



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL

EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO
POBLADO EL TRIUNFO, DISTRITO NESHUYA,
PROVINCIA DE PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI,
PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA
DE LA POBLACIÓN – 2021

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

MONTOYA RIOS, JARED DANIEL

ORCID: 0000-0002-4337-2360

ASESOR:

LEÓN DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL

ORCID: 0000-0002-1666-830X

CHIMBOTE - PERÚ

2021

1. Título del informe

Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado el Triunfo, distrito Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayali, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021.

2. Equipo de trabajo

AUTOR

Montoya Rios, Jared Daniel

ORCID: 0000-0002-4337-2360

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
Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Chimbote, Perú

JURADO

Mgtr. Sotelo Urbano Johanna, del Carmen

ORCID: 0000-0001-9298-4059

Presidente

Dr. Cerna Chavez, Rigoberto

ORCID: 0000-0003-4245-5938

Miembro

Mgtr. Quevedo Haro, Elena Charo

ORCID: 0000-0003-4367-1480

Miembro

3. Hoja de firma del jurado y asesor

Jurado

Mgtr. Sotelo Urbano, Johanna del Carmen

ORCID: 0000-0001-9298-4059

Presidente

Dr. Cerna Chávez, Rigoberto

ORCID: 0000-0003-4245-5983

Miembro

Mgtr. Quevedo Haro, Elena Charo

ORCID: 0000-0003-4367-1480

Miembro

Asesor

Ms. Gonzalo Miguel León de los Ríos

ORCID: 0000-0002-1666-830X

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 mis padres SIXTO MONTOYA MACHUCA y LUZ MARINA RIOS GARCIA por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad y sus motivaciones constantes para poder alcanzar mi sueño profesional,

A mis hermanos MARIA JESUS por su apoyo emocional y moral me ayudo de mucho a lo largo del camino, para LENER JAFED mi hermano menor del cual estoy muy orgulloso me enseñó a no caer en las batallas y seguir adelante por tal motivo tuve coraje y valentía para continuar y culminar la carrera profesional,

A mis hijos CCORI JANIEL y JARED JAFED que son mis dos grandes motivos de la vida de logros y esfuerzos.

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 el Triunfo 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 el Triunfo; mejorará la condición sanitaria de la población? Se usó la **metodología** cualitativa, de diseño no experimental, de tipo descriptiva. Los **resultados** coinciden con los objetivos planteados en el esquema del proyecto de investigación, la evaluación nos arrojó un estado medianamente sostenible por la cual requiere intervención y en el mejoramiento se diseñó un pozo tubular de una profundidad de 30 metros con una bomba sumergible de 6”, se diseñó una línea de impulsión de diámetro 1.5”, con un reservorio de almacenamiento de 10 m³ del tipo elevado la línea de aducción y red de distribución se encontraron en buen estado. Al finalizar se **concluye** que la evaluación y mejoramiento incidirá de manera positiva en a 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 Ángeles de Chimbote Catholic University. The objective of the research was to develop the evaluation and improvement of the drinking water supply system of the town of El Triunfo and its impact on the sanitary condition of the population. It was proposed as the problem statement, ¿The evaluation and improvement of the drinking water supply system of the El Triunfo town center; will improve the health condition of the population? The qualitative, non-experimental design, descriptive methodology was used. The results coincide with the objectives set out in the scheme of the research project, the evaluation gave us a moderately sustainable state for which intervention is required and in the improvement a tubular well with a depth of 30 meters was designed with a 6 ”submersible pump , a 1.5 ”diameter impulsion line is designed, with a 10 m³ storage reservoir of the elevated type, the adduction line and distribution network were found to be in good condition. At the end, it is concluded that the evaluation and treatment will have a positive impact on the sanitary 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. | xii |
| 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. Agua | 13 |
| 2.2.1.1. Agua Potable | 13 |
| 2.2.2. Sistema de abastecimiento | 13 |
| 2.2.3. Sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad | 13 |
| 2.2.3.1. Componentes del sistema de abastecimiento de agua potable | 14 |

| | | |
|------------|--|----|
| 2.2.3.1.1. | Captación..... | 14 |
| a) | Captación en ladera concentrado..... | 17 |
| c) | Partes de una captación..... | 18 |
| 2.2.3.1.2. | Línea de impulsión..... | 22 |
| 2.2.3.1.3. | Reservorio..... | 24 |
| a) | Tipos de reservorio:..... | 24 |
| b) | Caseta de válvulas de reservorio..... | 26 |
| c) | Sistema de desinfección..... | 26 |
| d) | Ubicación..... | 27 |
| e) | Capacidad:..... | 27 |
| f) | Forma:..... | 28 |
| g) | Válvulas..... | 28 |
| 2.2.3.1.4. | Línea de aducción..... | 29 |
| 2.2.3.1.5. | Red de distribución..... | 31 |
| 2.2.4. | Condición sanitaria..... | 32 |
| 2.2.5. | Evaluación..... | 33 |
| a) | Cualificación sostenible..... | 33 |
| b) | Cualificación medianamente sostenible..... | 34 |
| c) | Cualificación no sostenible..... | 34 |
| d) | Cualificación Colapsado..... | 34 |
| 2.2.6. | Mejoramiento..... | 34 |

| | |
|---|----|
| 2.3. Hipótesis | 35 |
| III. Metodología | 36 |
| 3.1. El tipo y el nivel de la investigación | 36 |
| 3.2. Diseño de la investigación..... | 36 |
| 3.3. Población y muestra | 37 |
| 3.4. Definición y operacionalización de variables e indicadores | 38 |
| 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 41 |
| 3.1.1. Técnica de recolección de datos | 41 |
| 3.4.2. Instrumento de recolección de datos | 41 |
| 3.6. Plan de análisis | 42 |
| 3.7. Matriz de consistencia | 43 |
| 3.8. Principios éticos | 44 |
| IV. Resultados | 46 |
| 4.1. Resultados | 46 |
| 4.1.2. Evaluación de la Infraestructura del Sistema..... | 46 |
| 4.2. Análisis de resultados | 58 |
| V. Conclusiones y recomendaciones | 60 |
| 5.1. Conclusiones..... | 60 |
| 5.2. Recomendaciones | 62 |
| Referencias Bibliográficas | 63 |
| Anexos | 69 |

7. Índice de gráficos, tablas y cuadros.

Tablas

| | |
|--|-----------|
| Tabla 1 Referencia para los puntajes | 33 |
| Tabla 2 Definición y operalización de variable dependiente | 40 |
| Tabla 3 Matriz de consistencia..... | 43 |
| Tabla 4 Diseño hidráulico del pozo tubular | 50 |
| Tabla 5 Línea de impulsión | 52 |
| Tabla 6 Reservorio | 53 |
| Tabla 7 Cantidad de agua..... | 54 |
| Tabla 8 Continuidad del servicio | 56 |
| Tabla 9 Calidad de agua..... | 57 |

Gráficos

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 estado de la cámara de captación | 46 |
| Gráfico 3 estado de la línea de impulsión | 47 |
| Gráfico 4 estado del reservorio de almacenamiento | 48 |
| Gráfico 5 estado de la línea de aducción y red de distribución..... | 49 |

Imágenes

| | |
|--|----|
| imagen 1 pozos excavados..... | 15 |
| imagen 2 Sondeo..... | 16 |
| imagen 3 Galerías..... | 16 |
| Imagen 4 Cámara de captación en ladera concentrado | 17 |
| Imagen 5 Medición del caudal por el método volumétrico | 18 |
| Imagen 6 Orificios de la cámara de captación | 20 |
| Imagen 7 Canastilla de salida..... | 20 |
| imagen 8 Línea de conducción..... | 23 |
| Imagen 9 Reservorio apoyado..... | 24 |
| Imagen 10 Reservorio Elevado | 25 |
| Imagen 11 Caseta de válvulas de reservorio | 26 |
| Imagen 12 Sistema de desinfección por goteo..... | 27 |
| Imagen 13 Determinación del volumen de almacenamiento | 28 |

I. Introducción

La presente tesis tuvo como interés, evaluar el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado El Triunfo ubicado en las coordenadas UTM, E 502234.45, N 9042663.24 zona 18L con una altura de 198.6 m.s.n.m. según Jaramillo¹, 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 el Triunfo, distrito Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayali; mejorará la condición sanitaria de la población - 2021?

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 el Triunfo, distrito Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayali, 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 el Triunfo, distrito Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayali, 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 el Triunfo, distrito Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayali, 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 el Triunfo, distrito Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayali. 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 el Triunfo, distrito Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayali. El **tiempo y espacio** estuvo establecido por el centro poblado el Triunfo, abril 2019 – diciembre 2021. 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 Crispin², 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 (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.

- 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, mejorara la condición sanitaria de los usuarios del sistema?, para cumplimentar 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 diagnostico, 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 diagnostico realizada 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 UCAYALI – 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 Ucayali, 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%, anadería 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 a esta 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 Ucayali, para realizar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo.

- b) Según Ramírez⁷, 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. Agua

Según Valenzuela⁸, el agua es un compuesto con características únicas, de gran significación para la vida, el más abundante en la naturaleza y determinante en los procesos físicos, químicos y biológicos que gobiernan el medio natural.

2.2.1.1. Agua Potable

Según Cordero⁹, define que Se denomina agua potable o agua para consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales.

2.2.2. Sistema de abastecimiento

Según Rodríguez¹⁰, menciona que es el conjunto interrelacionado de políticas, objetivos, normas, atribuciones, procedimientos y procesos técnicos orientados al racional flujo, dotación. Es una expresión que se sujeta con el ejercicio y las consecuencias de suministrar .

2.2.3. Sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad

Según Jaramillo¹¹, menciona que “Un sistema de abastecimiento de agua potable consiste en un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas

o superficiales hasta las viviendas de los habitantes que serán favorecidos con dicho sistema.

2.2.3.1. Componentes del sistema de abastecimiento de agua potable

2.2.3.1.1. Captación

Según Perez¹², define que En algunos contextos, a la recolección de agua se la conoce como captación. Existen varios sistemas de captación del agua de lluvia, que apuntan a recolectar y almacenar dicha agua para luego darle un uso, Los aljibes son dispositivos creados con este fin .

