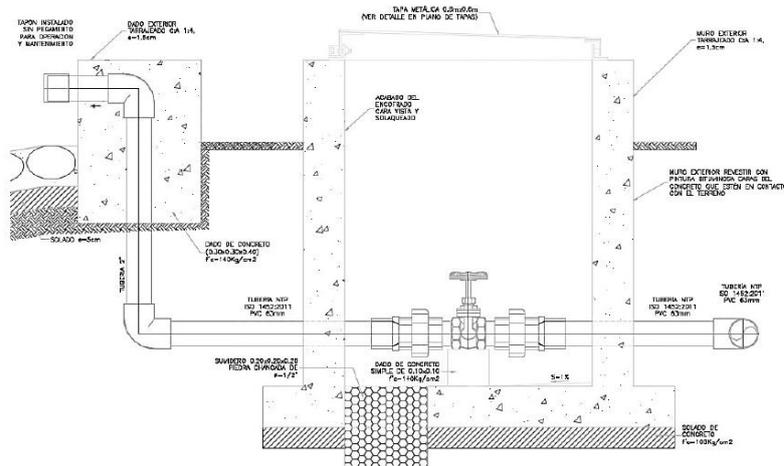
- ✓ Para sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito rural, se recomienda una sección interior mínima de $0,60 \times 0,60 \text{ m}^2$, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.

- ✓ 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.

Ilustración N° 03.39. Diámetros de válvulas de purga



- ✓ 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 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, 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.

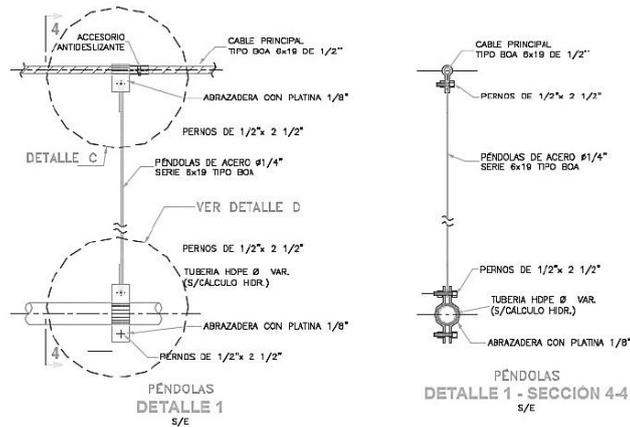
2.9.7. PASE AÉREO

El pase aéreo consiste en un sistema estructural en base a anclajes de concreto y cables de acero que permiten colgar una tubería de polietileno que conduce agua potable, dicha tubería de diámetro variable necesita de esta estructura para continuar con el trazo sobre un valle u zona geográfica que por su forma no permite seguir instalando la tubería de forma enterrada.

Esta estructura está diseñada para soportar todo el peso de la tubería llena y el mismo sistema estructural, en distancias de 5 m, 10 m, 15 m, 20 m, 25 m, 30 m, 50 m, 75 m y 100 m.

El consultor, en base al diseño de su proyecto debe seleccionar el diseño de pase aéreo que más sea compatible con su caso, sin embargo, de necesitar algún modelo no incluido dentro de los modelos desarrollados, podrá desarrollar su propio diseño, tomando de referencia los modelos incluidos, para ello el ingeniero supervisor debe verificar dicho diseño.

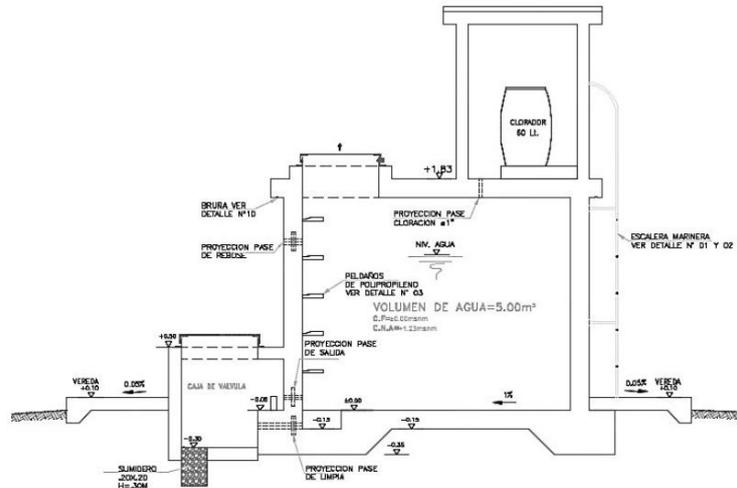
Ilustración N° 03.40. Detalles técnicos del pase aéreo



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.

Ilustración N° 03.54. Reservorio de 5 m³



Aspectos generales

El reservorio se debe diseñar para que funcione exclusivamente como reservorio de cabecera. El reservorio se debe ubicar lo más próximo a la población, en la medida de lo posible, y se debe ubicar en una cota topográfica que garantice la presión mínima en el punto más desfavorable del sistema.

Debe ser construido de tal manera que se garantice la calidad sanitaria del agua y la total estanqueidad. El material por utilizar es el concreto, su diseño se basa en un criterio de estandarización, por lo que el volumen final a construir será múltiplo de 5 m³. El reservorio debe ser cubierto, de tipo enterrado, semi enterrado, apoyado o elevado. Se debe proteger el perímetro mediante cerco perimetral. El reservorio debe disponer de una tapa sanitaria para acceso de personal y herramientas.

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.

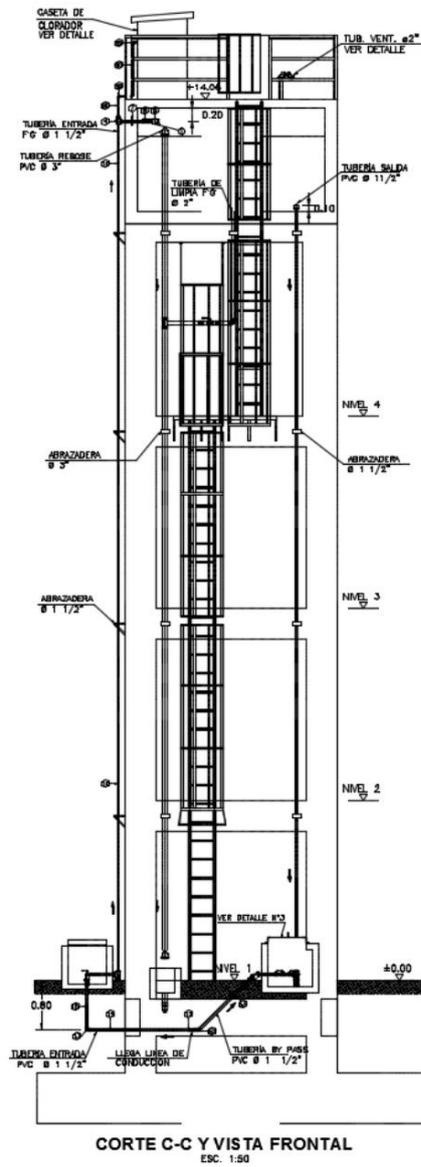
- La embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar en posición opuesta para forzar la circulación del agua dentro del mismo.
- El diámetro de la tubería de limpia debe permitir el vaciado en 2 horas.
- Disponer de una tubería de rebose, conectada a la tubería de limpia, para la libre descarga 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.
- 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.

Recomendaciones

- Solo se debe usar el bypass para operaciones de mantenimiento de corta duración, porque al no pasar el agua por el reservorio no se desinfecta.
- En las tuberías que atraviesen las paredes del reservorio se recomienda la instalación de una brida rompe-aguas empotrado en el muro y sellado mediante una impermeabilización que asegure la estanqueidad del agua con el exterior, en el caso de que el reservorio sea construido en concreto.
- Para el caso de que el reservorio sea de otro material, ya sea metálico o plástico, las tuberías deben fijarse a accesorios roscados de un material resistente a la humedad y la exposición a la intemperie.
- La tubería de entrada debe disponer de un grifo que permita la extracción de muestras para el análisis de la calidad del agua.
- Se recomienda la instalación de dispositivos medidores de volumen (contadores) para el registro de los caudales de entrada y de salida, así como dispositivos eléctricos de control del nivel del agua. Como en zonas rurales es probable que no se cuente con

suministro de energía eléctrica, los medidores en la medida de lo posible deben llevar baterías de larga duración, como mínimo para 5 años.

• Ilustración N° 03.55. Reservorio elevado de 15 m³



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 de 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 rejas 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 acabará 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.

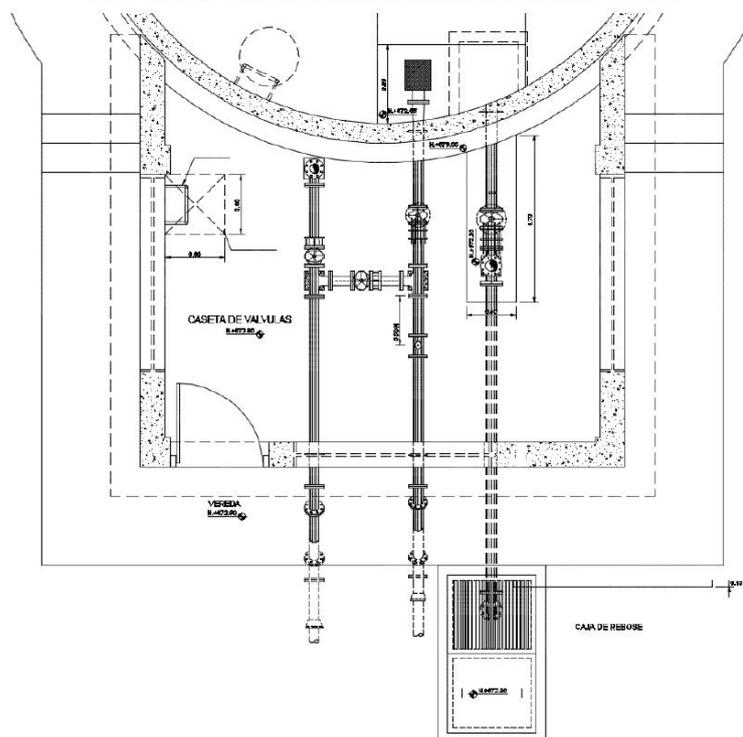
El contrazócalo estará a una altura de 0,30 m del nivel del piso acabado y sobresaldrá 1 cm al plomo de la pared. Estos irán colocados tanto en el interior como en el exterior de la caseta de válvulas.
- **Escaleras**
En el caso sea necesario, la salida de la caseta hacia el reservorio, se debe colocar 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.

Ilustración N° 03.56. Caseta de válvulas de reservorio de 70 m³



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.

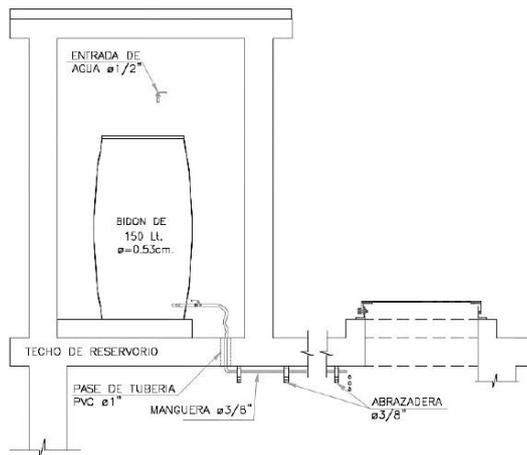
Desinfectantes empleados

La desinfección se debe realizar con compuestos derivados del cloro que, por ser oxidantes y altamente corrosivos, poseen gran poder destructivo sobre los microorganismos presentes en el agua y pueden ser recomendados, con instrucciones de manejo especial, como desinfectantes a nivel de la vivienda rural. Estos derivados del cloro son:

- Hipoclorito de calcio ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$ o HTH). Es un producto seco, granulado, en polvo o en pastillas, de color blanco, el cual se comercializa en una concentración del 65% de cloro activo.
- Hipoclorito de sodio (NaClO). Es un líquido transparente de color amarillo ámbar el cual se puede obtener en establecimientos distribuidores en garrafas plásticas de 20 litros con concentraciones de cloro activo de más o menos 15% en peso.
- Dióxido de cloro (ClO_2). Se genera normalmente en el sitio en el que se va a utilizar, y, disuelto en agua hasta concentraciones de un 1% ClO_2 (10 g/L) pueden almacenarse de manera segura respetando ciertas condiciones particulares como la no exposición a la luz o interferencias de calor.

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

b. Sistema de Desinfección por erosión

- ✓ No se aconseja usar tabletas para desinfectar agua de piscinas, ya que éstas se fabrican utilizando un compuesto químico que, al ser disuelto en agua, produce una molécula de cianurato de sodio o isocianurato, que puede ser perjudicial para la salud del ser humano.
- ✓ Siempre debe exigirse al proveedor que las pastillas sean de hipoclorito de calcio.
- ✓ Tomar las medidas de seguridad para manipular las tabletas.

Ilustración N° 03.58. Dosificador por erosión de tableta



- ✓ Retirar la tapa del depósito de tabletas y se ponen las nuevas unidades.
- ✓ Abrir la válvula de compuerta para habilitar de nuevo el flujo de agua dentro de la cámara.
- ✓ En el caso de dosificadores por erosión (según el tipo de la Ilustración N° 03.59), el fluido del agua puede variarse girando la válvula de regulación.
- ✓ Para comprobar si la cantidad de cloro aplicada al agua es la apropiada, se hacen pruebas continuas del cloro residual libre, de la misma forma descrita para el dosificador de hipoclorito de sodio granulado.
- ✓ En observaciones de campo se ha notado un bajo desgaste de las tabletas de cloro. Esto puede deberse a la forma en que se instala el aparato dosificador
- ✓ El dosificador debe colocarse utilizando uniones universales. Esto permitirá retirarlo para limpiarlo debidamente.

• Cálculos:

Se debe proceder a su selección con los proveedores según el rango de los caudales a tratar.

Tabla N° 03.28. Rangos de uso de los clorinadores automáticos

MODELO	CANTIDAD DE AGUA A TRATAR		CAPACIDAD Libras: kilos
	m ³ /día	l/s	
HC-320	30 - 90	0.34 – 1.04	05 lb = 2.27 kg
HC-3315	80 - 390	0.92 – 4.50	15 lb = 6.81 kg
HC-3330	120 - 640	1.40 – 7.40	20 lb = 9.08 kg

Los dosificadores por erosión de tabletas y los de píldoras son sencillos de operar. El equipo se calibra de manera sencilla pero no muy precisa por medio de un ajuste de la profundidad de inmersión de la columna de tabletas o de la velocidad o caudal que se hace pasar por la cámara de disolución. Una vez calibrado el equipo, si no hay grandes variaciones en el flujo, normalmente requieren de poca atención, excepto para cerciorarse de que el depósito esté lleno de tabletas para asegurar la dosificación continua.

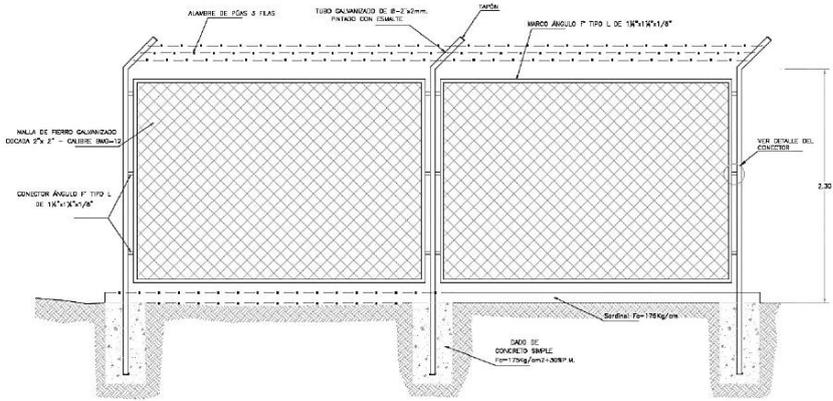
El mecanismo del dosificador de tabletas se debe inspeccionar con regularidad para detectar obstrucciones; se tendrá cuidado de limpiarlo bien, volver a ponerlo en la posición correcta y calibrarlo. La inspección y el rellenado de tabletas dependerán de la instalación específica, de la dosificación de cloro y del volumen de agua tratada. Debido a la sencillez de operación del equipo, el personal se puede capacitar rápidamente

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 $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Ilustración N° 03.59. Cerco perimétrico de reservorio



2.15. LÍNEA DE ADUCCIÓN

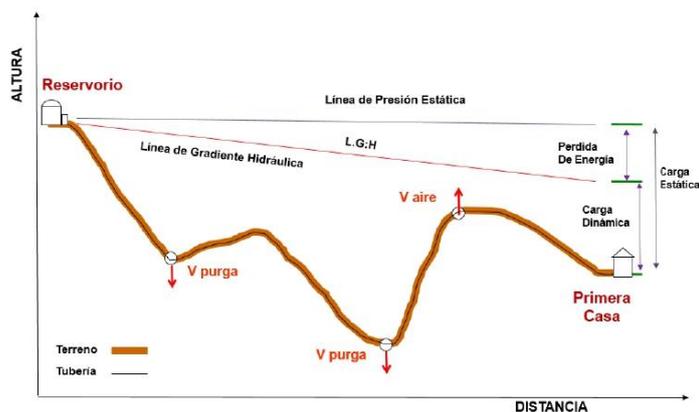
Para el trazado de la línea debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- ✓ 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 (Qmh).
- Carga estática y dinámica
La carga estática máxima aceptable será de 50 m y la carga dinámica mínima será de 1 m.

Ilustración N° 03.60. Línea gradiente hidráulica de la aducción a presión.



- **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".

Cálculo de diámetro de la tubería podrá realizarse utilizando las siguientes fórmulas:

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

$$H_f = 10,674 \times \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} \times D^{4,86}} \times L$$

Donde:

H_f : pérdida de carga continua (m)

Q : caudal en (m^3/s)

D : diámetro interior en m (ID)

C : coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

- Acero sin costura $C=120$
- Acero soldado en espiral $C=100$
- Hierro fundido dúctil con revestimiento $C=140$
- Hierro galvanizado $C=100$
- Polietileno $C=140$
- PVC $C=150$

L : longitud del tramo (m)

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

$$H_f = 676,745 \times \frac{Q^{1,751}}{D^{4,753} \times L}$$

Donde:

H_f : pérdida de carga continua (m)

Q : caudal en (l/min)

D : diámetro interior (mm)

L : longitud (m)

Salvo casos excepcionales que deberán ser justificados, la velocidad de circulación del agua establecida para los caudales de diseño deberá cumplir 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.

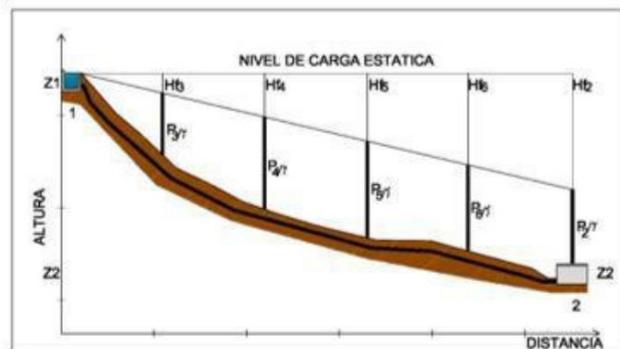
✓ Presión

En la línea de aducción, la presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua.

Para el cálculo de la línea de gradiente hidráulica (LGH), se aplicará la ecuación de Bernoulli.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 * g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 * g} + H_f$$

Ilustración N° 03.61. Cálculo de la línea de gradiente (LGH)



Donde:

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

$\frac{P}{\gamma}$: altura de carga de presión, en m, P es la presión y γ el peso específico del fluido.

V : velocidad del fluido en m/s.

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

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

$$\frac{P_2}{\gamma} = Z_1 - Z_2 - H_f$$

La presión estática máxima de la tubería no debe ser mayor al 75% de la presión de trabajo especificada por el fabricante, debiendo ser compatibles con las presiones de servicio de los accesorios y válvulas a utilizarse.

Se calcularán las pérdidas de carga localizadas ΔH_i en las piezas especiales y en las válvulas, las cuales se evaluarán mediante la siguiente expresión:

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

Dónde:

ΔH_i : pérdida de carga localizada en las piezas especiales y en las válvulas (m)

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

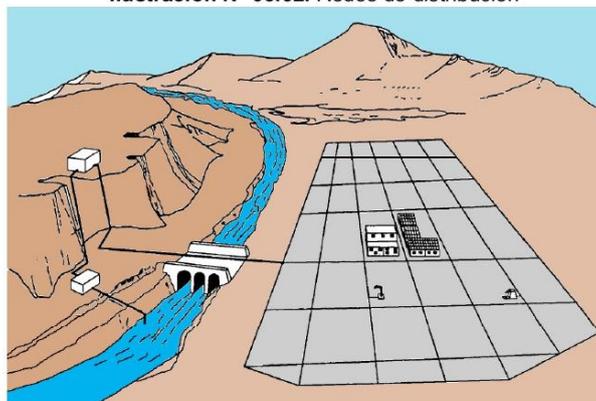
V : máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial o de la válvula (m/s)

g : aceleración de la gravedad (m/s^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.

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.

En sistemas anillados se deben admitir errores máximos de cierre:

- De 0,10 mca de pérdida de presión como máximo en cada malla y/o simultáneamente debe cumplirse en todas las mallas.
- De 0,01 l/s como máximo en cada malla y/o simultáneamente en todas las mallas.

Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0,10 l/s para el diseño de los ramales. La presión de funcionamiento (OP) en cualquier punto de la red no debe descender por debajo del 75% de la presión de diseño (DP) en ese punto.

Tanto en este caso como en las redes ramificadas, se debe adjuntar memoria de cálculo, donde se detallen los diversos escenarios calculados:

- Para caudal mínimo.
- Caudal máximo.
- Presión mínima.
- Presión máxima.

b. Redes ramificadas

Constituida por tuberías que tienen la forma ramificada a partir de una línea principal; aplicable a sistemas de menos de 30 conexiones domiciliarias

En redes ramificadas se debe determinar el caudal por ramal a partir del método de probabilidad, que se basa en el número de puntos de suministro y en el coeficiente de simultaneidad. El caudal por ramal es:

$$Q_{\text{ramal}} = K * \sum Q_g$$

Donde:

Q_{ramal} : Caudal de cada ramal en l/s.

K : Coeficiente de simultaneidad, entre 0,2 y 1.

$$K = \frac{1}{\sqrt{(x - 1)}}$$

Donde:

x : número total de grifos en el área que abastece cada ramal.

Q_g : Caudal por grifo (l/s) > 0,10 l/s.

Si se optara por una red de distribución para piletas públicas, el caudal se debe calcular con la siguiente expresión:

$$Q_{pp} = N * \frac{D_c}{24} * C_p * F_u * \frac{1}{E_f}$$

Donde:

Q_{pp} : Caudal máximo probable por pileta pública en l/h.

N : Población a servir por pileta. Un grifo debe abastecer a un número máximo de 25 personas).

D_c : Dotación promedio por habitante en l/hab.d.

C_p : Porcentaje de pérdidas por desperdicio, varía entre 1,10 y 1,40.

E_f : Eficiencia del sistema considerando la calidad de los materiales y accesorios. Varía entre 0,7 y 0,9.

F_u : Factor de uso, definido como $F_u = 24/t$. Depende de las costumbres locales, horas de trabajo, condiciones climatológicas, etc. Se evalúa en función al tiempo real de horas de servicio (t) y puede variar entre 2 a 12 horas.

En ningún caso, el caudal por pileta pública debe ser menor a 0,10 l/s.

El Dimensionamiento de las redes abiertas o ramificadas se debe realizar según las fórmulas del ítem 2.4 Línea de Conducción (Criterios de Diseño) del presente Capítulo, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Se puede admitir que la distribución del caudal sea uniforme a lo largo de la longitud de cada tramo.

- La pérdida de carga en el ramal puede ser determinada para un caudal igual al que se verifica en su extremo.
- Cuando por las características de la población se produzca algún gasto significativo en la longitud de la tubería, éste debe ser considerado como un nudo más.

Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0,10 l/s para el diseño de los ramales.

2.16.1. CÁMARA ROMPE PRESIÓN PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN

- ✓ En caso exista un fuerte desnivel entre el reservorio y algunos sectores o puntos de la red de distribución, pueden generarse presiones superiores a la presión máxima que puede soportar la tubería. Es por ello que se sugiere la instalación de cámaras rompe presión (CRP) cada 50 m de desnivel.
- ✓ 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 se calculará 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 y debe preverse de un flotador o regulador de nivel de aguas para el cierre automático una vez que se encuentre llena la cámara y para periodos de ausencia de flujo.
- ✓ La tubería de salida dispondrá de una canastilla de salida, que impida la entrada de objetos en la tubería.
- ✓ La cámara debe incluir un aliviadero o rebose.
- ✓ El cierre de la cámara debe ser estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

- Cálculo de la altura de la Cámara Rompe Presión (H_t)

$$H_t = A + H + BL$$

$$H = 1,56 \times \frac{Q_{mh}^2}{2g \times A^2}$$

Donde:

- g : aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)
- A : altura hasta la canastilla (se recomienda como mínimo 10 cm)
- BL : borde libre (se recomienda 40 cm)
- Q_{mh} : caudal máximo horario (l/s)

$$A_o = \pi \frac{D_c^2}{4}$$

Donde:

- D_c : diámetro de la tubería de salida a la red de distribución (pulg)
- A_o : área de la tubería de salida a la red de distribución (m²)

- Dimensionamiento de la sección de la base de la cámara rompe presión
 - El tiempo de descarga por el orificio; el orificio es el diámetro calculado de la red de distribución que descarga una altura de agua desde el nivel de la tubería de rebose hasta el nivel de la altura del orificio.
 - El volumen de almacenamiento máximo de la CRP es calculado multiplicando el valor del área de la base por la altura total de agua (m³).

- Cálculo de la altura total de agua almacenado en la CRP hasta la tubería de rebose (H_t)

$$H_t = A + H$$

Donde:

A : altura de la canastilla (cm)

H : altura de agua para facilitar el paso de todo el caudal a la línea de conducción (cm)

H_t : altura total de agua almacenado en la CRP hasta el nivel de la tubería de rebose (cm)

- Cálculo del tiempo de descarga a la red de distribución, es el tiempo que se demora en descargar la altura H

$$t = \frac{2A_b \times H^{0,5}}{C_d \times A_o \times \sqrt{2g}}$$

Donde:

H : altura de agua para facilitar el paso de todo el caudal a la línea de conducción (cm)

C_d : coeficiente de distribución o de descarga de orificios circulares (0,8)

A_o : área del orificio de salida (área de la tubería de la línea de conducción)

g : aceleración de la gravedad (m/s^2)

A_b : área de la sección interna de la base (m^2)

$$A_b = a \times b$$

Donde:

a : lado de la sección interna de la base (m)

b : lado de la sección interna de la base (m)

- Cálculo del volumen

$$V_{max} = A_b \times H$$

$$V_{max} = L \times A \times H$$

- Dimensionamiento de la canastilla

Debe considerarse lo siguiente:

$$D_{canastilla} = 2 \times D_c$$

$$3D_c < L_{diseño} < 6D_c$$

Donde:

$D_{canastilla}$: diámetro de la canastilla (pulg)

D_c : diámetro de la tubería de salida a la red de distribución (pulg)

$L_{diseño}$: longitud de diseño de la canastilla (cm), $3D_c$ y $6D_c$ (cm)

$$A_t = 2 \times A_c$$

$$A_c = \pi \times \frac{D_c^2}{4}$$

Donde:

A_t : área total de las ranuras (m^2)

A_c : área de la tubería de salida a la línea de distribución (m^2)

$$A_r = AR \times LR$$

Donde:

AR : área de la ranura (mm^2)

AR : ancho de la ranura (mm)

LR : largo de la ranura (mm)

$$A_g = 0,5\pi \times D_c \times L_{\text{diseño}}$$

Donde:

A_g : área lateral de la canastilla (m^2)

NR : número de ranuras de la canastilla (und)