Como expresa Rojas¹³, define que una captación de agua subterránea es toda aquella obra destinada a obtener un cierto volumen de agua de una forma .

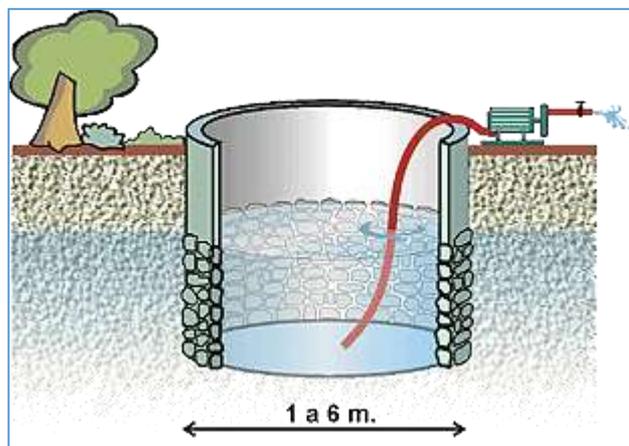
a) Tipos de captación

- Pozos excavados

De acuerdo con Sanchez¹⁴, asume que “Es el tipo de captación más antiguo y más elemental. En la actualidad se excava con máquinas y en rocas duras con explosivos, aunque. en muchos países continúan realizándose manualmente. Generalmente, el agua entra en el pozo por el fondo y las paredes, a través de los huecos que se dejan entre las piedras o ladrillos. Sigue siendo

la elección más adecuada para explotar acuíferos superficiales, pues su rendimiento es superior al de un sondeo de la misma profundidad. Otra ventaja en los acuíferos pobres es el volumen de agua almacenado en el propio pozo. Diámetro= 1 a 6 metros o más. Profundidad= generalmente 5 a 20 metros”.

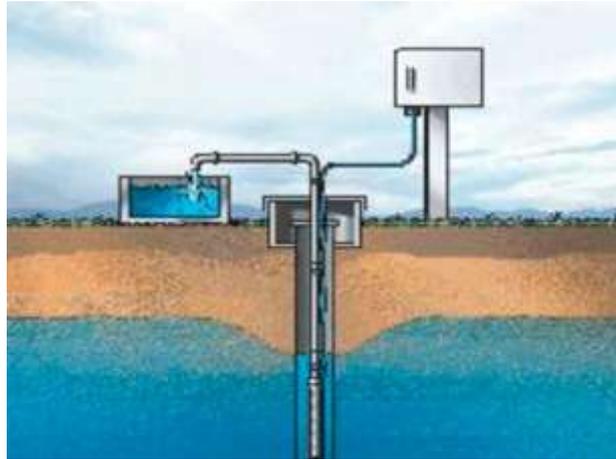
imagen 1 posos excavados



- Sondeo

De acuerdo con Sanchez¹⁴, define que “Son las captaciones más utilizadas en la actualidad. Los diámetros oscilan entre 20 y 60 cm. y la profundidad en la mayoría de los casos entre 30 m y 300 o más. Se instala tubería ranurada (“rejilla” o “filtro”) sólo frente a los niveles acuíferos, el resto, tubería ciega”.

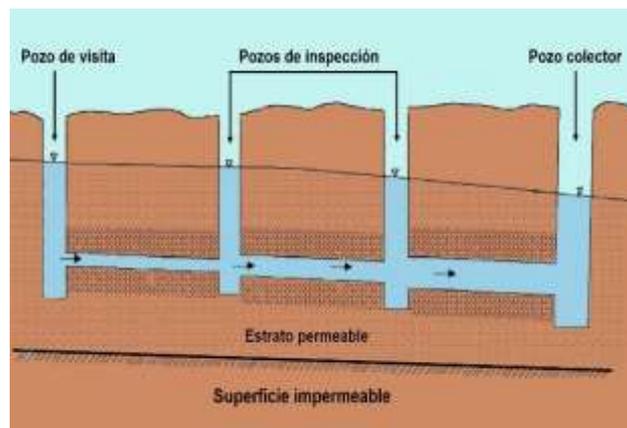
imagen 2 Sondeo



- Galerías

De acuerdo con Sanchez¹⁴, afirma que “Ya existían galerías para agua en Mesopotamia en el siglo IV a. C. Con una ligera pendiente, el agua sale al exterior por gravedad, sin bombeo. Se excavan igual que en minería. En Canarias es la captación más frecuente, generalmente con varios km de longitud”.

imagen 3 Galerías



a) Captación en ladera concentrado

Una captación en ladera concentrado pertenece a una captación de agua subterránea sus partes son la cámara húmeda, la caseta de válvulas, las aletas, su diseño tendrá que incluirse un cerco perimétrico ya sea artesanal o de concreto esto permitirá aislar este componente del sistema de agua y evitará daños por acciones extrañas o de manera imprevista En cuanto a la protección para un manantial en ladera se tomará se tomarán 3 puntos importantes como: la protección del afloramiento, cámara húmeda, cámara seca.

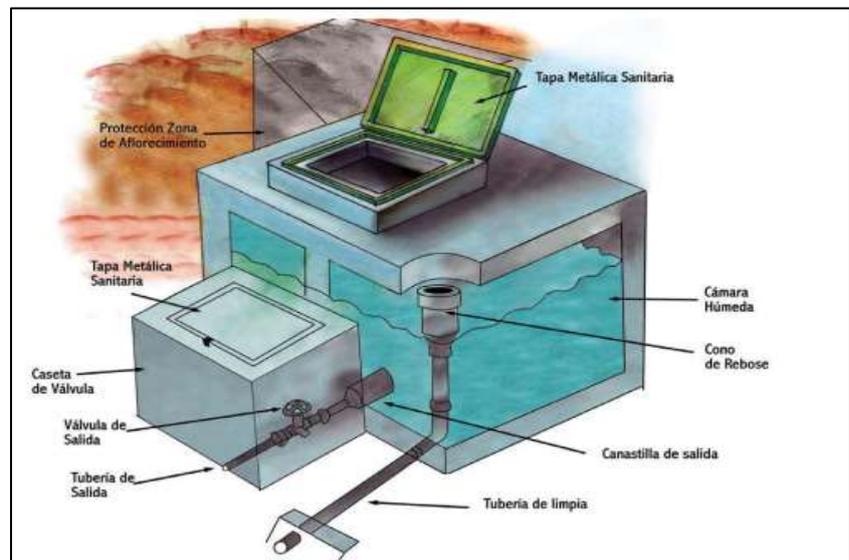


Imagen 4 Cámara de captación en ladera concentrado

Fuente: Manual de operación y mantenimiento
estructuras de captación en manantiales

- Aforo para la cámara de captación en ladera

Según aguero ¹⁵, nos dice el aforo, son conjunto de operaciones para calcular el caudal de las diversas captaciones que se presentan, consiste en calcular el tiempo de llenado de un recipiente de volumen conocido, realizando varias la pruebas y sacándole su promedio, el caudal es fácilmente calculable con la siguiente ecuación.

$$Q=V/t$$

- Q: Caudal de la fuente de abastecimiento (Lt/s).
- V: Volumen de un recipiente (Lt).
- T: Tiempo de llenado en el recipiente (s)



Imagen 5 Medición del caudal por el método volumétrico

Fuente: Manual de operación y mantenimiento

c) Partes de una captación

c.1. Filtro

Es la agrupación de piedras seleccionadas del río, esto sirve para filtrar el agua, impidiendo el paso de

materiales en suspensión. El filtro ayuda a facilitar el paso del agua hacia la cámara húmeda.

c.2. Capa impermeable

es la capa que se coloca para evitar que el agua se filtre en el suelo, esta puede estar compuesta de arcilla o un solado de concreto.

c.3. Orificios de salida

son aberturas de forma circular que permitirán el paso a la cámara húmeda.

Para el número de orificios es recomendable utilizar diámetros (D) menores o iguales de 2", si en el caso el diámetro fuera mayor a lo especificado sería necesario aumentar el número de orificios (NA):

$$NA = \frac{\text{Área del diámetro calculado}}{\text{área del diámetro asumido}} + 1$$

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

Donde:

NA: Numero de orificios de la captación.

D₁: Diámetro calculado.

D₂: Diámetro asumido.

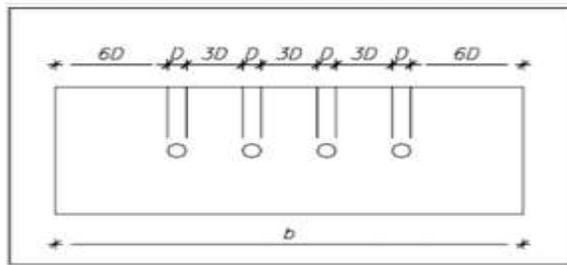


Imagen 6 Orificios de la cámara de captación

Fuente: Manual de manantiales en ladera

c.4. Canastilla de salida

es un accesorio generalmente de PVC que permite el paso a la cámara de recolección su principal función es el de evitar el paso de extraños elementos como puede ser arenas piedras basuras, entre otros

Según **Agüero**¹⁵, Para el dimensionamiento se considera el diámetro de la canastilla deba ser dos veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (D_c); la longitud de canastilla (L) será mayor a $3D_c$ y menos de $6D_c$.

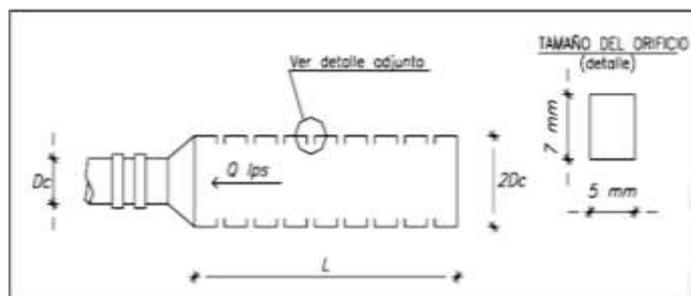


Imagen 7 Canastilla de salida

Fuente: Manual de manantiales en ladera

$$A_t = 2 A_c$$

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

Donde:

A_t : Área de la canastilla.