- Cálculo del diámetro de tubería del cono de rebose y limpieza
El rebose se instala directamente a la tubería de limpia que realizar la limpieza y evacuación del agua de la cámara húmeda. La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$D = 0,71 \times \frac{Q_{mh}^{0,38}}{h_f^{0,21}}$$

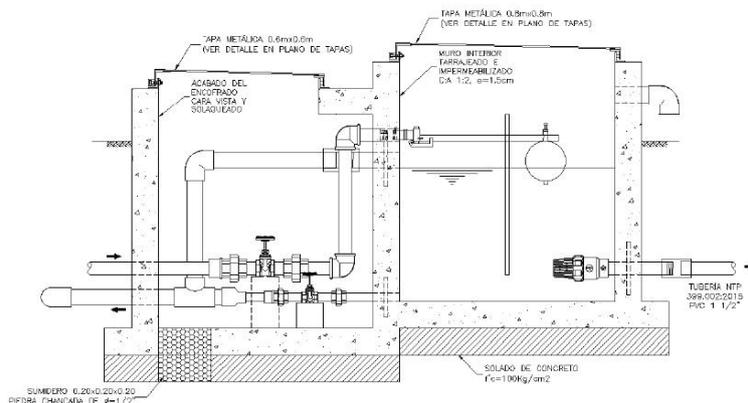
Donde:

D : diámetro del tubo de rebose y limpia (pulg)

Q_{mh} : caudal de la salida de la red de distribución (caudal máximo horario) (l/s)

h_f : pérdida de carga unitaria (m/m)

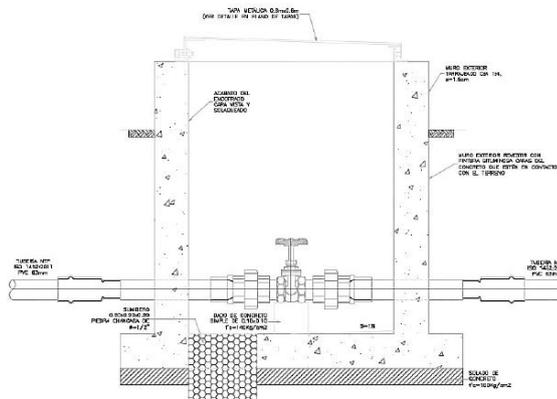
Ilustración N° 03.63. Cámara Rompe Presión para red de distribución



2.16.2. VÁLVULA DE CONTROL

- ✓ Las cámaras donde se instalarán las válvulas de control deben permitir una cómoda construcción, pero además la correcta operación y mantenimiento del sistema de agua, además de regular el caudal en diferentes sectores de la red de distribución.
- ✓ La estructura que alberga será de concreto simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- ✓ Los accesorios serán de bronce y PVC.
- Memoria de cálculo hidráulico
 - La ubicación y cantidad de válvulas de control se determinan con la finalidad de poder aislar un tramo o parte de la red en caso de reparaciones o ampliaciones.
 - En poblaciones concentradas deben proveerse de una válvula de ingreso a la red y en los puntos donde exista un ramal de derivación importante.
 - Se recomienda una sección interior mínima de $0,60 \times 0,60 \text{ m}$, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.
 - El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

Ilustración N° 03.64. Cámara de válvula de control para red de distribución



Tipos de válvulas de interrupción

Son dispositivos hidromecánicos previstos para permitir o impedir, a voluntad, el flujo de agua en una tubería, estas son:

a. Válvulas de compuerta

- Las válvulas de compuerta se usan preferentemente en líneas de agua de circulación ininterrumpida y poca caída de presión. Estas válvulas solo trabajan abiertas o cerradas, nunca reguladas.
- Las válvulas de compuerta pueden ser de material metálico dúctil y resistente, de asiento elástico y cumplirán las normas.
 - NTP ISO 7259 1998. Válvulas de compuerta de hierro fundido predominantemente operadas con llave para uso subterráneo.
 - NTP ISO 5996 2001. Válvulas de compuerta de hierro fundido
 - NTP ISO 5996:2001. Válvulas de compuerta de hierro fundido.
 - NTP 350.112:2001. Válvulas de compuerta con asiento elástico para sistemas de agua de consumo humano.
- Se establecen las siguientes prescripciones técnicas adicionales para las válvulas de compuerta:
 - Presión normalizada: $PN \geq 1,0 \text{ MPa}$.
 - Tipo: De cierre elástico, eje de rosca interno y cuerpo sin acanaladuras.
 - Paso: Total (sección de paso a válvula abierta $\geq 90\%$ de la sección para el DN).
 - Accionamiento: Husillo de una pieza y corona mecanizada para volante/actuador.
 - Instalación: Embrida o junta automática flexible.

b. Válvulas de mariposa

- Se usan para corte a presiones relativamente bajas, fabricadas en hierro fundido y asiento elástico (NTP ISO 10631 1998). Las válvulas de mariposa se deben utilizar cuando el gálibo disponible no permita la instalación de una válvula de compuerta, así como en instalaciones especiales, y siempre que los diámetros de las líneas sean superiores a 1".
- Se establecen las siguientes prescripciones técnicas adicionales:
 - Presión normalizada: $PN \geq 1,0 \text{ MPa}$.
 - $DN \geq 32 \text{ mm}$
 - Tipo: De eje centrado y estanqueidad por anillo envolvente de elastómero.
 - Sentido de giro: Dextrógiro (cierre), levógiro (apertura).

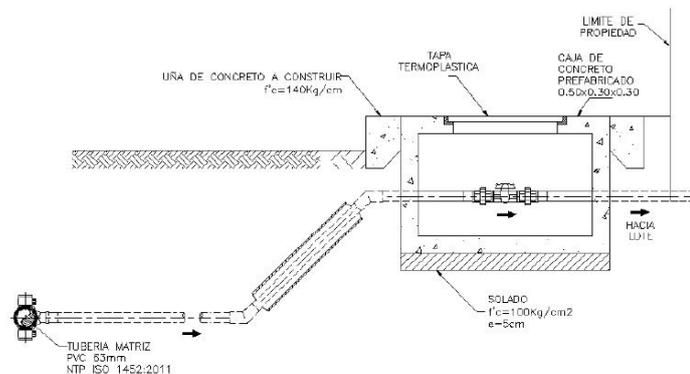
- Accionamiento: Palanca, desmultiplicador manual, o accionador (neumático, eléctrico o hidráulico).
 - Instalación: Embridada.
 - Salvo que existan dificultades para ello, las válvulas se deben instalar con el eje en posición vertical, con el fin de evitar posibles retenciones de cuerpos extraños o sedimentaciones que, eventualmente, pudiera arrastrar el agua por el fondo de tubería dañando el cierre.
 - En una válvula de mariposa utilizada como regulación, debe evitarse la aparición del fenómeno de cavitación, lo que sucede cuando, mantenida una posición de regulación, el valor de la presión absoluta aguas abajo de la válvula es inferior al valor resultante de la caída de presión en el obturador. Por ello, es necesario conocer, en cada caso, los coeficientes de caudal (Kv) a plena abertura y la curva característica de la válvula (variación de Kv en función de la abertura del obturador). La normativa de referencia es:
 - NTP ISO 10631:1998. Válvulas metálicas de mariposa para propósitos generales.
 - NTP ISO 5752:1998. VALVULAS METÁLICAS PARA USO EN SISTEMAS DE TUBERIAS DE BRIDAS. Dimensiones entre caras y de cara a eje.
- c. Válvulas de esfera
- Las válvulas con cuerpo de una sola pieza son siempre de pequeña dimensión y paso reducido. Las válvulas con cuerpo de dos piezas suelen ser de paso estándar. Este tipo de construcción permite su reparación. Las válvulas de tres piezas permiten desmontar fácilmente la esfera, el asiento o el vástago ya que están situados en la pieza central. Esto facilita la limpieza de sedimentos y remplazo de partes deterioradas sin tener que desmontar los elementos que conectan con la válvula. La normativa de referencia es:
 - NTP 350.098:1997. Válvulas de toma de cobre-cinc y cobre-estaño para conexiones domiciliarias
 - NTP 350.031:1997. Válvulas de paso de aleación cobre-cinc y cobre-estaño
 - NTP 350.107:1998. Válvulas de paso de aleación cobre-zinc con niple telescópico y salida auxiliar para conexiones domiciliarias
 - NTP 399.034:2007. Válvulas de material termoplástico para conexiones domiciliarias de agua potable
 - NTP 399.165:2007. Válvulas de paso de material termoplástico con niple telescópico y salida auxiliar para conexiones domiciliarias.
- d. Válvulas tipo globo
- Las válvulas tipo globo permiten la regulación del flujo de agua, además del cierre hermético cuando cuentan con un asiento flexible, y son las normalmente empleadas en las conexiones domiciliarias. Este tipo de válvulas tienen la ventaja de la regulación, pero la desventaja de pérdidas de carga para tener en cuenta en los cálculos hidráulicos.

2.16.3. CONEXIÓN DOMICILIARIA

- Cuando el suministro se realice mediante redes de distribución, cada vivienda debe dotarse de una conexión predial y de esta conexión hasta la UBS y el lavadero multiusos.
- Se debe ubicar al frente de la vivienda y próxima al ingreso principal.
- El diámetro mínimo de la conexión domiciliaria debe ser de 15 mm (1/2").
- La conexión debe contar con los siguientes elementos:
 - Elementos de toma: mediante accesorios tipo TEE y reducciones.
 - Elemento de conducción: es la tubería de conducción que empalma desde la transición del elemento de toma hasta la conexión predial, ingresando a ésta con una inclinación de 45°.

- Elemento de unión con la instalación interior: para facilitar la unión con la instalación interna del predio se debe colocar a partir de la cara exterior de la caja un niple de 0.30 m; para efectuar la unión, el propietario obligatoriamente debe instalar al ingreso y dentro de su predio una llave de control.
- La conexión domiciliar se realizará a través de una caja prefabricada de concreto u material termoplástico, e ir apoyada sobre el solado de fondo de concreto.

Ilustración N° 03.65. Conexión domiciliar



Anexo 2: Levantamiento Topográfico.

Header	Name	Start Time	Elevation	Length
Track	PUNTOS TOPOGRAFICOS		00:00:00	2.4 km
	X	Y		
1	7 48.876	77 44.264	296.81	CAP
2	7 48.873	77 44.262	296.24	TERENO
3	7 48.869	77 44.260	295.67	TERENO
4	7 48.867	77 44.257	295.1	TERENO
5	7 48.865	77 44.256	294.53	TERENO
6	7 48.862	77 44.253	293.96	TERENO
7	7 48.859	77 44.250	293.39	TERENO
8	7 48.856	77 44.248	292.82	QUEBRADA
9	7 48.854	77 44.246	292.25	TERENO
10	7 48.851	77 44.244	291.68	TERENO
11	7 48.848	77 44.242	291.11	TERENO
12	7 48.845	77 44.241	290.54	TERENO
13	7 48.842	77 44.238	289.97	TERENO
14	7 48.839	77 44.237	289.4	TERENO
15	7 48.836	77 44.235	288.83	TERENO
16	7 48.834	77 44.234	288.26	TERENO
17	7 48.831	77 44.233	287.69	TERENO
18	7 48.829	77 44.232	287.12	TERENO
19	7 48.825	77 44.231	286.55	TERENO
20	7 48.824	77 44.230	285.98	TERENO
21	7 48.820	77 44.228	285.41	TERENO
22	7 48.817	77 44.228	284.84	TERENO
23	7 48.814	77 44.226	284.27	TERENO
24	7 48.811	77 44.224	283.7	TERENO
25	7 48.808	77 44.223	283.13	TERENO
26	7 48.805	77 44.221	282.56	TERENO
27	7 48.802	77 44.218	281.99	TERENO
28	7 48.800	77 44.216	281.42	TERENO
29	7 48.798	77 44.214	280.85	TERENO
30	7 48.796	77 44.212	280.28	TERENO
31	7 48.794	77 44.211	279.71	TERENO
32	7 48.792	77 44.209	279.14	TERENO
33	7 48.791	77 44.208	278.57	TERENO
34	7 48.789	77 44.205	278	TERENO
35	7 48.786	77 44.203	277.43	TERENO

36	7 48.784	77 44.199	276.86	TERENO
37	7 48.782	77 44.197	276.29	TERENO
38	7 48.779	77 44.194	275.72	TERENO
39	7 48.777	77 44.192	275.15	TERENO
40	7 48.775	77 44.190	274.58	TERENO
41	7 48.774	77 44.188	274.01	TERENO
42	7 48.773	77 44.186	273.44	TERENO
43	7 48.772	77 44.184	272.87	TERENO
44	7 48.770	77 44.182	272.3	TERENO
45	7 48.770	77 44.181	271.73	TERENO
46	7 48.768	77 44.178	271.16	TERENO
47	7 48.766	77 44.174	270.59	TERENO
48	7 48.764	77 44.172	270.02	TERENO
49	7 48.763	77 44.172	269.45	TERENO
50	7 48.761	77 44.168	268.88	TERENO
51	7 48.760	77 44.168	268.31	TERENO
52	7 48.757	77 44.167	267.74	TERENO
53	7 48.756	77 44.166	267.17	TERENO
54	7 48.754	77 44.164	266.6	TERENO
55	7 48.751	77 44.162	266.03	TERENO
56	7 48.749	77 44.161	265.46	TERENO
57	7 48.747	77 44.159	264.89	TERENO
58	7 48.745	77 44.158	264.32	TERENO
59	7 48.744	77 44.156	263.75	TERENO
60	7 48.743	77 44.155	263.18	TERENO
61	7 48.741	77 44.154	262.61	TERENO
62	7 48.740	77 44.152	262.04	TERENO
63	7 48.738	77 44.151	261.47	TERENO
64	7 48.737	77 44.150	260.9	TERENO
65	7 48.736	77 44.149	260.33	TERENO
66	7 48.735	77 44.148	259.76	TERENO
67	7 48.733	77 44.147	259.19	TERENO
68	7 48.731	77 44.146	258.62	TERENO
69	7 48.729	77 44.144	258.05	TERENO
70	7 48.727	77 44.144	257.48	TERENO
71	7 48.725	77 44.143	256.91	TERENO
72	7 48.722	77 44.142	256.34	TERENO
73	7 48.721	77 44.140	255.77	TERENO
74	7 48.719	77 44.139	255.2	TERENO
75	7 48.717	77 44.139	254.63	TERENO
76	7 48.716	77 44.138	254.06	TERENO
77	7 48.715	77 44.136	253.49	TERENO
78	7 48.713	77 44.135	252.92	TERENO

79	7 48.711	77 44.134	252.35	TERENO
80	7 48.710	77 44.132	251.78	TERENO
81	7 48.709	77 44.131	251.21	TERENO
82	7 48.708	77 44.130	250.64	TERENO
83	7 48.706	77 44.129	250.07	TERENO
84	7 48.706	77 44.129	249.5	TERENO
85	7 48.701	77 44.134	248.93	TERENO
86	7 48.699	77 44.136	248.36	TERENO
87	7 48.697	77 44.137	247.79	TERENO
88	7 48.696	77 44.138	247.22	TERENO
89	7 48.693	77 44.139	246.65	TERENO
90	7 48.691	77 44.139	246.08	TERENO
91	7 48.689	77 44.139	245.51	TERENO
92	7 48.687	77 44.140	244.94	TERENO
93	7 48.686	77 44.139	244.37	TERENO
94	7 48.683	77 44.139	243.8	TERENO
95	7 48.681	77 44.138	243.23	TERENO
96	7 48.679	77 44.138	242.66	TERENO
97	7 48.679	77 44.135	242.09	TERENO
98	7 48.679	77 44.133	241.52	TERENO
99	7 48.680	77 44.131	240.95	TERENO
100	7 48.681	77 44.130	240.38	TERENO
101	7 48.682	77 44.128	239.81	TERENO
102	7 48.683	77 44.126	239.24	TERENO
103	7 48.682	77 44.124	238.67	TERENO
104	7 48.681	77 44.123	238.1	TERENO
105	7 48.680	77 44.121	237.53	TERENO
106	7 48.681	77 44.117	236.96	TERENO
107	7 48.682	77 44.115	236.39	TERENO
108	7 48.683	77 44.111	235.82	TERENO
109	7 48.685	77 44.110	235.25	TERENO
110	7 48.687	77 44.109	234.68	TERENO
111	7 48.687	77 44.107	234.11	TERENO
112	7 48.689	77 44.106	233.54	TERENO
113	7 48.690	77 44.103	232.97	TERENO
114	7 48.692	77 44.101	232.4	TERENO
115	7 48.693	77 44.099	231.83	TERENO
116	7 48.694	77 44.098	231.26	TERENO
117	7 48.695	77 44.096	230.69	TERENO
118	7 48.696	77 44.094	230.12	TERENO
119	7 48.698	77 44.091	229.55	TERENO
120	7 48.699	77 44.090	228.98	TERENO
121	7 48.700	77 44.088	228.41	TERENO

anexo 3: Fichas Técnicas.

Anexo 3: Encuesta

**ENCUESTA COMUNAL PARA EL REGISTRO DE COBERTURA
Y CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO**

FORMATO N° 01

ESTADO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

INFORMACIÓN GENERAL DEL CASERÍO /COMUNIDAD.

A. Ubicación:

1. Comunidad / Caserío: 2. Código del lugar (no llenar):
Centro Poblado
3. Anexo /sector: 4. Distrito:
5. Provincia: 6. Departamento:
7. Altura (m.s.n.m.): *Altitud:* *msnm* *X:* *Y:*
8. Cuántas familias tiene el caserío / anexo o sector:
9. Promedio integrantes / familia (dato del INEI, no llenar):
10. ¿Explique cómo se llega al caserío / anexo o sector desde la capital del distrito?

Desde	Hasta	Tipo de vía	Medio de Transporte	Distancia (Km.)	Tiempo (horas)

11. ¿Qué servicios públicos tiene el caserío? Marque con una X
- Establecimiento de Salud SI NO
 - Centro Educativo SI NO
 - Inicial Primaria Secundaria
 - Energía Eléctrica SI NO
12. Fecha en que se concluyó la construcción del sistema de agua potable:/...../.....
dd / mmm / aaaa
13. Institución ejecutora:.....
14. ¿Qué tipo de fuente de agua abastece al sistema? Marque con una X
- Manantial Pozo Agua Superficial
15. ¿Cómo es el sistema de abastecimiento? Marque con una X
- Por gravedad Por bombeo

B. Cobertura del Servicio:

16. ¿Cuántas familias se benefician con el agua potable? (Indicar el número)
Numero comunidades que tienen acceso al SAP

C. Cantidad de Agua:

17. ¿Cuál es el caudal de la fuente en *época de sequía*? En litros / segundo

18. ¿Cuántas conexiones domiciliarias tiene su sistema? (Indicar el número)

19. ¿El sistema tiene piletas públicas? Marque con una X.
SI NO (Pasar a la pgta. 21)

20. ¿Cuántas piletas públicas tiene su sistema? (Indicar el número)

D. Continuidad del Servicio:

21. ¿Cómo son las fuentes de agua? Marque con una X

NOMBRE DE LAS FUENTES	DESCRIPCIÓN			Mediciones					CAUDAL
	Permanente	Baja cantidad pero no se seca	Se seca totalmente en algunos meses.	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	
F 1:									
F 2:									
F 3:									
F 4:									
F 5:									
⋮									

22. ¿En los últimos doce (12) meses, cuánto tiempo han tenido el servicio de agua? Marque con una X

- Todo el día durante todo el año
- Por horas sólo en época de sequía
- Por horas todo el año
- Solamente algunos días por semana

E. Calidad del Agua:

23. ¿Colocan cloro en el agua en forma periódica? Marque con una X

SI NO (Pasar a la pgta. 25)

24. ¿Cuál es el nivel de cloro residual? Marque con una X

Lugar de toma de muestra	DESCRIPCIÓN		
	Baja cloración (0 – 0.4 mg/lf)	Ideal (0.5 – 0.9 mg/lf)	Alta cloración (1.0 – 1.5 mg/lf)
Parte alta			
Parte media			
Parte baja			

25. ¿Cómo es el agua que consumen? Marque con una X
 Agua clara Agua turbia Agua con elementos extraños
26. ¿Se ha realizado el análisis bacteriológico en los últimos doce meses? Marque con una X
 SI NO
27. ¿Quién supervisa la calidad del agua? Marque con una X
 Municipalidad MINSA JASS
 Otro (nombrarlo)..... Nadie

F. Estado de la Infraestructura:

o **Captación.** *Altitud:* *msnm* *X:* *Y:*

28. ¿Cuántas captaciones tiene el sistema? (Indicar el número)
29. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción de las captaciones. Marque con una X

Captación	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción de la captación		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene.	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y
	En buen estado.	En mal estado.						
Capt. 1								
Capt. 2								
Capt. 3								
Capt. 4								
⋮								

Captación	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o arboles	Contaminación de la fuente de agua
Capt. 1								
Capt. 2								
Capt. 3								
Capt. 4								
...								

30. Determine el tipo de captación y describa el estado de la infraestructura? Marcar con una X

Las condiciones se expresan en el cuadro de la siguiente manera:

- B = Bueno
 R = Regular
 M = Malo

o **Caja o buzón de reunión.**

31. ¿Tiene caja de reunión? Marque con una X

SI NO

32. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción de las cajas o buzones de reunión. Marque con una X

Caja o buzón de Reunión	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción de la Caja de Reunión		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene	Concreto	Artesanal	Altitud	X	Y
	En buen estado	En mal estado						
C 1								
C 2								
C 3								
C 4								
:								

Caja o buzón de Reunión	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o árboles	Contaminación de la fuente de agua
C 1								
C 2								
C 3								
C 4								
...								

33. Describa el estado de la estructura. Marque con una X

Las condiciones se expresan en el cuadro de la siguiente manera:

B = Bueno R = Regular M = Malo

Descripción	Tapa Sanitaria						Estructura	Canastilla		Tubería de limpia y rebose		Dado de protección		
	No tiene	Si tiene			Seguro			No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	
		Concreto			Metal									Madera
		B	R	M	B	R								
C 1														
C 2														
C 3														
C 4														
:														

o **Cámara rompe presión CRP-6.**

34. ¿Tiene cámara rompe presión CRP-6? Marque con una X

SI NO (Pasar a la pgta. 38)

35. ¿Cuántas cámaras rompe presión tiene el sistema? (Indicar el número)

36. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción de las cámaras rompe presión (CRP-6). Marque con una X

CRP 6	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción de la CRP6		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene.	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y
	En buen estado.	En mal estado.						
CRP6 1								
CRP6 2								
CRP6 3								
CRP6 4								
:								

CRP 6	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o árboles	Contaminación de la fuente de agua
CRP6 1								
CRP6 2								
CRP6 3								
CRP6 4								
...								

37. Describir el estado de la infraestructura. Marque con una X:

Las condiciones se expresan en el cuadro de la siguiente manera:

B = Bueno R = Regular M = Malo

Descripción	Tapa Sanitaria											Estructura	Canastilla		Tubería de limpia y rebose		Dado de protección	
	No tiene	Si tiene						Seguro			No tiene		Si tiene	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	
		Concreto		Metal		Madera	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene								
		B	R	M	B													R
CRP 1																		
CRP 2																		
CRP 3																		
CRP 4																		
:																		

38. ¿Tiene el sistema tubo rompe carga en la línea de conducción? Marque con una X

SI NO (Pasar a la pgta. 40)

39. ¿En qué estado se encuentran los tubos rompe carga? Marque con una X

Descripción	Tubos rompe carga						
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7
Bueno							
Malo							

o **Línea de conducción.**

40. ¿Tiene tubería de conducción? Marque con una X

SI NO (Pasar a la pgta. 44)

Identificación de peligros:

- No presenta Huaycos
 Crecidas o avenidas Hundimiento de terreno
 Inundaciones Deslizamientos
 Desprendimiento de rocas o árboles
 Contaminación de la fuente de agua

Especifique:

41. ¿Cómo está la tubería? Marque con una X

Enterrada totalmente Enterrada en forma parcial
Malograda Colapsada

42. ¿Tiene cruces / pases aéreos?

SI NO

43. ¿En qué estado se encuentra el cruce /pase aéreo? Marque con una X

Bueno Regular Malo Colapsado

o **Planta de Tratamiento de Aguas.**

44. ¿El sistema tiene Planta de Tratamiento de Aguas? Marque con una X

SI NO (Pasar a la pgta. 47)

Identificación de peligros:

- No presenta Huaycos
 Crecidas o avenidas Hundimiento de terreno
 Inundaciones Deslizamientos
 Desprendimiento de rocas o árboles
 Contaminación de la fuente de agua

Especifique:

45. ¿Tiene cerco perimétrico la estructura? Marque con una X
 SI, en buen estado SI, en mal estado No tiene

46. ¿En que estado se encuentra la estructura? Marque con una X
 Bueno Regular Malo

o **Reservorio.**

47. ¿Tiene reservorio? Marque con una X
 SI NO

48. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción del reservorio. Marque con una X

RESERVORIO	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción del Reservorio		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene.	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y
	En buen estado.	En mal estado.						
RESERVORIO 1								
RESERVORIO 2								
RESERVORIO 3								
RESERVORIO 4								
:								

RESERVORIO	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o árboles	Contaminación de la fuente de agua
Reservorio 1								
Reservorio 2								
Reservorio 3								
Reservorio 4								
...								

49. ¿Describir el estado de la estructura? Marque con una X.

DESCRIPCIÓN	Volumen: <input type="text"/> m ³	ESTADO ACTUAL					
		No tiene	Si Tiene			Seguro	
			Bueno	Regular	Malo	Si Tiene	No tiene
Tapa sanitaria 1 (T.A)	De concreto.						
	Metálica.						
	Madera						
Tapa sanitaria 2 (C.V)	De concreto.						
	Metálica.						
	Madera.						
Reservorio / Tanque de Almacenamiento							
Caja de válvulas							
Canastilla							
Tubería de limpia y rebose							
Tubo de ventilación							
Hipoclorador							

Válvula flotadora						
Válvula de entrada						
Válvula de salida						
Válvula de desagüe						
Nivel estático						
Dado de protección						
Cloración por goteo						
Grifo de enjuague						

En el caso de que hubiese más de un reservorio, utilizar un cuadro por cada uno de ellos y adjuntar a la encuesta.

o **Línea de Aducción y red de distribución.**

50. ¿Cómo está la tubería? Marque con una X

- Cubierta totalmente Cubierta en forma parcial
Malograda Colapsada No tiene

Identificación de peligros:

- No presenta Huaycos
 Crecidas o avenidas Hundimiento de terreno
 Inundaciones Deslizamientos
 Desprendimiento de rocas o árboles
 Contaminación de la fuente de agua

Especifique:

51. ¿Tiene cruces / pases aéreos? Marque con una X

- SI NO

52. ¿En qué estado se encuentra el cruce / pases aéreos? Marque con una X

- Bueno Regular Malo Colapsado

o **Válvulas.**

53. Describa el estado de las válvulas del sistema. Marque con una X e indique el número:

DESCRIPCIÓN	SI TIENE			NO TIENE	
	Bueno	Malo	Cantidad	Necesita	No Necesita
Válvulas de aire					
Válvulas de purga					
Válvulas de control					

o **Cámaras rompe presión CRP-7.**

54. ¿Tiene cámaras rompe presión CRP-7? Marque con una X

- SI NO

55. ¿Cuántas cámaras rompe presión tipo 7 tiene el sistema? (Indicar el número)

56. Describa el cerco perimétrico y material de construcción de las CRP-7. Marque con una X

CRP 7	Cerco Perimétrico			Material de construcción CRP7		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene.	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y
	En buen estado.	En mal estado.						
CRP7 1								
CRP7 2								
CRP7 3								
CRP7 4								
CRP7 5								
CRP7 6								
CRP7 7								
CRP7 8								
CRP7 9								
CRP7 10								
CRP7 11								
CRP7 12								
CRP7 13								
CRP7 15								
CRP7 16								
...								

CRP 7	<i>Identificación de peligros:</i>							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o árboles	Contaminación de la fuente de agua
CRP7 1								
CRP7 2								
CRP7 3								
CRP7 4								
CRP7 5								
CRP7 6								
CRP7 7								
CRP7 8								
CRP7 9								
CRP7 10								
CRP7 11								
CRP7 12								
CRP7 13								
CRP7 14								
CRP7 15								
CRP7 16								
...								