A_c : Área de la tubería de línea de conducción.

D_c : Diámetro de la tubería de línea de conducción

Numero de ranuras:

$$\text{Nº Ranuras} = \frac{\text{Área total de ranuras}}{\text{Área de ranuras}}$$

c.5. Cono de rebose

es un elemento que se instala en la cámara húmeda para eliminar el agua excedente, es muy importante que este accesorio sea movable para que se realice una limpieza.

c.6. Válvula de control o de salida

este accesorio sirve para controlar el paso del agua hacia el reservorio de tal manera que se pueda abrir y cerrar para su mantenimiento.

c.7. Tubería de rebose y limpieza

Sirve para eliminar toda el agua excedente, de tal manera que se pueda acceder a la cámara de recolección para su limpieza

Tubería de rebose y limpia

Se recomienda pendientes de 1 a 1.5% y considerando el caudal máximo de aforo, se determina el diámetro mediante la ecuación de Hazen y Williams (para, C=140)

$$D = \frac{0.71Q^{0.38}}{S^{0.21}}$$

Donde:

D: Diámetro de la tubería de rebose y limpieza.

Q: caudal de máximo de aforo.

S: pendiente.

2.2.3.1.2. Línea de impulsión

Según Norma Técnica de Diseño ¹⁶, en su concepto menciona que “La línea impulsión es el tramo de tubería destinado a conducir los caudales desde la obra de captación hasta el depósito regulador o la planta de tratamiento”.

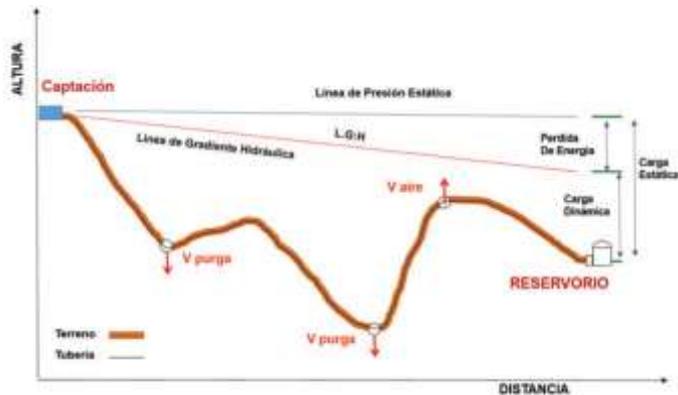


imagen 8 Línea de conducción

- Clase de tubería

De acuerdo con Choy¹⁷, en su mención “El material de la tubería es escogido por factores económicos, así como de disponibilidad de accesorios, y características de resistencia, ante esfuerzos que se producirán en momento de su operación.

- Diámetro

De acuerdo con Choy¹⁷, que asume “Los criterios de elección del diámetro se basan en un análisis técnico. Para determinar las pérdidas de carga por fricción se utilizó la fórmula de Hazen Williams, utilizando los coeficientes de rugosidad que se indican posteriormente.

La elección de la dimensión del diámetro depende también de la velocidad en el conducto, en donde velocidades muy bajas permiten sedimentación de partículas y velocidades altas producen vibraciones en la

tubería, así como pérdidas de carga importantes, lo que repercute en un costo elevado de operación”.

- Velocidad

De acuerdo con Choy¹⁷, asume que “Líneas de bombeo, se ha detallado los parámetros de las líneas de bombeo en el ítem correspondiente a líneas de impulsión.”.

2.2.3.1.3. Reservorio

De acuerdo con Jose¹⁸, que describe en su definición “En Latinoamérica, un reservorio da nombre también a un estanque o embalse de agua. El término se utiliza para nombrar al depósito de agua potable o a la reserva de agua que se crea a través de una represa”.

a) Tipos de reservorio:

a.1. Reservorio apoyado

Según Agüero¹⁵, Estos reservorios mayormente se diseñan de forma rectangular o circular, se les llama así porque con apoyados, construidos directamente sobre la superficie del terreno.



Imagen 9 Reservorio apoyado

Fuente: Manual de saneamiento

a.2. Reservorio elevado

Según Agüero¹⁵, Estos tipos de reservorios son diseñados de forma esférica o cilíndrica, se les llama así porque son construidos sobre torres , pilotes, columnas. Se utilizan principalmente en las zonas urbanas donde la topografía del terreno es casi plana en su totalidad.



Imagen 10 Reservorio Elevado

Fuente: Construcción de reservorios elevados

a.3. Reservorios enterrados

Según Agüero¹⁵, Como su propio nombre lo dice son reservorios que se encuentran enterrados, la utilización de estos estará bajo el criterio del diseñador del proyecto, el tendrá la labor de evaluar las ventajas y desventajas de este tipo de reservorio.

b) Caseta de válvulas de reservorio

“La caseta de válvulas es una estructura de concreto y/o mampostería que alberga el sistema hidráulico del reservorio, en el caso reservorios el ambiente es de paredes planas, salvo el reservorio de 70 m³, en este caso el reservorio es de forma cilíndrica, en este caso, una de las paredes de la caseta de válvulas es la pared curva del reservorio” (19).

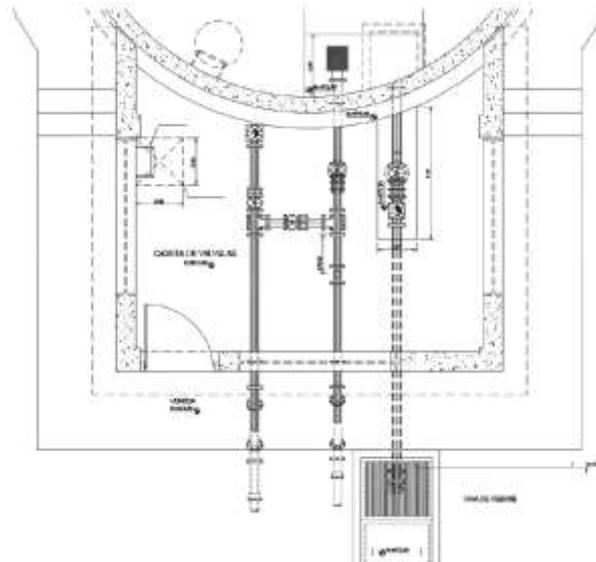


Imagen 11 Caseta de válvulas de reservorio

Fuente: Norma técnica de diseño:

c) 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” (19).

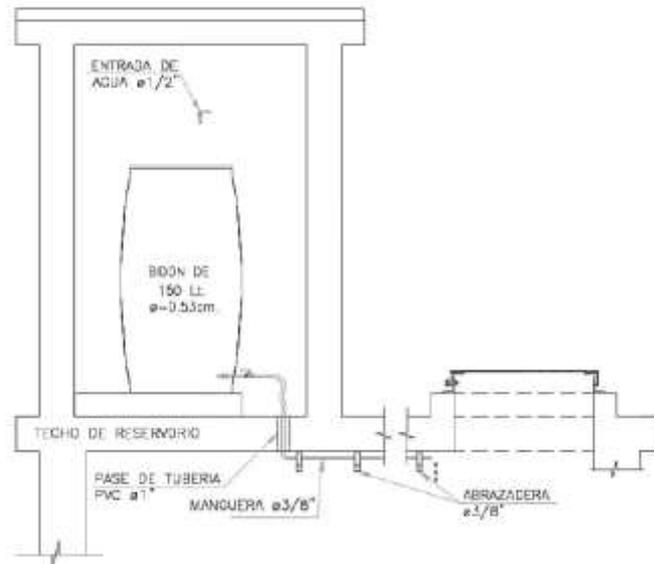


Imagen 12 Sistema de desinfección por goteo

Fuente: Norma técnica de diseño:

d) Ubicación

Según Agüero ¹⁵, La ubicación del reservorio tendrá que ser en un área libre del terreno. Ubicada estratégicamente para la correcta función del sistema. Se tomará la cota en donde se encuentra para elaborar los cálculos correspondientes.

e) Capacidad:

Según La norma técnica de diseño¹⁶, La capacidad del reservorio va a depender a la cantidad de habitantes, el tipo de usuario.

“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 ”(16)

| 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.

Imagen 13 Determinación del volumen de almacenamiento

f) Forma:

Según Agüero¹⁵, En general se aplican dos tipos de formas en los reservorios, esféricos y rectangulares, su elección está en manos del que realiza el proyecto, sin embargo, es recomendable un reservorio esférico ya que no se acumulan bacterias o otros microorganismos en las esquinas.

g) Válvulas

Según Ministerio de Vivienda²⁰, Son accesorios, dispositivos de control o de medición, que son alojadas en casetas o cámaras, de tal manera que permitan realizar la correcta función del sistema de agua.

2.2.3.1.4. Línea de aducción

De acuerdo con Granda ²¹, que refiere en su descripción “Es de suma importancia conocer la definición de línea de aducción que se considera como el tramo de tubería que sale del sitio de reserva hacia las viviendas y que conduce la cantidad de agua que se consume en ese momento. La línea de aducción o también llamada impulsión es el tramo de tubería destinado a conducir los caudales desde la obra de captación hasta el depósito regulador o la planta de tratamiento”.



- Diámetro

Según Perez¹², en su descripción dice “En efecto, a medida que el diámetro crece los precios crecen en importancia, por lo que las condiciones de competencia en esos diámetros, los que además generalmente implican obras de relevancia, llevan a dimensionar de

acuerdo a las necesidades. Como ejemplo gráfico, es evidente que si la necesidad implica una presión máxima de trabajo de 5.2 atm, resulta poco competitivo saltar en la selección a la clase superior, que podría ser de 7 (depende del material de que se trate), puesto que quedaría en clara desventaja con el oferente que propone su tubería expresamente para clase 5.2.”.