57. ¿Describir el estado de la infraestructura? Marque con una X
 Las condiciones se expresan en el cuadro de la siguiente manera:
 B = Bueno R = Regular M = Malo

Descripción	SITUACIÓN ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA																	
	Tapa Sanitaria 1								Tapa Sanitaria 2 (caja de válvulas)									
	Si tiene				Seguro				Si tiene				Seguro					
	Concreto	Metal	Madera	Seguro	No tiene	Si tiene	Concreto	Metal	Madera	Seguro	No tiene	Si tiene	Concreto	Metal	Madera	Seguro		
B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	
Estructura		Canastilla		Tubería de limpia y reboso		Válvula de Control		Válvula Flotadora		Dado de protección								
Si tiene	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	No tiene							
B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M							
CRP-7 N° 1																		
CRP-7 N° 2																		
CRP-7 N° 3																		
CRP-7 N° 4																		
CRP-7 N° 5																		
CRP-7 N° 6																		
CRP-7 N° 7																		
CRP-7 N° 8																		
CRP-7 N° 9																		
CRP-7 N° 10																		
CRP-7 N° 11																		
CRP-7 N° 12																		
CRP-7 N° 13																		
CRP-7 N° 14																		
CRP-7 N° 15																		
CRP-7 N° 16																		
:																		

o **Piletas públicas.**

58. Describir el estado de las piletas públicas. Marque con una X

DES CRIP CION	PEDESTAL O ESTRUCTURA				VÁLVULA DE PASO			GRIFO		
	Bueno	Regular	Malo	No tiene	Bueno	Malo	No tiene	Bueno	Malo	No tiene
P 1										
P 2										
P 3										
P 4										
P 5										
P 6										
P 7										
P 8										
P 9										
P 10										
:										

o **Piletas domiciliarias.**

59. Describir el estado de las piletas domiciliarias. Marque con una X
(muestra de 15% del total de viviendas con pileta domiciliaria)

DES CRIP CION	PEDESTAL O ESTRUCTURA				VÁLVULA DE PASO			GRIFO		
	Bueno	Regular	Malo	No tiene	Bueno	Malo	No tiene	Bueno	Malo	No tiene
Casa 1										
Casa 2										
Casa 3										
Casa 4										
Casa 5										
Casa 6										
Casa 7										
Casa 8										
Casa 9										
Casa 10										
Casa 11										
Casa 12										
Casa 13										
Casa 14										
Casa 15										
Casa 16										
Casa 17										
Casa 18										
Casa 19										
Casa 20										

Fecha: / /

Nombre del encuestador:

Anexo 4: Memoria de Cálculo

CALCULOS JUSTIFICATORIOS

CÁLCULO DE POBLACIÓN FUTURA

PROYECTO

EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO HUAMBACHO LA HUACA, DISTRITO DE SAMANCO, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN DE ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN – 2022

DATOS DEL CENSO:

POBLACION DISTRITAL

Año	Población
1993	1,966
2005	2,000
2017	2,243

Fuente: INEI

1) DETERMINACIÓN DEL MÉTODO MATEMÁTICO MAS ADECUADO

1.1) Método Aritmético

Se basa en la siguiente Ecuación:

$$Pf = Po * (1 + r * t)$$

Donde: Pf..... Población futura (hab)
Po..... Población inicial (hab)
r..... Tasa de crecimiento (%)
t..... tiempo (años)

Despejando de la ecuación, obtenemos las siguientes tasas de crecimiento:

Orden	Período (T)	Tasa de Crecimiento
1	93 - 05	0.14%
2	05_09	1.01%
3	93 - 09	0.59%

Determinando el promedio ponderado de los años 1993-2005, 2005-2009 y 1993-2009:

$$r = \frac{(r1 * T1) + (r2 * T2) + (r3 * T3)}{(T1 + T2 + T3)}$$

Reemplazando los valores, tendremos que.....

$$r = 0.583\%$$

Luego; según el Método Aritmético, la población futura será

$$Pf = 213 * (1 + 0.01103 * t)$$

Donde t = 0 para el año 2009.

1.2) Método Geométrico

Se basa en la siguiente Ecuación:

$$Pf = Po * (1 + r) ^t$$

Donde: Pf..... Población futura (hab)
Po..... Población inicial (hab)
r..... Tasa de crecimiento (%)
t..... tiempo (años)

Despejando de la ecuación, obtenemos las siguientes tasas de crecimiento:

Orden	Período (T)	Tasa de Crecim. ®
1	93 - 05	0.143%
2	05_09	0.960%
3	93 - 09	0.551%
4	Prom Geom	0.423%

Donde, el promedio geométrico corresponde a los años 1993-2005, 2005-2009 y 1993-2009:

El cual se obtiene de la fórmula..... $rg = (r_1 * r_2 * r_3) ^{1/3}$

Luego; las expresiones de las alternativas serán:

$$Pf_1 = 125 * (0.882) ^ t \dots\dots\dots(1)$$

$$Pf_2 = 125 * (1.026) ^ t \dots\dots\dots(2)$$

$$Pf_3 = 125 * (0.918) ^ t \dots\dots\dots(3)$$

$$Pf_4 = 125 * (0.940) ^ t \dots\dots\dots(4)$$

Calculando la población progresiva para cada una de las alternativas:

Año	Tiempo "t" (años)	Población Censada	Población Progresiva (hab)			
			Pf ₁	Pf ₂	Pf ₃	Pf ₄
2017	0	2243	2243	2243	2243	2243
2020	7	2000	2266	2398	2331	2310
2022	13	1966	2285	2540	2409	2369

Se debe seleccionar la ecuación alternativa cuyas poblaciones progresivas se acerquen más a las censales.

Entonces, elegimos la alternativa (4), donde la tasa será..... $r = 0.423\%$

Luego; según el Método Geométrico, la población futura será $Pf = 132 * 0.940 ^ t$

Donde t = 0 para el año 2009.

1.3) Método de la Parábola de 2do. Grado

Se basa en la siguiente Ecuación: $Pf = A + B * t + C * t ^ 2$

Donde: Pf..... Población futura (hab)
t..... Tiempo (años)
A, B, C..... Constantes

Haciendo uso de la ecuación, tendremos lo siguiente:

Periodo	Año	t	t ^2	Pf
93 - 05 - 09	1993	0	0	1966
	2005	12	144	2000
	2009	16	256	2243
				213

Reemplazando los valores en la ecuación, tendremos:

Para t = 0..... **A = 1966**
 Para t = 12..... $12*B + 144*C = 34$ (1)
 Para t = 16..... $16*B + 196*C = 277$ (2)

Resolviendo las ecuaciones (1) y (2) se obtiene: **B = -2.000**
C = 0.250

Luego; según el Método de la Parábola de 2do. Grado, la población futura será calculada por la fórmula

$Pf = 108 - 2.00 * t + 0.25 * t^2$
--

Donde t = 0 para el año 2000.

1.4) Crecimiento Geométrico del Perú

De las ecuaciones obtenidas en los acápitos 1.1 , 1.2 y 1.3, se procederá a compararlas gráficamente con las curva de crecimiento nacional, cuyo comportamiento es geométrico.

Considerando que la tasa de crecimiento nacional (año 2009) es..... **r = 2.00%**

El crecimiento geométrico del Perú se basará en esta ecuación.....

$Pf = 213 * 1.020^t$
--

Donde t = 0 para el año 2009.

RESUMEN DE LAS ECUACIONES OBTENIDAS

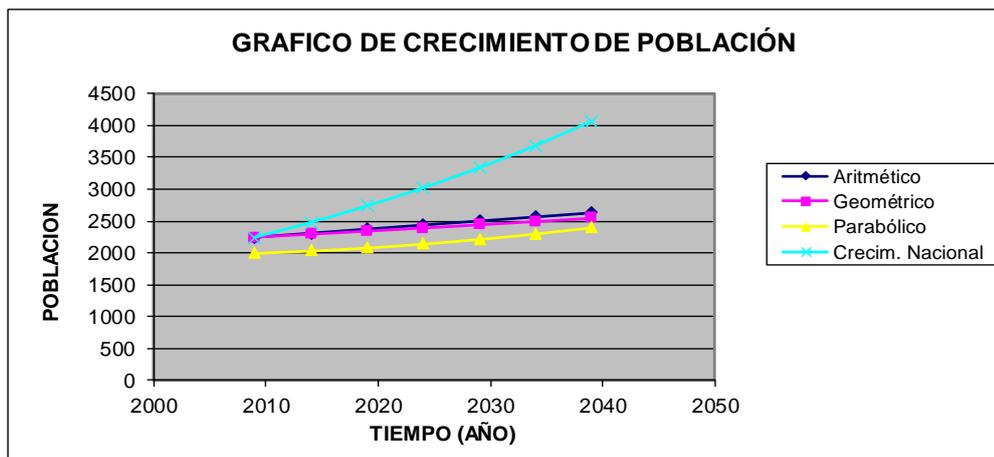
- Del Método Aritmético..... $Pf = 213 * (1 + 0.01103 * t)$ (1)
- Del Método Geométrico..... $Pf = 213 * 0.940^t$ (2)
- Del Mé. de la Parábola de 2do. Grado..... $Pf = 108 - 2.00 * t + 0.25 * t^2$ (3)
- Del Crecimiento Geométrico del Perú.....

$Pf = 213 * 1.020^t$
--

(4)

SELECCIÓN DE LA CURVA PARA EL CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA

Año	Población Futura (Pf)			
	Aritmético t = 0 en 2009	Geométrico t = 0 en 2009	Parabólica t = 0 en 1993	Crec. Nac. t = 0 en 2009
2009	2243	2243	1998	2243
2014	2308	2291	2034	2476
2019	2374	2340	2083	2734
2024	2439	2390	2144	3019
2029	2504	2441	2218	3333
2034	2570	2493	2304	3680
2039	2635	2546	2403	4063



Seleccionamos el método Geométrico porque es el que más se ajusta al crecimiento Nacional del Censo del año 2005.

2) DETERMINACIÓN DE LA POBLACION DE DISEÑO:

DATOS DEL CENSO:

POBLACION Caserío Túpac Amaru Limón

Año	Población
2009	2243

Fuente: Censo de Viviendas

2.1) Método Geométrico (Método elegido)

Se basa en la siguiente Ecuación:

$$Pf = Po * (1 + r)^t$$

Donde: Pf..... Población futura (hab)
 Po..... Población inicial (hab)
 r..... Tasa de crecimiento (%)
 t..... tiempo (años)

Po = 2243 (año 2009)
 r = 0.004
 t = 20 (2009 - 2031)

Pf = 2441 CENTRO POBLADO LA HUACA

Luego; la población futura para el Caserío Túpac Amaru Limón para un período de diseño de 20 años será **P2029 = 2441 hab**

CÁLCULO DE CAUDALES

PARÁMETROS DE DISEÑO

Población de Diseño (año 2031).....	Pob = 2441 hab
Dotación.....	Dot = 90 lt/hab/día (RNE)
Contribución de Desagüe.....	Cd = 80% (RNE)
Factor de Máxima Demanda Diaria.....	K1 = 1.3 (RNE)
Factor de Máxima Demanda Horaria.....	K2 = 2 (RNE)
Factor de Mínima Demanda.....	K3 = 0.5 (CEPIS)

CONTRIBUCIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Caudal Promedio.....	$Q_p = \frac{pob * dot * Cd}{86400}$ (lt/seg)
Reemplazando valores, tendremos que.....	Qp = 2.03	lt/seg
Caudal Máximo Diario.....	$Q_{md} = Q_p \times K_1$ (lt/seg)
Reemplazando valores, tendremos que.....	Qmd = 2.64	lt/seg 0.5
Caudal Máximo Horario.....	$Q_{mh} = Q_p \times K_2$ (lt/seg)
Reemplazando valores, tendremos que.....	Qmh = 4.07	lt/seg
Caudal Mínimo.....	$Q_{mín} = Q_p \times K_3$ (lt/seg)
Reemplazando valores, tendremos que.....	Qmín = 1.02	lt/seg

CALCULO DEL POZO, DIAMETRO DE LA LINEA DE IMPULSION Y POTENCIA DE BOMBA

1. DATOS

Caudal Maximo Diario (Qmd)	2.65	lps		
Numero de horas de bombeo (N)	12.00	horas	CT	100.00
Caudal de bombeo (Qb)	5.30	l/seg	H	76.00
Cota (Succion) CT-H	24.00	msnm	$Qb = Qmd * \left(\frac{24}{N}\right)$	
Cota de llegada al punto	63.50	msnm		
Cota de nivel estático	80.00	msnm		
Cota de nivel dinámico	76.00	msnm		
H (Nivel estatico)	10.00	m		
H (Nivel dinamico)	50.00	m		
Espesor del Acuífero	40.00	m		
H (Nivel succion)	24.00	m		
H (Estática)	39.50	m		
Coefficiente de Hazen-Willians (PVC)	150.00			
Coefficiente de Hazen-Willians Fº Gº	120.00			
Longitud de la tubería línea de impulsión PVC	100.00	m		
Longitud de la tubería del arbol del pozo al reservorio PVC	50.00	m		
Longitud de tubería en la caseta y reservorio Fº Gº	20.00	m		
Presion a la salida (Ps)	2.00	m		

2. CALCULO DEL POZO

Calculo del diámetro del Ademe (da)

da = dt+6" pulg

Diametro de la electrobomba sumergible

Espacio que se debe dejar para que la electrobomba sumergible trabaje holgadamente = **15** pulg

Calculo de diametro de electrobomba sumergible

Este se obtiene de seleccionar la curva de diseño de la bomba y esto a su vez se hace en función del gasto de diseño del pozo en (galones/minuto)

Factor de transformacion del lps a gpm = 15.85

Caudal de Bombeo (Qb) = **84.01 gpm**

En el grafico se observa para el caudal se requiere el diámetro de la electrobomba 6" con 3500 R.P.M. de acero inoxidable en nuestro caso se considera PVC **8.00** pulg

da = 23 pulg

Nota: El diámetro de 12" coincide con el diametro del cedazo

entonces el diámetro del ademe nos queda

da = **23** pulg

calculo del diámetro de Contra-ademe (db)

db = da+6"

Espacio anular que se deja para el filtro de grava (3" por lado) 6 pulg

$$db = \boxed{29} \text{ pulg}$$

Calculo del diámetro del contra-ademe considerando la cementacion (dbc)

$$dcb = db + 4"$$

$$db = \text{diámetro de contra-ademe}$$

Espacio para la cementacion del pozo (2" por lado) 4 pulg

$$dbc = \boxed{33} \text{ pulg}$$

Caudal de bombeo (Qb) 5.30 lps

$$\text{Espesor del Acuifero } H = 100.00 \text{ m}$$

$$\text{Velocidad } V = 0.03$$

V= Velocidad maxima permeable a la entrada del cedazo para evitar turbulencia del agua en el acuifero

Partiendo de la formula de continuidad $Q = V \times A$
 $A = Q/V$

$$A = 0.177 \text{ m}^2$$

obtencion del area de infiltracion (f)

$$f = \frac{A}{h}$$

$$A = \text{Area requerida } 0.177$$

$$h = \text{Espesor del Acuifero } 100 \text{ m}$$

$$f = 0.002 \text{ m}^2/\text{ml}$$

$$f = 17.67 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

f = Area de infiltracion total (minima requerida) requerida

Con este valor pasamos al catalogo ELEMSEA de tuberia ranuradas
 Si consideramos que una abertura de ranura = 1mm, tendremos un Área de infiltración en la CANASTILLA VERTICAL

AREA DE INFILTRACION EN cm^2/ml				
CANASTILLA VERTICAL				
DIAMETRO Y ESPESOR	PESO POR METRO L.	No. Ran.	ABERTURA DE LA RANURA	
			1mm.	2mm. 3mm
8 5/8 x 3/16	25.2 Kg.	608	316	608 985
1/4	34.3 Kg.	608	316	608 985
10 3/4 x 3/16	31.9 Kg.	752	391	752 1218
1/4	42.8 Kg.	752	391	752 1218
12 3/4 x 1/4	50.7 Kg.	912	474	912 1477
5/16	61.7 Kg.	912	474	912 1477
14 x 1/4	55.7 Kg.	992	515	992 1607
5/16	69.8 Kg.	992	515	992 1607
16 x 1/4	64.3 Kg.	1104	574	1104 1788
5/16	80.9 Kg.	1104	574	1104 1788
18 x 1/4	72.3 Kg.	1280	665	1280 2073
5/16	91.5 Kg.	1280	665	1280 2073
20 x 1/4	80.6 Kg.	1424	740	1424 2306
5/16	101.9 Kg.	1424	740	1424 2306
22 x 1/4	88.1 Kg.	1584	823	1584 2566
5/16	110.8 Kg.	1584	823	1584 2566
24 x 1/4	96.5 Kg.	1728	898	1728 2799
5/16	120.9 Kg.	1728	898	1728 2799

Tomaremos un diametro de 12" ya que nuestro caso ademe antes calculado es de 12" entonces

$$f = 391 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$391 > 17.67 \text{ OK}$$

Se obtienen los siguientes datos del cedazo:

Diámetro del cedazo	=	12	pulg
Espesor	=	1/4	pulg
Peso por metro lineal	=	42.8	kg
Nº de Ranuras	=	752	un
Área de infiltración	=	391	cm²/ml

El diámetro del ademe resulto de 12" y el cedazo salio de 12" es decir que:

Ø Cedazo	>=	Ø Ademe	OK
12		23	

Conclusiones

f	391	>	17.67	cm²/ml
Ø Cedazo	12	pulg		
Ø Ademe	23	pulg		

se considera por diametro comercial

3. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA LÍNEA DE IMPULSION

La selección del diámetro de la línea de impulsión se hará en base a las fórmulas de Bresse:

Diámetro teórico máximo (Dmax.)

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

Diámetro teórico económico (Decon.)

$$Decon = 0.96 * \left(\frac{N}{24}\right)^{1/4} * (Q_b)^{0.45} \dots\dots\dots (2)$$

Reemplazando en las ecuaciones (1) y (2) obtenemos:

Diámetro teórico máximo (Dmax.) 80.00 mm

Diámetro teórico económico (Decon.) 76.00 mm

Diametro comercial asumido **43.40** mm

se considera para reducir la perdida de carga

4. SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO

Perdida de carga por fricción en la tubería (hf): Fórmula de Hazen y Williams

$$hf = \frac{1745155.28 * L * Q_b^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}} \dots\dots\dots (3)$$

Reemplazando en la ecuacion (3), tenemos:

Tramo	Caudal Bombeo (l/s)	Longitud (m)	C (Hazen-W)	Diametro (mm)	hf (m)
1	5.30	100.00	150.00	43.40	26.48
2	5.30	20.00	120.00	43.40	8.00
3	5.30	50.00	150.00	43.4	13.24
				Total	47.73

Perdida de carga por accesorios (hk)

Si $\frac{L}{D} < 4000$

Aplicamos la siguiente ecuacion para el calculo de la perdida de carga por accesorios

$$h_k = 25x \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots(4)$$

Reemplazando en la ecuacion (4), tenemos:

Tramo	Caudal Bombeado (l/s)	Diametro (mm)	Velocidad (m/s)	h _k (m)
1	5.30	43.4	3.58	16.36
Total				16.36

Perdida de carga total : hf + hk(total)

Tramo	h _f (m)	h _k (m)	h _f + h _k (m)
1	47.73	4.91	52.63
Total			52.63

Altura dinámica total $Hdt = Hg + Hftotal + Ps$ **94.13 m**

Potencia teorica de la bomba **9.50 HP**

Potencia a instalar **2.00 HP**

TIPO: BOMBA TURBINA VERTICAL (IMAGEN 02)

Pot.Bomba = $\frac{PE * Qb * Hdt}{75 * \eta}$ **< >** **1.49 KW**

Datos

PE = Peso especifico del agua (Kg/m3) **1000.00**

n = Rendimiento del conjunto bomba-motor **70%**

n = n1 * n2 **70%**

n1 = Eficiencia del motor = 70% < n1 < 85% **80%**

n2 = Eficiencia de la Bomba = 85% < n2 < 90% **88%**

IMAGEN 01: Potencias comerciales en motores electricos

Potencias comerciales en motores eléctricos.

Potencia (hp)	Intervalo (hp)
5 7.5 10 15 20	5-20
25 30 40 50	21-50
60 75 100 125	51-125
150 200 250 300 350	>126

DISEÑO DE LA LINEA DE ADUCCIÓN

DATOS DE CALCULO

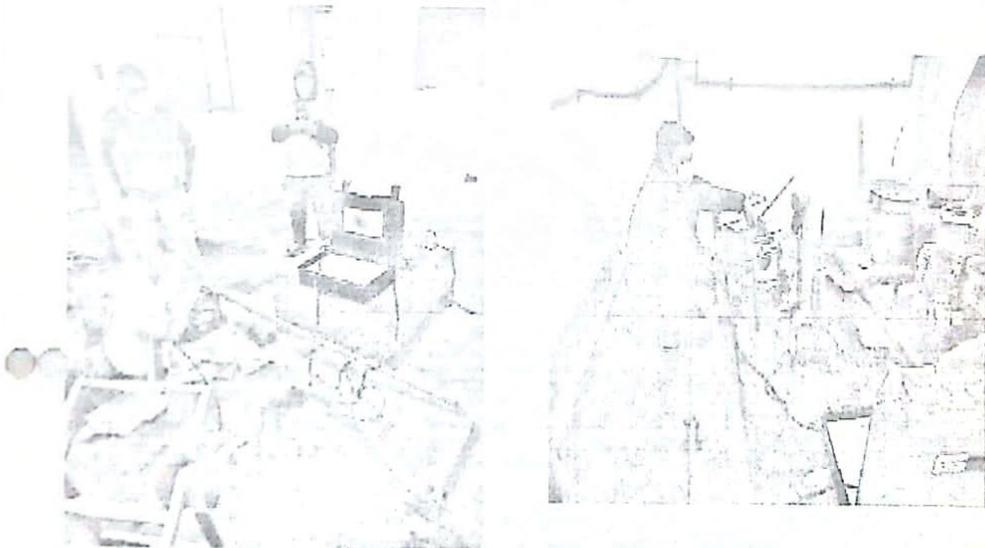
CAUDAL MAXIMO DIARIO : 2.65 Lit./Seg.
 COEFICIENTE C : (R.N.E) Tub.: Poli(cloruro de vinilo)(PVC) Entonces sera de :

Se realizará un análisis general de toda la línea (tramo or tramo), para de esta forma poder verificar las presiones existentes en cada punto, de acuerdo a los criterios establecidos por Hazen y Williams, presentados en el siguiente cuadro:

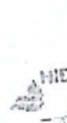
DESCRIPCION	DISTANCIA HORIZONTAL	NIVEL DINAMICO - COTA -	LONG. DE TUBERIA	PENDIEN TE	CAUDAL	DIAMETRO CALCULADO	DIAMETRO ASUMIDO	VELOCIDAD CALCULADA	PERDIDA DE CARGA UNTARIA	H_f ACUMULADA	ALTURA PIESOMETR. - COTA -	PRESION
	(Km + m)	(m.s.n.m.)	(m)	(m/m)	(m³/Seg.)	(mm)	(mm)	→ (m/Seg.)	(m/Km)	→ (m)	(m.s.n.m.)	(m) ↑
RESERVORIO ELEVADO	00 Km + 000.00 m	64.57	0.00		0.003						72.570	8.000
RESERV- VIVIENDA 1	00 Km + 230.00 m	52.57	230.00	0.052	0.003	46.480	51	1.562 m/Seg.	7.784	7.784	64.786	12.2

Anexo 5: estudio

496
EVALUACIÓN HIDROGEOLÓGICA EN
EL POZO TUBULAR LA HUACA
MEDIANTE VIDEO CÁMARA EN LA
LOCALIDAD DE HUAMBACHO LA
HUACA DISTRITO DE SAMANCO
PROVINCIA SANTA - ANCASH




JANNY LA SANTA RAMOS


HIDROGÉOTOP E.I.R.L.
MONTAÑA, 1000 METROS DE ALTURA
CALLE 1000, 1000 METROS DE ALTURA
TEL: 011 422 1111

1. Verificación del estado de funcionamiento del equipo de inspección de cámara de TV.
2. Traslado del equipo de CCTV hasta el pozo.
3. Preparación del ambiente de trabajo.
4. Señalización del perímetro de trabajo.
5. Desmontaje de la Electrobomba y árbol Hidráulico.
6. Montaje del sistema de inspección – Videocámara sumergible y sus componentes.
7. Instalación de Videocámara sumergible en la boca del pozo.
8. Ejecución de la inspección visual.
9. Retorno del equipo de CCTV.
10. Montaje de la Electrobomba y árbol Hidráulico.

4.4 CARACTERÍSTICAS DE VIDEO CÁMARA.

A. CÁMARA MARCA WARGPOWER – CVP-360 W2K

Las especificaciones técnicas son las siguientes:

✓ WINGH:

- Estructura metálica de acero inoxidable; con brazo retráctil para posicionamiento de polea y cable de bajada.
- Cabrestante, compuesto por un carrete y engranaje reductor.
- Polea NYLON color blanco, que sirve guía de bajada de cámara y medidor profundidad de precisión.
- Manija para accionar carrete manualmente.
- Freno con zapata vulcanizada.
- Dos ruedas de caucho duro.

✓ MALETÍN:

- Dimensiones 415 x 340 x 144 mm.
- Material Polipropileno, color negro.
- Grado anti-agua IP 67.
- Que contiene toda la electrónica del sistema.

✓ CÁMARA:

- Material de la estructura metálica: acero inoxidable de 73 mm x poner simbolox; peso 8 kg.
- Lente Dual, marca SONY.

- Estándar CCD, 750 líneas, 3 Megapíxeles
 - Angulo de lente frontal 120°.
 - Angulo de lente lateral 360°; giro a la izquierda y derecha.
 - Presión 20 Mpa ↔ 2.9 KPSI.
 - A colores estándar, sistema PAL/NTSC.
 - Relación señal/ruido: 52 dB a 60 dB.
 - Sensibilidad a la luz: 0.1 lux a F1.2, 5800°K
 - Área de visión: 100 a 60 MM.
 - Toma fotografías durante el desarrollo de la inspección y almacena en el USB.
 - Iluminación: Mediante 8 + 4 LEDs; intensidad de luz ajustable desde consola.
- ✓ **PANTALLA:**
- Dimensiones: 280 x 180 x 40 mm
 - A color industrial: BNC/VGA/HDMI/USB, de 10 pulgadas.
 - Contraste: 450:1
 - Relación vertical a horizontal = 16:10.
 - Poder de resolución: 1280 – 800.
- ✓ **CABLE:**
- Material: chaqueta polipropileno, color negro.
 - Galgas de Cu: 8+1 de acero recubierto.
 - Diámetro exterior 8 mm.
 - Peso de rodamiento = 280 kg.
 - Resistente al agua, calor.
 - Longitud nominal 150 mts
 - Resistencia tracción hasta 1800 N.
- ✓ **CONSOLA: Accesorios y comandos**
- Video pantalla a color, sistema PAL/NTSC.
 - Teclado standard para programación.
 - Pulsadores para manejo de software propio.
 - Encendido/ apagado.
 - Cambio de enfoque: vertical 120° ó lateral 360°.
 - Grabación, almacena on USB.
 - Operación con 12 VDC/220 vac.

INGENIERÍA DE LA CALIDAD

1.3 ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia del proyecto abarca el centro poblado Huambacho la Huaca en el distrito de Samanco

III OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el estado físico del pozo tubular ubicado en el centro poblado Huambacho la Huaca en el distrito de Samanco, mediante la Inspección visual de videocámara sumergible.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Realizar inspección visual en el interior del Pozo Tubular, utilizando una videocámara sumergible.
2. Analizar los resultados obtenidos en grabación del interior del Pozo, para conocer el estado físico de la tubería de producción del Pozo.
3. Conocer el Nivel estático, profundidad actual del Pozo, diámetro y material de la tubería de producción del Pozo.