- Presión

“en definición indica En efecto a la solicitud por presión interna en régimen permanente, la que en realidad nos posibilita la Preselección de la tubería, deberá agregarse la verificación de la solicitud debida a la carga de relleno que incidirá sobre la conducción en función de las características de la zanja y de las propiedades mecánicas del suelo y del material constituyente de la tubería”(22).

- Clase de tubería

“afirma en su descripción De los conceptos anteriores surge el concepto de Clase de una tubería, como la presión máxima en régimen permanente de servicio (impulsiones), o en condiciones estáticas (instalaciones a gravedad) que el fabricante de la misma garantiza que puede soportar”(23).

- Velocidad

expresa que Donde v es la velocidad de circulación del agua en metros por segundo y S la sección del tubo en metros cuadrado (m^2). El caudal por tanto se expresa en:

$$Q = m^2 \cdot m/s = m^3/s$$

Por tanto, el caudal que circula por el interior de una tubería dependerá del ancho del tubo (sección) y de su velocidad. Cuanta más sección más caudal; a mayor velocidad mayor caudal también.

2.2.3.1.5. Red de distribución

“Una Red de Distribución de Agua Potable es el conjunto de tuberías trabajando a presión, que se instalan en las vías de comunicación de los Urbanismos y a partir de las cuales serán abastecidas diferentes parcelas o edificaciones de un desarrollo”(24).

- Tipos

- Red abierta o ramificada

Según Ministerio de Vivienda, construcción ²⁵, define que “Las redes de distribución ramificadas, tienen como característica que el agua discurre siempre en el mismo sentido. Se componen esencialmente de tuberías primarias, las cuales se ramifican en conducciones

secundarias y éstas, a su vez, se ramifican también en ramales terciarios”.

- Red cerrada o malla

Según Ministerio de Vivienda, construcción ²⁵, expresa en su definición “En las redes malladas, las tuberías principales se comunican unas con otras, formando circuitos cerrados y se caracterizan por el hecho de que la alimentación de las tuberías puede efectuarse por sus dos extremos indistintamente, según se comporten las tuberías adyacentes, de manera que el sentido de la corriente no es siempre, forzosamente, el mismo”.

- Mixta (combinación de las dos anteriores)

Según Ministerio de Vivienda, construcción ²⁵, menciona que “También puede adoptarse un sistema mixto, o sea, distribución en malla en el centro de la población y ramificada para los barrios extremos”.

2.2.4. Condición sanitaria

Según la Soto²⁶, menciona que “Además de su finalidad básica de guarecer al ser humano contra los elementos y darle un ámbito para la vida familiar, la vivienda debe protegerle contra los riesgos del entorno físico y social para la salud. Lo ideal sería que

la vivienda fomentara la salud física y mental y proporcionara a sus ocupantes seguridad psíquica, vínculos físicos con su comunidad y su cultura y un medio para expresar su individualidad”.

2.2.5. 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.

Tabla 1 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.

2.2.6. 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.

2.3.Hipótesis

No corresponde por ser investigación descriptiva.

III. Metodología

3.1. 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.

3.2. Diseño de la investigación

- Se emplea el siguiente esquema para trabajar las variables



Leyenda del diseño

Mi: centro poblado el Triunfo

Xi: Sistema de abastecimiento de agua potable sanitario en el centro poblado el Triunfo

Yi: Condición sanitaria.

Oi: Resultados.

3.3. Población y muestra

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

3.4. 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 Nominal 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 |

| | | | | | |
|--|------------------------------|--|---|--|--|
| Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable | 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 |
| | 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 |

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.1.1. Técnica de recolección de datos

a) Encuestas

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

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.

3.4.2. 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 el Triunfo, distrito Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayalid

- 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
- Cronometro
- Culer, reactivos y equipo de muestreo de agua

c) Documentos:

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

3.6. 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 .

3.7. Matriz de consistencia

| EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO EL TRIUNFO, DISTRITO NESHUYA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021 | | | | |
|--|---|--|---|--|
| 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 el Triunfo distrito Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayali; mejorará la condición sanitaria de la población - 2020?</p> | <p>Objetivo General:</p> <p>Desarrollar la evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado el Triunfo, distrito Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayali 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 el Triunfo, distrito Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayali, 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 el Triunfo, distrito Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayali, para la mejora de la condición sanitaria de la población.</p> <p>Determinar la incidencia en la condición sanitaria del centro poblado el Triunfo, distrito Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayali.</p> | <p>Bases teóricas de la investigación } 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 el Triunfo, distrito Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayali, 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 el Triunfo, distrito Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayali.</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 3 Matriz de consistencia

3.8. 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.

IV. Resultados

4.1. Resultados

- a) **Dando respuesta al primer objetivo de evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado el Triunfo, distrito Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayali.**

4.1.2. Evaluación de la Infraestructura del Sistema

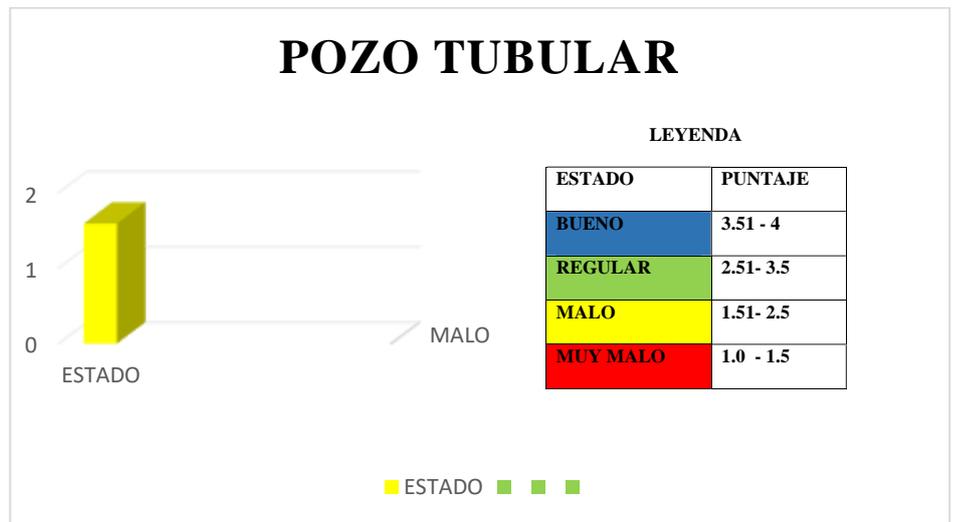


Gráfico 1 estado de la cámara de captación

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 1.59 puntos en la escala de medición del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento, clasificando su estado como “Malo” (1.51 – 2.50) y por consiguiente pertenecen a la categoría de “No Sostenible”.

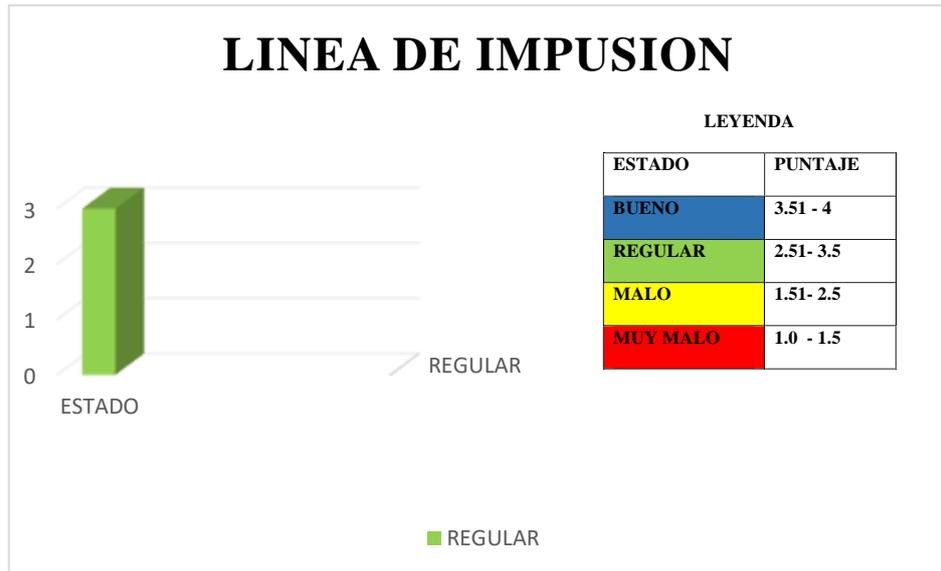


Gráfico 2 estado de la línea de impulsión

Interpretación: la línea de impulsión fue evaluada por cómo se encuentra la tubería si está enterrada o expuesta se obtuvo un puntaje de 3 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 “Medianamente Sostenible”.



Gráfico 3 estado del reservorio de almacenamiento

Interpretación: La evaluación del Estado de la Estructura 03: Reservorio, se evaluó los componentes como las válvulas y cerco perimétrico de tal manera que al evaluar y promediar los resultados obtenidos, se obtuvo un puntaje de 2.3 puntos en la escala de medición del Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento, clasificando su estado como “Malo” (1.51 – 2.50) y por consiguiente pertenecen a la categoría de “No Sostenible”.