IV. INSPECCION CON VIDEOCAMARA

4.1. ANTECEDENTES.

Se realizó la inspección con Videocámara realizando el desmontaje de la motobomba, con la finalidad de realizar la inspección en el interior del pozo tubular; a fin de desarrollar el presente informe.

4.2. PREÁMBULO.

La inspección fue realizada, mediante una (01) videocámara sumergible, la cual permite visualizar en el interior del Pozo tubular y obtener la grabación en formato MP4. Esta actividad se realizó a fin de conocer el estado actual del interior del Pozo Tubular y poder evaluar, analizar, y finalmente recomendar las actividades necesarias para una buena operatividad y funcionamiento del sistema en general de la estructura de captación. Se realizaron dos Inspección con Videocámara sumergible en el interior del Pozo Tubular;

4.3. METODOLOGIA

Se han establecido las siguientes actividades para realizar la inspección con Videocámara sumergible, las que se detallan a continuación:



HIDROSECTOR S 1 2 1

VI. CONCLUSIONES

1. El pozo Tubular tiene una tubería de 15". La longitud total de la tubería de acero negro. Por lo tanto, no es el adecuado para el empleo como tubería de Producción en Pozos Tubulares para la Extracción de agua Subterránea con fines poblacionales, consumo humano directo
2. La profundidad del Pozo Tubular según la inspección de videocámara llega 19.01 metros,
3. Los filtros artesanales – Ranuras, tienen una longitud de 15.00 centímetros y un espesor de 4.00 milímetros.
 - La separación de ranuras filtros horizontalmente de la tubería es de 5.00 centímetros, formando una fila de 13 ranuras filtros.
 - La separación de ranuras filtros verticalmente de la tubería es de 8.00 centímetros hasta el fondo del Pozo Tubular.
4. Se identificó que el nivel estático se encuentra a 3.28 metros desde la boca del pozo tubular.
5. Las uniones de la tubería de acero negro, no cuentan con anillo de acoplamiento o de empalme soldado, estas han sido unidas entre tubo y tubo, formando cordones de soldadura, la cual presenta ciertas irregularidades como fisuras y grietas; que dan origen al ingreso de arenas finas hacia el interior de la Tubería de Acero Negro de 15".
6. Es evidente que la tubería de acero negro, al tener contacto con el agua, genera formación de óxido, la cual contamina al agua, ya que este es utilizado para consumo humano. Por lo tanto, se recomienda utilizar tubería de acero inoxidable para la Tubería de producción.
7. A partir de los 19.01 metros se puede visualizar al parecer confitillo a través de las ranuras de filtro de 4.00 milímetros de espesor, estos se encuentran obstruidos con arenas.
8. A través de la Videocámara sumergible se ha comprobado que la grava empleada entre la tubería de acero negro de 15.00 pulgadas tiene un diámetro mayor de 6.00 milímetros, es decir emplearon una grava mayor igual a un ¼" de diámetro. Esto ha quedado demostrado en la inspección visual mediante videocámara sumergible, que, al estimar dicha medida con la imagen, donde se ve el espacio dejado entre cada partícula de

HIDROGEOLOGOS E.I.

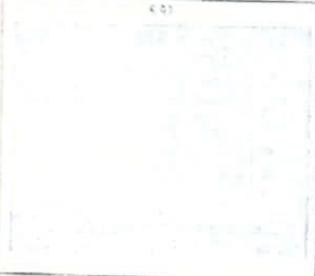
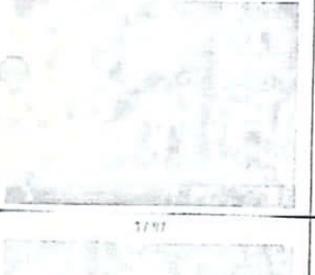
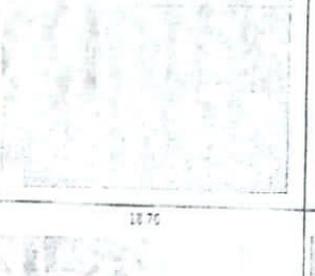
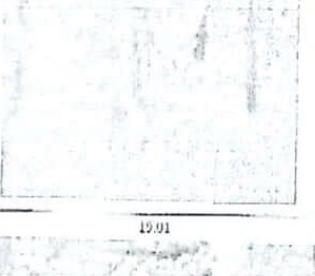
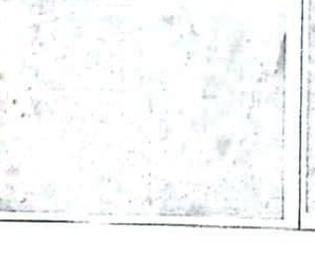
V. RESULTADOS Y ANALISIS DE LA INSPECCION VISUAL

5.1 RESULTADOS DE INSPECCION ENTRE TUBERIA DE ACERO NEGRO DE 15"

- a. De acuerdo al análisis de la inspección visual mediante el uso de la videocámara sumergible, la tubería interna de producción actual es de acero negro, con un diámetro nominal de 15 pulgadas, con profundidad del Pozo de 19.01 metros.
- b. Se identificó que el *nivel estático* se encuentra a 3.28 metros desde la boca del pozo tubular.
- c. Se identificó que el empalme de la tubería de acero negro, está hecho a base de cordones con soldadura, la cual presenta ciertas irregularidades como fisuras y grietas; que dan origen al ingreso de arenas finas hacia el interior de la Tubería de Acero Negro de 15".
- d. Es evidente que la tubería de acero negro, al tener contacto con el agua, genera formación de óxido, la cual contamina al agua, ya que esto es utilizado para consumo humano
- e. La Longitud de 19.01 metros, de los cuales desde la cota cero a nivel de piso hasta 6.92 metros es tubería ciega, y desde donde empieza la tubería filtros hasta 19.01 metros
- f. Los filtros son totalmente hechos artesanalmente, posiblemente con una amoladora eléctrica de 15.00 centímetros de longitud y un espesor de 4.00 milímetros.


JANNYRA SANTA CRUZ RAMOS



FOTO INSTANTANEA DEL VIDEO		PROF. (m.)	DESCRIPCION
		6:02	Se puede visualizar filtros que vendían a ser los filtros, artesanales en la tubería de producción del Pozo.
		7:19	Se puede visualizar barro y entras de arena que han deteriorado la tubería de producción del pozo tubular, obstruyendo el flujo de agua por los filtros.
		11:34	Se puede visualizar los filtros de la tubería de producción del Pozo.
		12:9	Se puede visualizar barro y entras de arena que han deteriorado la tubería de producción del pozo tubular, obstruyendo a los filtros.
		17:07	Se puede visualizar los filtros en la tubería de producción del Pozo.
		18:01	Se puede visualizar los filtros en la tubería de producción del Pozo.
		18:76	Se aprecia que se está llegando al fondo del Pozo.
		19:01	Fin de la grabación, llegamos hasta una profundidad de 19.01 m; en el fondo se aprecia grava.

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y DESARROLLO TERRITORIAL
 DEPARTAMENTO DE CAQUETA

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y DESARROLLO TERRITORIAL
 DEPARTAMENTO DE CAQUETA

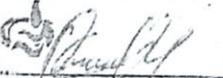
FOTO INSTANTANEA DEL VIDEO		PROF. (m.)	DESCRIPCION
0.000	0.400	0.000	Inicio de grabación, Cora en la base del pozo
		0.400	Union de Tuberías de acero negro de 15" de diámetro. Se visualiza óxido alrededor de la tubería
0.87	2.53	0.88	Union de Tuberías de acero negro de 15" de diámetro. Se visualiza óxido alrededor de la tubería.
		4.0	Se aprecia el desprendimiento del óxido de la tubería generando el adelgazamiento del metal
3.000	3.20	4.000	Se visualiza metal que se desprende de la tubería de acero negro.
		3.28	Se aprecia el nivel del agua.
5.47	6.82	5.47	Se puede visualizar sarro y costras de óxido que han deteriorado la tubería de producción del pozo tubular
		6.82	Se puede visualizar sarro y costras de óxido que han deteriorado la tubería de producción del pozo tubular.

- A - HIDROLOGIA

INDICE

I. RESUMEN EJECUTIVO	2
II. GENERALIDADES	2
1.1 NOMBRE DEL PROYECTO.....	2
1.2 LOCALIZACIÓN	2
1.3 ÁREA DE INFLUENCIA.....	3
III. OBJETIVOS.....	3
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
IV. INSPECCION CON VIDEOCAMARA	3
4.1 ANTECEDENTES.....	3
4.2 PRFÁMBULO.....	3
4.3. METODOLOGIA.....	3
4.4. CARACTERISTICAS DE VIDEO CÁMARA	4
V. RESULTADOS Y ANALISIS DE LA INSPECCION VISUAL	6
5.1. RESULTADOS DE INSPECCION ENTRE TUBERIA DE ACERO NEGRO DE 15" 6	
VI. CONCLUSIONES	9
VII. RECOMENDACIONES.....	10
VIII ANEXOS	10

 **HIDROGEOTOP E.I.R.L.**
MINISTERIO VENEZOLANO DEL GOBIERNO
BORRADOR DEL MINISTERIO DEL INTERIOR
MAYO 2010 12:45 PM



JANHYRA SANTA CRUZ RAMOS

Anexo 6: estudio del agua



SEDACHIMBOTE S.A.

SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL SANTA, CÁSHI Y HUANCHAY

"Año del Bicentenario del Congreso de la República del Perú"

Chimbote, Abril 21 del 2022

CARTA GEGE N° 0213 – 2022

Señor:
Lostaunau Flores, Jaime Alfredo
Alumno de la Escuela Académica de Ingeniería Civil
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote
Chimbote

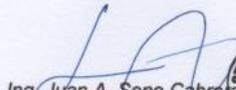
REF.: Carta d/f 16.04.2022 (Reg. 3601)

Sirva la presente para dirigirme a usted con la finalidad de dar respuesta al documento en referencia, a través del cual, en su calidad de estudiante de ingeniería civil de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, hace de conocimiento que se encuentra desarrollando su tesis titulada: "Evaluación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Centro Poblado Huambacho La Huaca, Distrito de Samanco, Provincia del Santa, Región de Áncash, Para Su Incidencia en la Condición Sanitaria de La Población – 2022", solicitando para ello se le brinden facilidades para la investigación con la información que indica en su documento.

En virtud del cual, nuestra Gerencia Técnica hace llegar el Reporte de Resultados de Análisis Físico – Químico y Bacteriológico de la muestra de agua tomada de la captación de la zona de investigación indicada en el título de su tesis, indicando que todos los parámetros analizados reportan valores que se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles de acuerdo al D.S. N.º 031-2010-SA.

Sin otro particular, me suscribo de ustedes.

Atentamente


Ing. Juan A. Sono Cabreza
GERENTE GENERAL
SEDACHIMBOTE S.A.



/apc.

JR. La Caleta N° 146-176
Chimbote

Gerencia General (043) - 325806 / Emergencia (043) - 325628
Central Telef. 043 - 322011

www.sedachimbote.com.pe



SEDACHIMBOTE S.A.

SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALICANTAMIENTO DEL SANTA, COCHA Y HUACRA

CONTROL DE CALIDAD

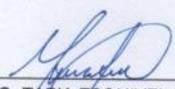
ANÁLISIS DE AGUA

DEPARTAMENTO	: ANCASH	MUESTREADO POR	: LOSTAUNAU FLORES JAIME ALFREDO
PROVINCIA	: SANTA	FECHA DE MUESTREO	: 21/04/2022
DISTRITO	: SAMANCO	HORA DE MUESTREO	: 3:30 P.M.
TIPO DE FUENTE	: SUPERFICIAL	FECHA DE RECEPCIÓN	: 22/04/2022
PUNTO DE MUESTREO	: CAPTACIÓN	HORA DE RECEPCIÓN	: 09:30 A.M.

OBSERVACIÓN: TESIS: "EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO HUAMBACHO LA HUACA, DISTRITO DE SAMANCO, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN DE ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2022"

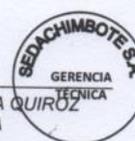
PARÁMETROS DE CONTROL	RESULTADOS	L.M.P. (D.D. N° 031-2010-SA)
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO		
Coliformes Totales, UFC/100m.	1	0
Coliformes Fecales, UFC/100m.	0	0
Bacterias Heterotróficas, UFC/100m.		500
ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICOS		
Cloro Residual libre, mg/L	0.91	>=0.50
Turbidez, UNT	0.73	5
pH	6.90	6.5 a 8.5
Temperatura, C°	21.1	
Color Aparente, UC	0	0
Color, UCV escala Pt-Co	0	15
Conductividad, us/cm	470	0
Sólidos Disueltos Totales, mg/L	277	1,000
Salinidad, %/100	0.4	-
Alcalinidad Total, mg/L	164	-
Alcalinidad a la Fenolftaleína, mg/L	0	-
Dureza Total, mg/L	290	500
Dureza Cálcica Total, mg/L	284	-
Dureza Magnésiana, mg/L	96	-
Cloruro, mg/L	120	250
Sulfatos, mg/L	155.2	250
Hierro, mg/L	0.05	0.3
Manganeso, mg/L	0.07	0.4
Aluminio, mg/L	0.020	0.2
Cobre, mg/L	0.0080	2
Nitratos, mg/L	7.6	50

ANALISTA ÁREA MICROBIOLÓGICA: BLGO. KELLY TAPIA ESQUIVEL
ANALISTA ÁREA FÍSICO QUÍMICO: ING. QCO. ROLANDO LOYOLA SANTOYA


ING. TAPIA ESQUIVEL KELLY MERCEDES
SUPERVISOR CONTROL DE CALIDAD




ING. ALEJANDRO HUACCHA QUIROZ
GERENCIA TÉCNICA



Anexo 7: Panel Fotográfico



Fotografía 01: reservorio elevado en estado regular.



Fotografía 02: caseta del pozo tubular



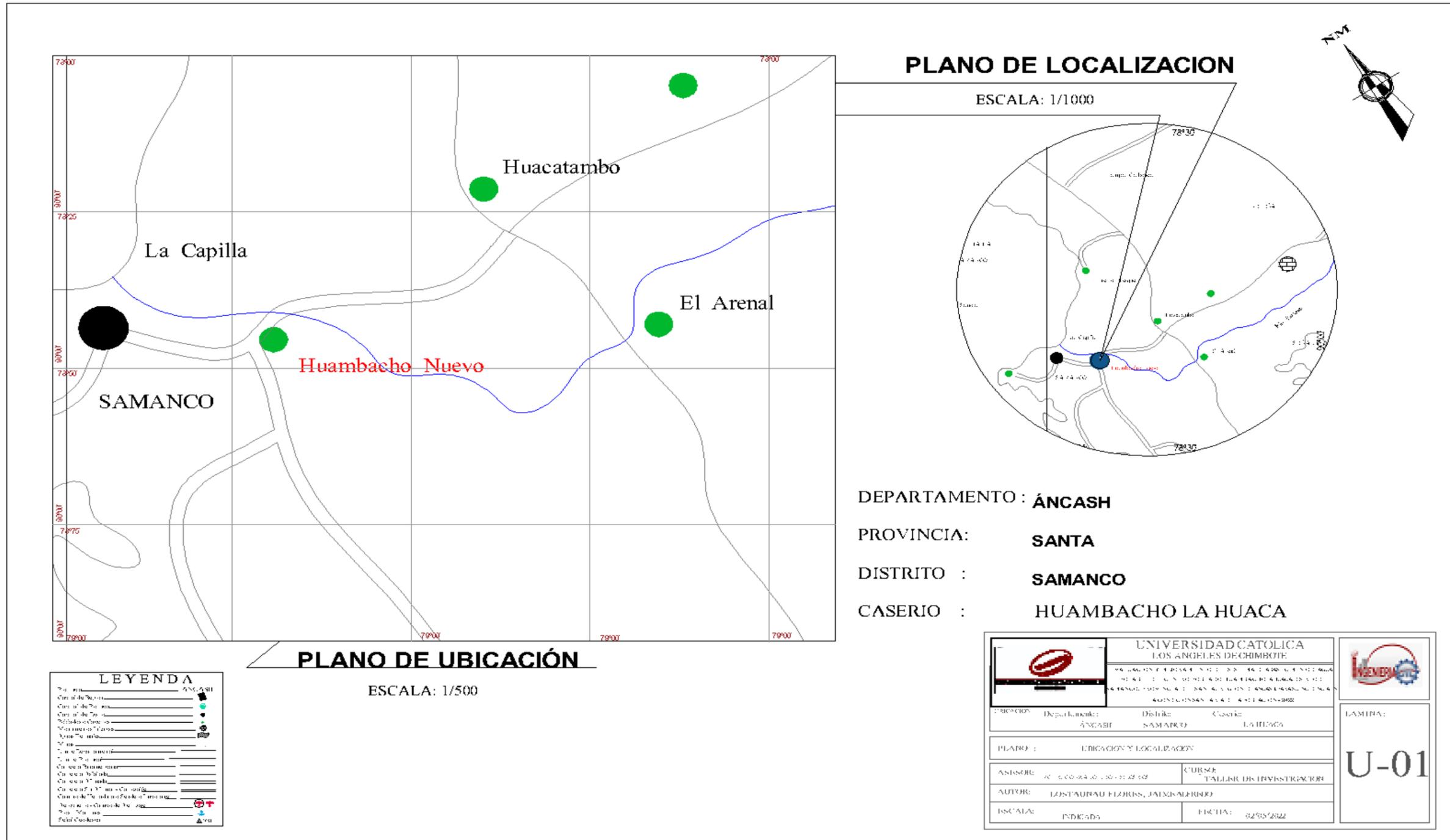
Fotografía 03: salida de la línea de impulsión diámetro 4"



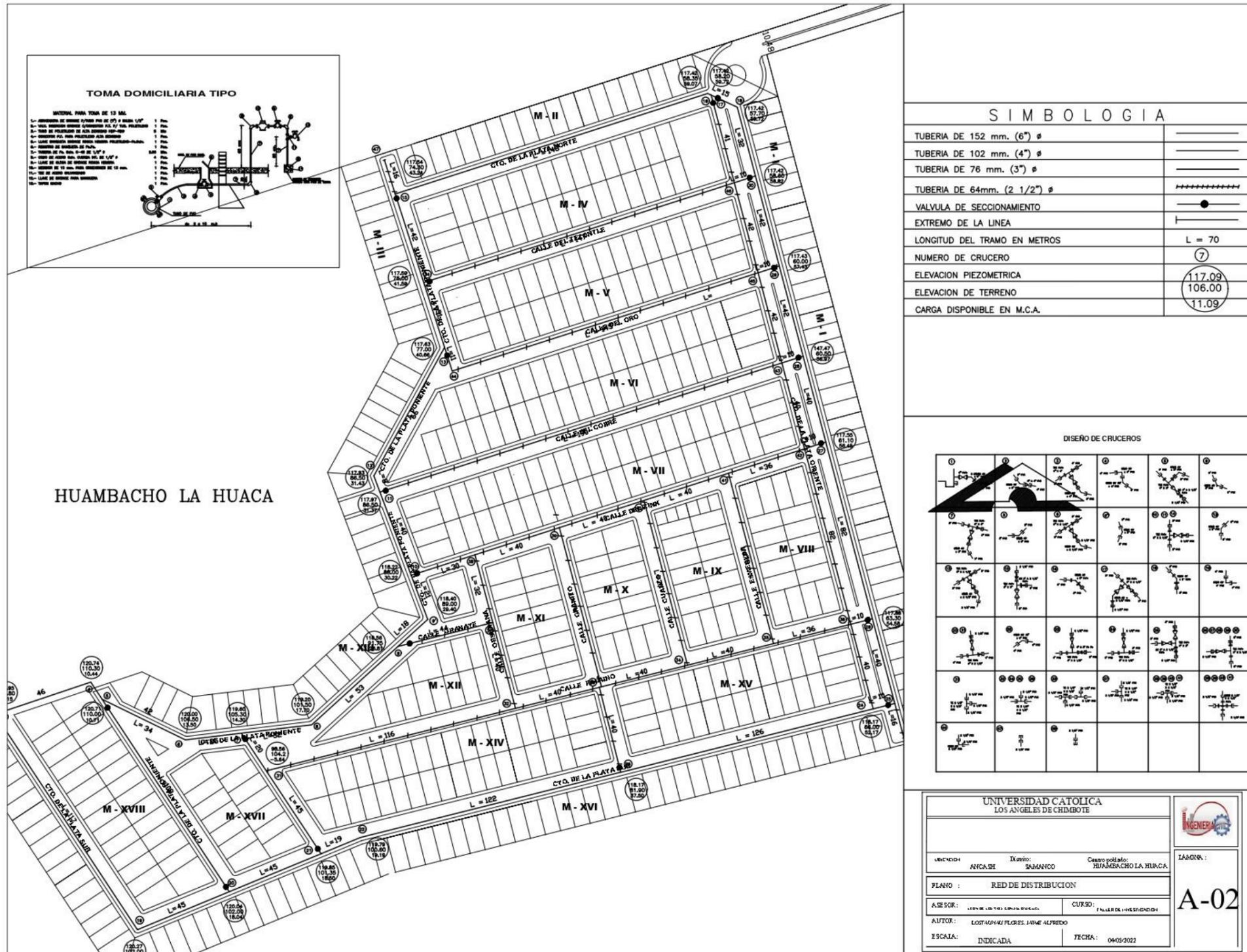
Fotografía 04: tubería de succión del pozo tubular

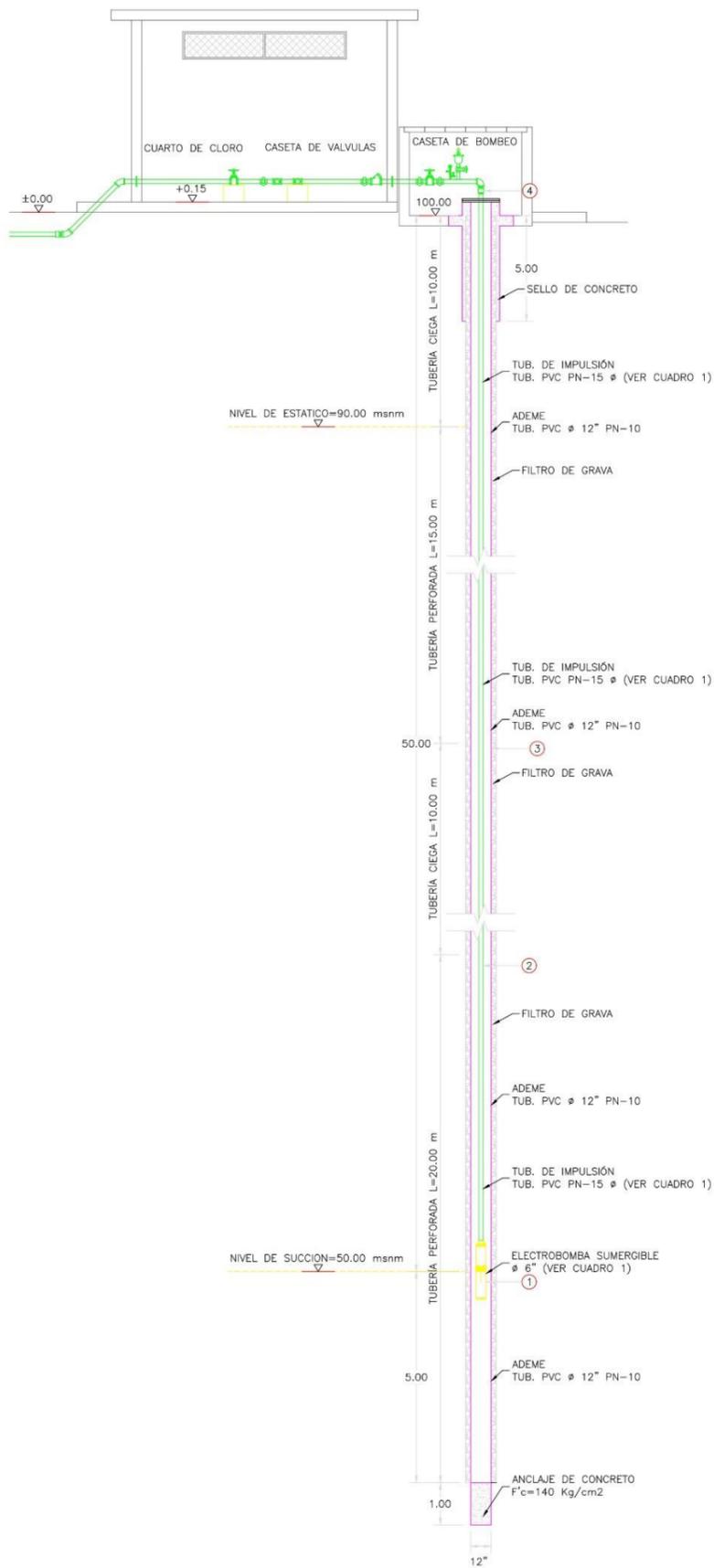
Anexo 8: Planos arquitectónicos y estructurales

Plano 1 ubicación y localización

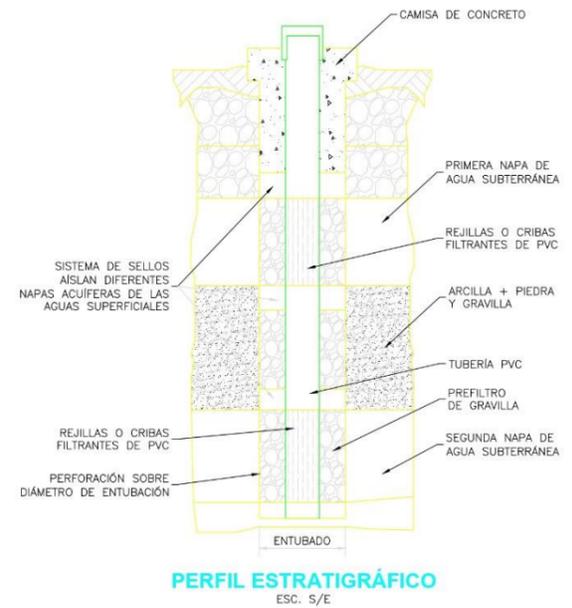


Plano 2 topografía del centro poblado





POZO TUBULAR
ESC. S/E



PERFIL ESTRATIGRÁFICO
ESC. S/E

ACCESORIOS DE LÍNEA DE IMPULSIÓN		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	ELECTROBOMBA SUMERGIBLE HP	1
2	TUBERÍA DE PVC PN-15 ø"	50.50 m
3	TUBERÍA DE PVC PN-10 ø"	56.50 m
4	ADAPTADOR MACHO DE F'G ø"	1

NORMAS TÉCNICAS VIGENTES	
PRODUCTO	NORMA/ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
TUBERÍA Y ACCESORIOS GALVANIZADA SERIE I (ESTÁNDAR)	DIÁMETROS Y ESPESORES SEGUN NORMA ISO 65 ERW. EXTREMOS ROSCADOS NPT ASME B1.20.1
TUBERÍA Y ACCESORIOS PVC PARA AGUA FRÍA PRESIÓN	CLASE 10, NTP 399.002 : 2015 / NTP 399.019 : 2004 / NTE 002
ACCESORIOS PVC PARA AGUA FRÍA CON ROSCA	CLASE 10, NTP 399.019 : 2004 / NTE 002
VÁLVULA COMPUERTA DE BRONCE	NTP 350.084 1998, VÁLVULAS DE COMPUERTA Y RETENCIÓN DE ALEACIÓN COBRE-ZINC Y COBRE-ESTAÑO PARA AGUA.

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE		
EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO HUAMBACHO LA HUACA, DISTRITO DE SAMANCO, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN DE ANCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2022		
UBICACION:	Distrito: SAMANCO	Centro poblado: HUAMBACHO LA HUACA
PLANO : POZO TUBULAR- PERFIL		
ASESOR:	LEON DE LOS RIOS, GONZALO MIGUEL	CURSO: TALLER DE INVESTIGACION
AUTOR:	LOSTAINAU FLORES, JAIMÉ ALFREDO	
ESCALA:	INDICADA	FECHA : 04/05/2022

LÁMINA :

A-02

Plano 4 caseta para el pozo tubular