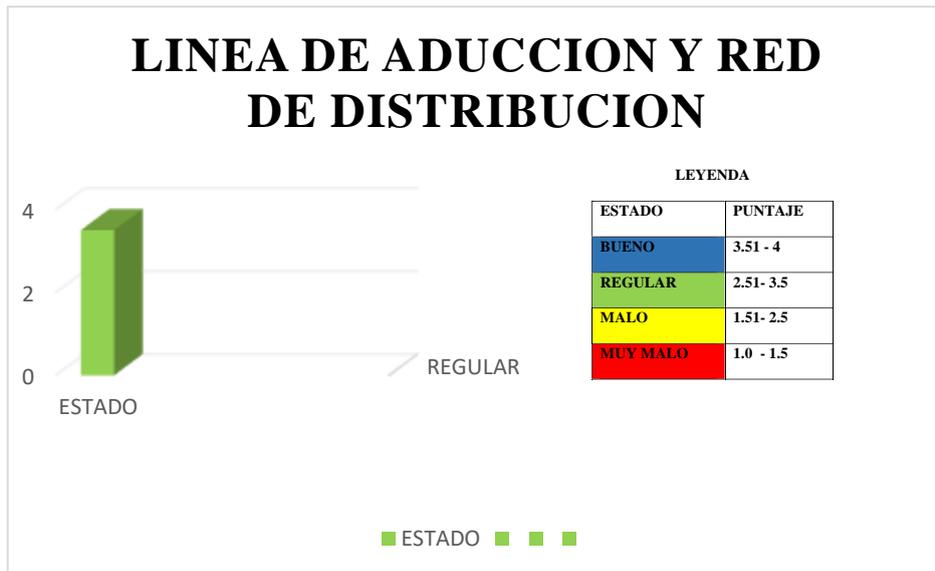


Gráfico 4 estado de la línea de aducción y red de distribución

Interpretación: la línea de aducción y red distribución se encuentra en una estado optimo, debido a que sus componentes están cerca de la población y ellos mismos realizan mantenimientos a la red, se obtuvo un puntaje de 3 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 “Medianamente Sostenible”.

b) Dando respuesta al segundo objetivo de la investigación de realizar el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado el Triunfo, distrito Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayali.

c) Tabla 4 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 | 6 | 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 – 2021.

Interpretación: Se hizo el diseño hidráulico para la captación (estructura 01), el cual tuvo los siguientes resultados, la captación por pozo tubular empleara una bomba sumergible de 6”, que impulsara un caudal de 15.85 gpm, su diseño también consta de un estructura de protección que permita aislar a la estructura.

Tabla 5 Línea de impulsión

| Componentes | Simb. | Formula | Resultados del diseño | Unid. |
|----------------------|-------|---|-----------------------|----------|
| Caudal de diseño | Qmd | | 0.5 | Lt/s |
| Tipo de tubería | Ttub | Recomendado | PVC | |
| Clase de tubería | C | Recomendado | C-10 | |
| Cota de inicio | Co | | 234.35 | m.s.n.m. |
| Cota final | Cf | | 237.34 | m.s.n.m. |
| Desnivel | Dn | $V = 4 * Q / D^2$ | 3.01 | m |
| Velocidad | V | | 0.92 | unidad |
| Diámetro | D | $D = \left(\frac{Q}{2.8639 \times hf^{0.57}} \right)^{0.37}$ | 1.5 | pulgadas |
| Potencia de la bomba | P | | 2 | Hp |

Fuente: Elaboración propia – 2021

Interpretación: Para la línea de impulsión se debe tener la capacidad para conducir con una velocidad de 0.92 m/s, y un caudal de 0.30 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 6 Reservorio

| Componentes | Simbología | Formula | Resultados del diseño | Und. |
|--------------------------------|------------|---|-----------------------|---------|
| Forma | F | | Cuadrado | Lt/s |
| Tipo | T | | elevado | |
| Volumen | V | $V_t = V_{reg} + V_i + V_r$ | 10 | 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 | $D = \left(\frac{Q_{mh}}{0.2786 * c * hf^{0.54}} \right)^{0.38}$ | 2 | Pulgada |
| Diámetro de canastilla | Dc | | 2 | Pulgada |
| Volumen caseta de desinfección | Vcd | | 600 | Litros |
| Caseta de desinfección | Cd | | 1 | Unidad |

Fuente: Elaboración propia – 2021

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 10.00 m3. El volumen de almacenamiento se considera el 25 % de caudal promedio anual y el volumen e incendio solo se calculará si el caserío cuenta con empresas, fabricas, 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 Chucho, distrito Neshuya, provincia de Padre Abad, región Ucayali.**

Tabla 7 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? | | | | |
| 35 | | | | |
| ¿El sistema tiene piletas publicas | | | | |
| 0 | | | | |
| ¿Recibe una buena cantidad de agua todos los días? | | | | |
| SI | | A VECES | | NO |
| Datos | | | | |
| 1 | Conexiones domiciliarias | 23 | Promedio de integrantes | 5 |
| 2 | Dotación | 100 | Familias beneficiadas | 18 |
| 3 | Caudal mínimo | 0.18 | Piletas publicas | 0 |
| Formula | | | | |
| V. demanda | Conexión x Promedio x Dotacion x 1.3 | = | 14950 | Respuesta 3 |
| | Pile x -8Famili. – Conex.)xProme.XDot x 1.3 | = | 0 | Respuesta 4 |
| | Sumar (3) + (4) | = | 14950 | Respuesta c |
| | Sequia x 86,400 | = | 71450 | Respuesta D |
| V2 = 4 | | | | |

Fuente: Elaboración propia - 2021

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 optimo, 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 8 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 sequia | |
| 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 sequia = Regular = 3 puntos | |
| Por horas todo el año = Malo = 2 puntos | | Solamente algunos días por semana = Muy malo = 1 punto | |
| Formulas | | | |
| $V3 = \frac{p6 + p7}{2}$ $V3 = 3.5$ | | | |

Fuente: Elaboración propia - 2021

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 9 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 |
| Formula | | | | | | | |
| $v4 = p8 + p9 + p10 + p11 + p12$ $V4 = 51$ | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia - 2021

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.

4.2. Análisis de resultados

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

Según Crispin², 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 el triunfo un sistema de agua potable deficiente que esta en un proceso de deterioro severo en la encuesta aplicada obtvo un puntaje de 1.8 clasificando tu estado como malo.

- **Para el mejoramiento del sistema de agua potable del centro poblado el triunfo**

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 6”, se consideró una tubería de clase 10 para la línea de impulsión, el reservorio será del tipo elevado con una capacidad de almacenamiento de 10 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.

V. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

1. Dando respuesta a mi primer objetivo específico, se concluye que en la evaluación del sistema de abastecimiento del centro poblado el Triunfo; actualmente cuenta con deficiencias por lo que, al transcurrir del tiempo, en los años que lleva el pozo tubular se encuentra en “Malo” estado ya que esta presenta deficiencias en el estado de sus componentes, la línea de impulsión se encuentra parcialmente expuesta y con fallas debido a las presiones excesivas, , el reservorio obtuvo en la evaluación estado “Malo” ya que no cuenta con los componentes necesarios para su debido funcionamiento, a su vez la línea de aducción como la red de distribución se encuentra en “buen” estado ya que estas se presentan totalmente cubiertas.
2. Dando respuesta a mi segundo objetivo específico, se concluye que en el centro poblado el Triunfo; mediante la propuesta de mejora para el sistema de abastecimiento Se hizo el diseño hidráulico para la captación (estructura 01), el cual tuvo los siguientes resultados, la captación por pozo tubular empleara una bomba sumergible de 6”, que impulsara un caudal de 15.85 gpm, su diseño también consta de un 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 0.92 m/s, y un caudal de 0.30 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 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 10.00 m³. El volumen de almacenamiento se considera el 25 % de caudal promedio anual y el volumen e incendio solo se calculará si el caserío cuenta con empresas, fabricas, En caso de no contar se considera el volumen de incendio 0.

3. Se concluye que la mejora de condición sanitaria del centro poblado el Triunfo; se empleara de manera satisfactoria ya que al haber mejorado el sistema de abastecimiento de agua potable mejoramos la condición sanitaria de los moradores del caserío, 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 clasifico como “deficiente”.

5.2. Recomendaciones

1. Cuando uno va a campo a realizar una encuesta que le permita recopilar información de la realidad que está pasando el caserío es necesario conocer criterios técnicos, para aplicarlos en la data del proyecto, de este modo tener una información confiable de tal manera que el proyecto ayude como base de datos en un post mejoramiento en el sistema de agua potable.
2. Se recomienda trabajar en la concientización de los pobladores sobre la importancia de tener el sistema de agua y orientarlos a su cuidado para propiciar que esta obra sea artífice de su desarrollo, así mismo Concientizar a los beneficiarios del sistema de agua potable el pago que corresponda para poder dar un mantenimiento correcto y mantener su operación constante que lleven a lograr la sostenibilidad del sistema.
3. Se recomienda cumplir con todas las especificaciones técnicas dada por la norma técnica de diseño para aplicar criterios como la estandarización de diseño que ayudan a los proyectos de agua potable en zonas rurales.

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 26 de agosto de 2021]. 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 Pataz, 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 Ucayali–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 26 de agosto de 2021]; Disponible de: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104619>
 9. Cordero La población : su evaluación, movimientos y leyes [Internet]. Oikos-Tau; 1991 [citado 26 de agosto de 2021]. Disponible de: <https://www.ecured.cu/Población>
 10. Rodriguez 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 26 de agosto de 2021]. Disponible de: https://www.academia.edu/31354888/EL_AGUA.pdf
 12. Perez J, Calidad físico química y Bacteriológica del agua para consumo humano [Internet]. 2007 [citado 26 de agosto de 2021]. Disponible en: [https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Calidad físico-química y bateriológica del agua para consumo humano de la microcuenca.pdf](https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Calidad_físico-química_y_bateriológica_del_agua_para_consumo_humano_de_la_microcuenca.pdf)

13. Rojas C. Población de diseño y demanda de agua [Internet]. [citado 26 de agosto de 2021]. Disponible de:
http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable3.pdf
14. Sanchez Principales sistemas rurales de abastecimiento de agua [Internet]. 2012 febrero. 2011 [citado 26 de agosto de 2021]. 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 26 de agosto de 2021]. 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 26 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://ecovidaconsultores.com/wp-content/uploads/2018/05/RM-192-2018-VIVIENDA-TECNOLÓGICAS-PARA-SISTEMAS-DE-SANEAMIENTO-EN-EL-ÁMBITO-RURAL.pdf>
17. Choy. Definición de caudal línea de conducción - Qué es, Significado y Concepto [Internet]. 2010. 2012 [citado 26 de agosto de 2021]. 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 26 de agosto de 2021]. 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 26 de agosto de 2021]. Disponible de:
www.conagua.gob.mx

20. MINISTERIO DE VIVIENDA. Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos saneamiento básico [Internet]. 2011 [[citado 26 de agosto de 2021]. 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 26 de agosto de 2021]. 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 26 de agosto de 2021]. 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 26 de agosto de 2021]. 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 26 de agosto de 2021]. 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 26 de agosto de 2021]; Disponible de:
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/677>
27. Mejia 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 26 de agosto de 2021]. 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 26 de agosto de 2021].
Disponibile 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 retomar 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 |
| Poliétileno, 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.

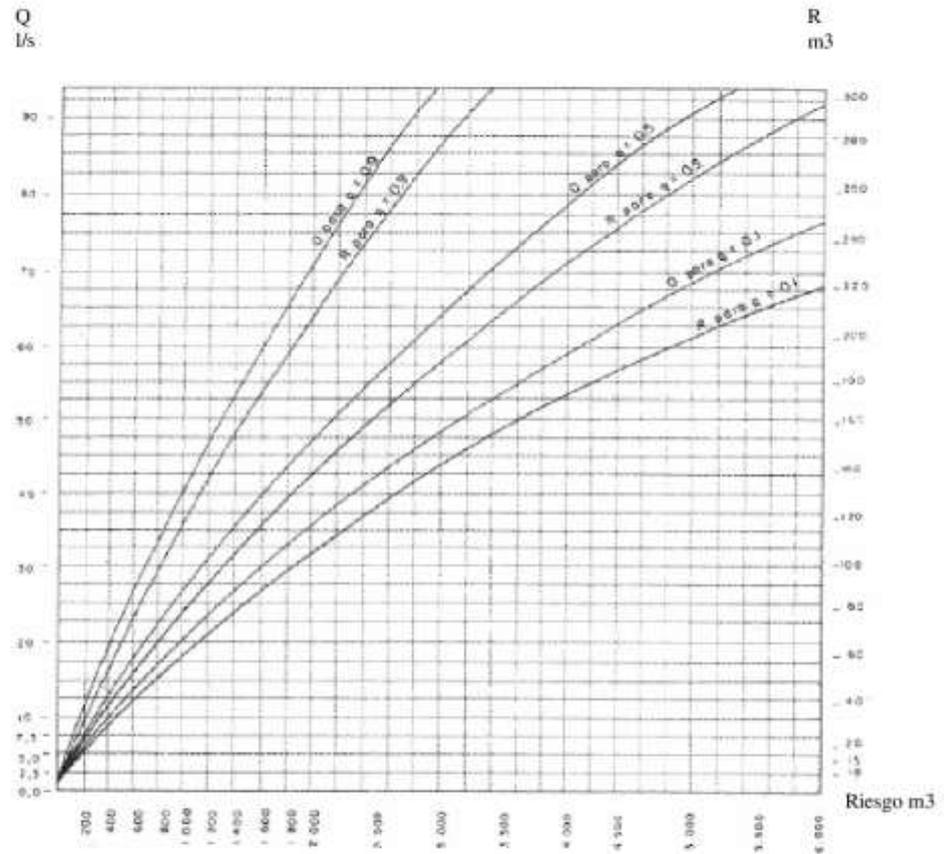
La superficie interna de los reservorios será, lisa y resistente a la corrosión.

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 | | | |
| 2 | Barraje Fijo con Canal de Derivación | | | |
| 3 | Balsa Flotante | | | |
| 4 | Calisson | | | |
| 5 | Manantial de Ladera | | | |
| 6 | Manantial de Fondo | | | |
| 7 | Galería Filtrante | | | |
| 8 | Pozo Tubular | Q_{max} (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50) | Población final y dotación | Para un caudal máximo diario " Q_{max} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un " Q_{max} " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente. |
| 9 | Línea de Conducción | | | |
| 9.1 | Cámara de Reunión de Caudales | Q_{max} (l/s) = (menor a 1,00) o (>1,00 - 2,00) o (> 3,00 - 4,00) | Población final y dotación | Para un caudal máximo diario " Q_{max} " menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un " Q_{max} " mayor a 1,00 l/s y hasta 2,00 l/s, se diseña con 2,00 l/s y así sucesivamente. |
| 9.2 | Cámara de Distribución de Caudales | | X | Estructuras de concreto que permiten la adecuada distribución o reunión de los flujos de agua |
| 9.3 | CRP para Conducción | Q_{max} (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50) | X | Para un caudal máximo diario " Q_{max} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " Q_{max} " 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 | Pasee 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_{max} (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50) | Población final y dotación | Para un caudal máximo diario " Q_{max} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " Q_{max} " 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_{max} (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50) | Población final y dotación | Para un caudal máximo diario " Q_{max} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " Q_{max} " 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 | | | |
| 10.6 | Lecho de Secado | 1,50 l/s | | |
| 10.7 | Cerco Perimétrico de PTAP | | X | |
| 11 | Estaciones de Bombeo | Q_{max} (l/s) = (menor a 1,00) o (>1,00 - 2,00) o (> 3,00 - 4,00) | Población final y dotación | Para un caudal máximo diario " Q_{max} " menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un " Q_{max} " mayor a 1,00 l/s y hasta 2,00 l/s, se diseña con 2,00 l/s y así sucesivamente. |
| 12 | Línea de Impulsión | | | |

| ITEM | COMPONENTE HIDRÁULICO | CRITERIO PRINCIPAL | CRITERIOS SECUNDARIOS | DESCRIPCIÓN |
|------|---|--|---------------------------------|--|
| 13 | Sistema de 5, 10 y 20 m ³ Cercos Perimétrico Sistema | V _{ciest} (m ³) = (menor a 5) o (>5 - 10) 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 | Reservorio Apoyado de 5, 10, 15, 20 y 40 m ³ Cercos Perimétrico Sistema | V _{res} (m ³) = (menor a 5) o (>5 - 10) o (>10 - 15) o (>15 - 20) o (>20 - 35 - 40) | Población final y dotación | Tipicos para modelos pequeños y de pared curva para un reservorio de gran tamaño. Sistema de desinfección para todos los reservorios Para la protección y seguridad de la infraestructura |
| 14 | Reservorio Elevado de 10 y 15 m ³ | V _{res} (m ³) = (>5 - 10) o (>10 - 15) | Población final y dotación | Para un caudal máximo diario "Q _{md} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un "Q _{md} " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente. |
| 14.1 | Caseta de Válvulas de Reservorio | | | |
| 14.2 | Sistema de Desinfección | | | |
| 14.3 | Cercos Perimétrico para Reservorio | | | |
| 15 | Línea de Aducción | | | |
| 16 | Red de Distribución y Conexión Domiciliaria | | | |
| 16.1 | CRP para Redes | Q _m (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) 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 | Cota 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 Se realiza la captación de agua de lluvia por ser la única solución posible ante la falta de fuente |
| 19 | Captación de Agua de Lluvia | | 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

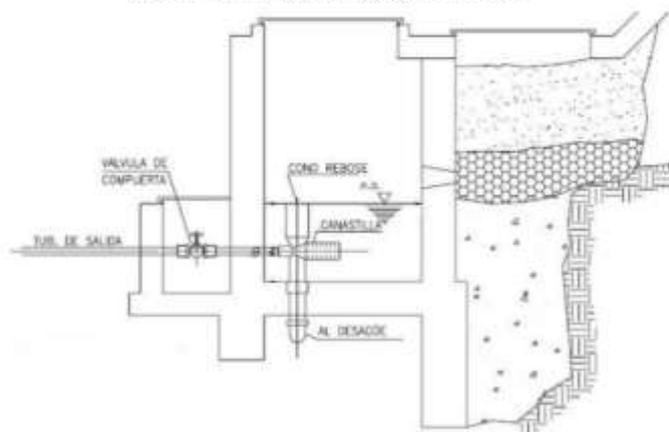
| RANGO | V_{alm} (REAL) | SE UTILIZA: |
|----------------|--|-----------------|
| 1 – Reservorio | $\leq 5 \text{ m}^3$ | 5 m^3 |
| 2 – Reservorio | $> 5 \text{ m}^3$ hasta $\leq 10 \text{ m}^3$ | 10 m^3 |
| 3 – Reservorio | $> 10 \text{ m}^3$ hasta $\leq 15 \text{ m}^3$ | 15 m^3 |
| 4 – Reservorio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

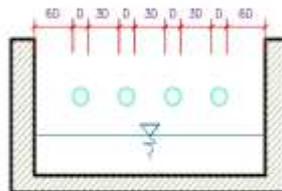
D : diámetro de la tubería de ingreso (m)

- Cálculo del número de orificios en la pantalla:

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

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

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 aforamiento en la captación (m)

Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

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

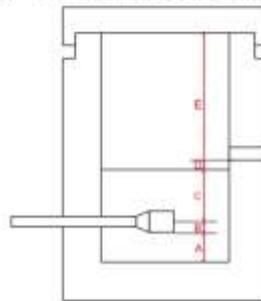
Donde:

- 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:

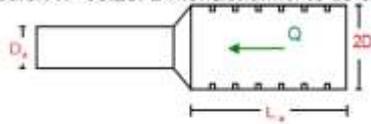
- Q_{md} : caudal máximo diario (m^3/s)
- A : área de la tubería de salida (m^2)

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 (AC) y que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3DC y menor de 6DC.

$$H_f = H - h_o$$

Ilustración N° 03.23. Dimensionamiento de canastilla



Diámetro de la Canastilla

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

Longitud de la Canastilla

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

$$3D_a < L_a < 6D_a$$

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

$$A_{TOTAL} = 2A$$

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

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

Determinar el número de ranuras:

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

Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia

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

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

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

Tubería de rebose

Donde:

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

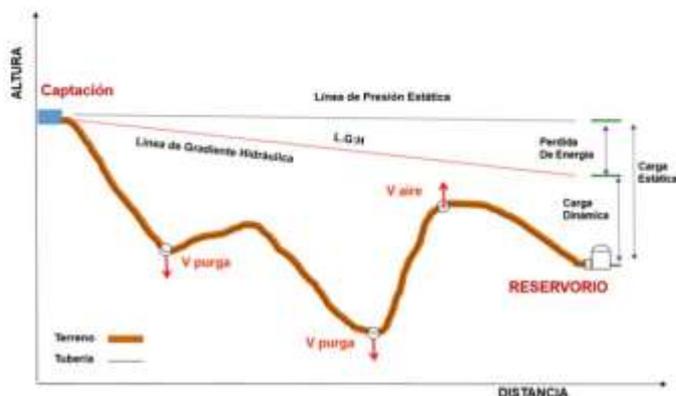
h_f : pérdida de carga unitaria en (m/m) - (valor recomendado: 0.015 m/m)

D_r : diámetro de la tubería de rebose (pulg)

2.9. LÍNEA DE CONDUCCIÓN

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

Ilustración N° 03.31. Línea de Conducción



✓ Caudales de Diseño

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

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

✓ Velocidades admisibles

Para la línea de conducción se debe cumplir lo siguiente:

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

✓ Criterios de Diseño

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

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

Donde:

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

R_h : radio hidráulico
 I : pendiente en tanto por uno

- Cálculo de diámetro de la tubería:

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

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

Donde:

H_f : pérdida de carga continua, en m.
 Q : Caudal en m³/s
 D : diámetro interior en m
 C : Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

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

L : Longitud del tramo, en m.

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

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

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

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

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**

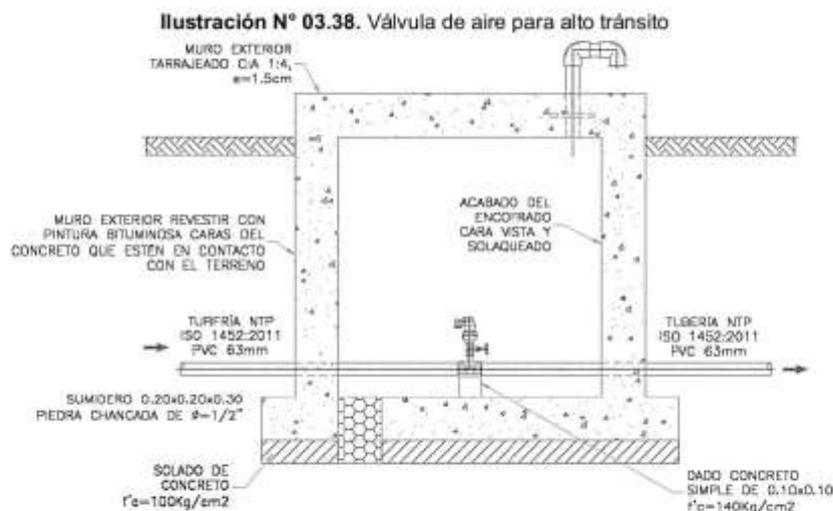
El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire de accionamiento manual.

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 $f'c = 210 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 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

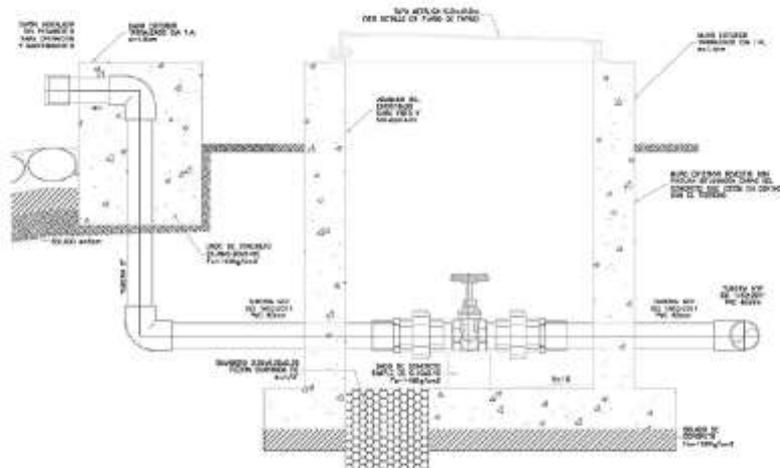
- ✓ Para sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito rural, se recomienda una sección interior mínima de $0,60 \times 0,60 \text{ m}^2$, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.

- ✓ 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 armado $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, cuyas dimensiones internas son $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$ y el dado de concreto simple $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$, para ello se debe utilizar el tipo de concreto según los estudios realizados.
- ✓ El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

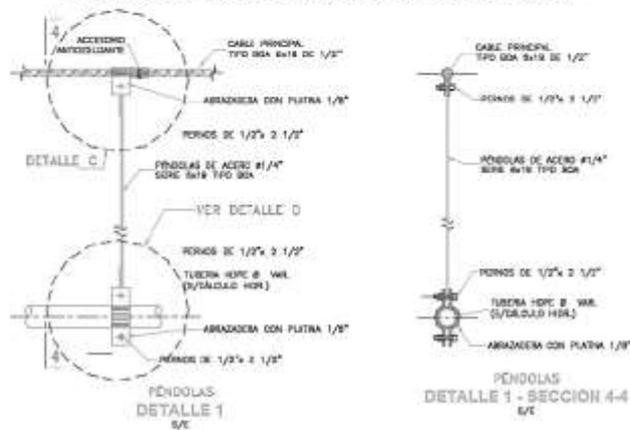
2.9.7. PASE AÉREO

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.

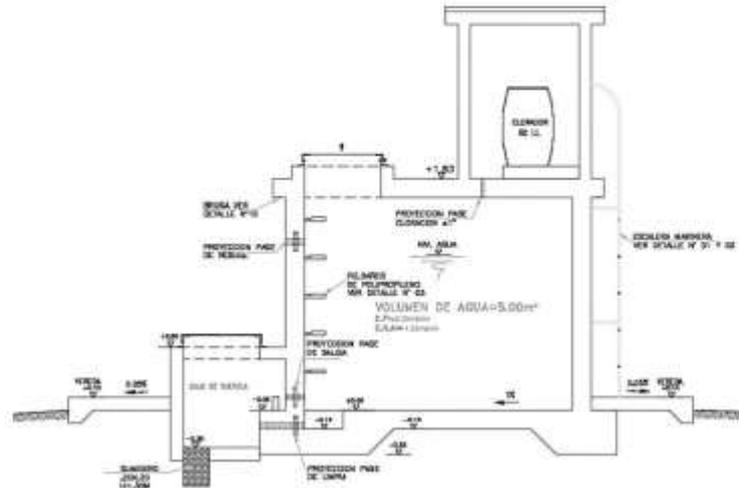
Ilustración N° 03.40. Detalles técnicos del pase aéreo



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_d), 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_d .

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.

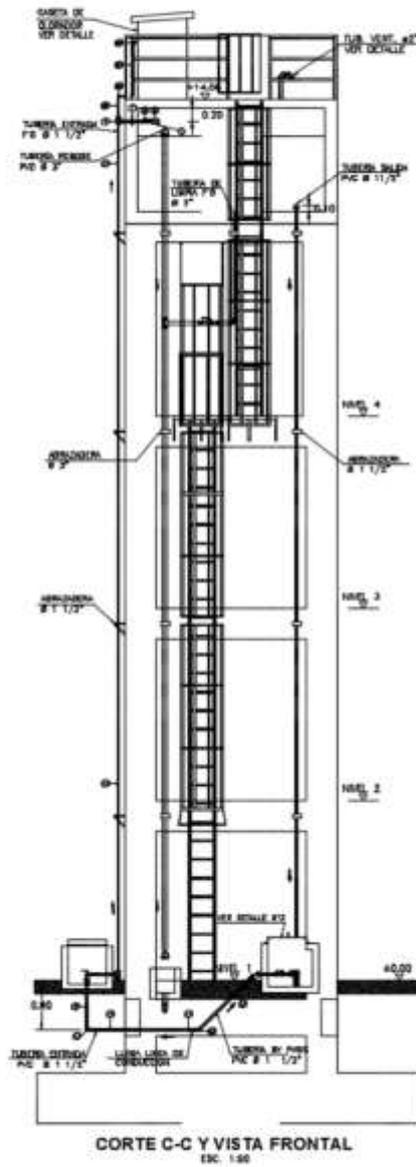
- La embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar en posición opuesta para forzar la circulación del agua dentro del mismo.
- El diámetro de la tubería de limpia debe permitir el vaciado en 2 horas.
- Disponer de una tubería de rebose, conectada a la tubería de limpia, para la libre descarga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

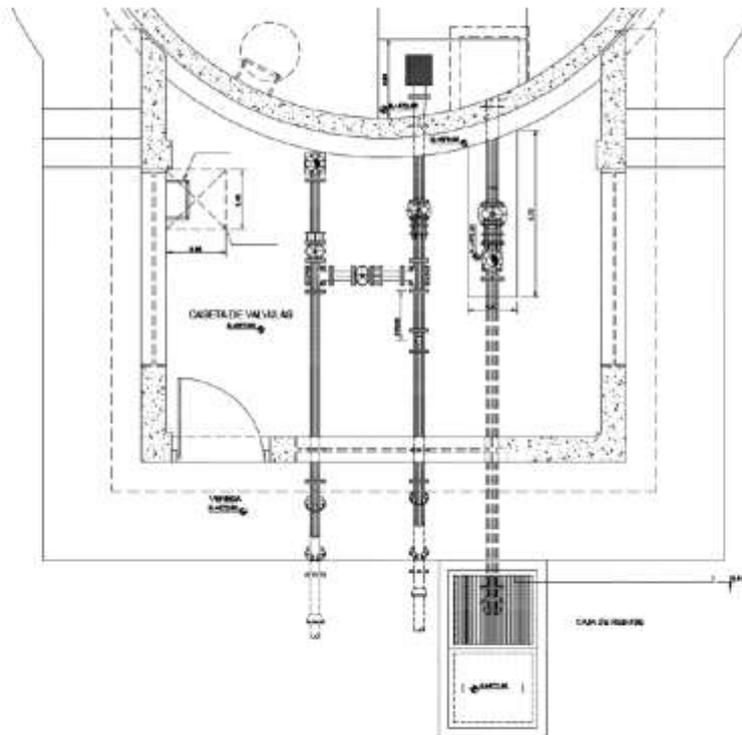
El contrazócalo estará a una altura de 0,30 m del nivel del piso acabado y sobresaldrá 1 cm al plomo de la pared. Estos irán colocados tanto en el interior como en el exterior de la caseta de válvulas.
- **Escaleras**
En el caso sea necesario, la salida de la caseta hacia el reservorio, se debe colocar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

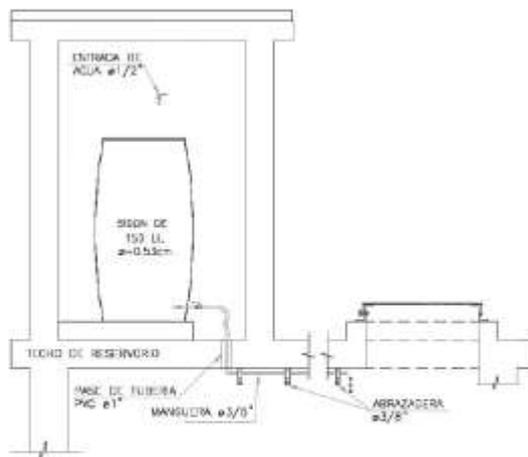
Desinfectantes empleados

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

$$P = Q \cdot d$$

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

2.15. LÍNEA DE ADUCCIÓN

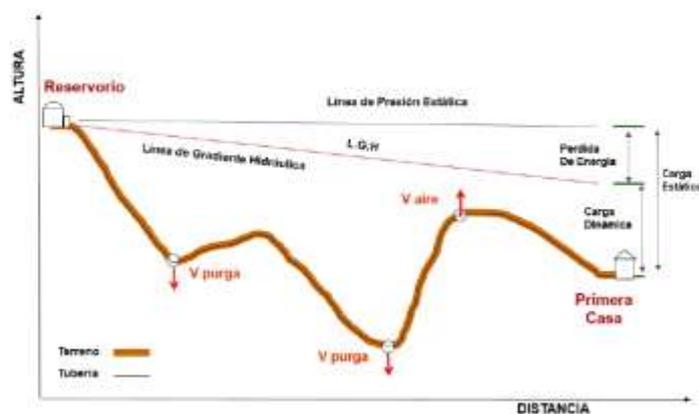
Para el trazado de la línea debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- ✓ 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.

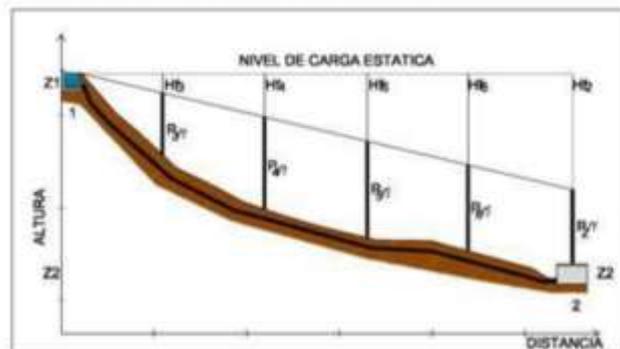
✓ Presión

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.

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

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



Donde:

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

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

V : velocidad del fluido en m/s.

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

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

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

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_l en las piezas especiales y en las válvulas, las cuales se evaluarán mediante la siguiente expresión:

$$\Delta H_l = K_l \frac{V^2}{2g}$$

Dónde:

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

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

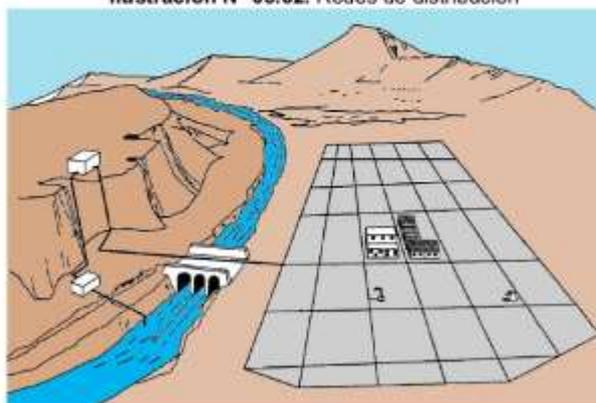
V : máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial o de la válvula (m/s)

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 (¾") 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 "T" 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:

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

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:

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

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/s²)
- A_b : área de la sección interna de la base (m²)

$$A_b = a \times b$$

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:

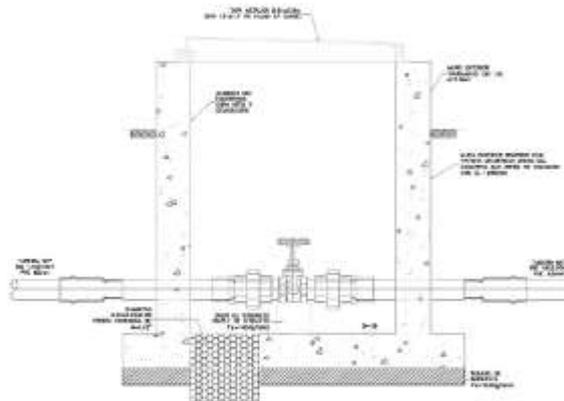
- A_t : área total de las ranuras (m²)
- A_c : área de la tubería de salida a la línea de distribución (m²)

$$A_r = AR \times LR$$

Donde:

- AR : área de la ranura (mm²)
- AR : ancho de la ranura (mm)
- LR : largo de la ranura (mm)

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: $PN \geq 1,0$ 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: Embridada 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 gálbo 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: $PN \geq 1,0$ MPa.
 - $DN \geq 32$ mm
 - Tipo: De eje centrado y estanqueidad por anillo envolvente de elastómero.
 - Sentido de giro: Dextrógiro (cierre), levógiro (apertura).

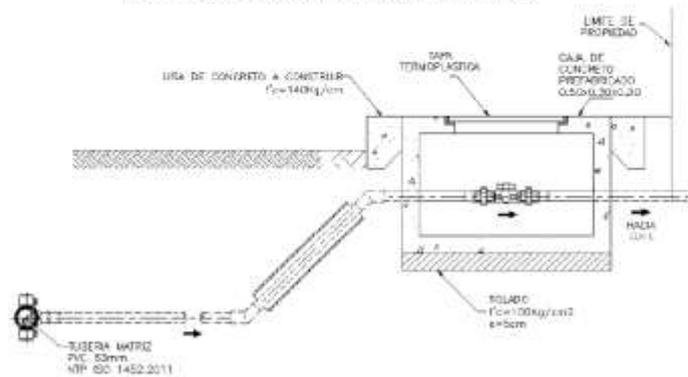
- Accionamiento: Palanca, desmultiplicador manual, o accionador (neumático, eléctrico o hidráulico).
 - Instalación: Embridada.
 - Salvo que existan dificultades para ello, las válvulas se deben instalar con el eje en posición vertical, con el fin de evitar posibles retenciones de cuerpos extraños o 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.

| Grid | Lat/Lon hddd°mm.mmm' | | | |
|----------|--------------------------------------|------------|-----------|----------|
| Datum | WGS 84 | | | |
| Proyect: | Levantamiento topografico ARICAPAMPA | | | |
| 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 |

| | | | | |
|-----|----------|-----------|--------|--------|
| 122 | 7 48.701 | 77 44.086 | 227.84 | TERENO |
| 123 | 7 48.704 | 77 44.083 | 227.27 | TERENO |
| 124 | 7 48.705 | 77 44.082 | 226.7 | TERENO |
| 125 | 7 48.709 | 77 44.078 | 226.13 | TERENO |
| 126 | 7 48.712 | 77 44.076 | 225.56 | TERENO |
| 127 | 7 48.714 | 77 44.073 | 224.99 | TERENO |
| 128 | 7 48.716 | 77 44.070 | 224.42 | TERENO |
| 129 | 7 48.718 | 77 44.068 | 223.85 | TERENO |
| 130 | 7 48.719 | 77 44.067 | 223.28 | TERENO |
| 131 | 7 48.720 | 77 44.065 | 222.71 | TERENO |
| 132 | 7 48.721 | 77 44.063 | 222.14 | TERENO |
| 133 | 7 48.724 | 77 44.061 | 221.57 | TERENO |
| 134 | 7 48.726 | 77 44.058 | 221 | TERENO |
| 135 | 7 48.728 | 77 44.056 | 220.43 | TERENO |
| 136 | 7 48.731 | 77 44.054 | 219.86 | TERENO |
| 137 | 7 48.732 | 77 44.053 | 219.29 | TERENO |
| 138 | 7 48.734 | 77 44.051 | 218.72 | TERENO |
| 139 | 7 48.734 | 77 44.050 | 218.15 | TERENO |
| 140 | 7 48.733 | 77 44.048 | 217.58 | TERENO |
| 141 | 7 48.733 | 77 44.046 | 217.01 | TERENO |
| 142 | 7 48.733 | 77 44.043 | 216.44 | TERENO |
| 143 | 7 48.734 | 77 44.041 | 215.87 | TERENO |
| 144 | 7 48.735 | 77 44.039 | 215.3 | TERENO |
| 145 | 7 48.738 | 77 44.035 | 214.73 | TERENO |
| 146 | 7 48.739 | 77 44.032 | 214.16 | TERENO |
| 147 | 7 48.741 | 77 44.031 | 213.59 | TERENO |
| 148 | 7 48.743 | 77 44.029 | 213.02 | TERENO |
| 149 | 7 48.745 | 77 44.028 | 212.45 | TERENO |
| 150 | 7 48.749 | 77 44.025 | 211.88 | TERENO |
| 151 | 7 48.751 | 77 44.023 | 211.31 | TERENO |
| 152 | 7 48.753 | 77 44.023 | 210.74 | TERENO |
| 153 | 7 48.755 | 77 44.021 | 210.17 | TERENO |
| 154 | 7 48.756 | 77 44.019 | 209.6 | TERENO |
| 155 | 7 48.760 | 77 44.017 | 209.03 | TERENO |
| 156 | 7 48.762 | 77 44.014 | 208.46 | TERENO |
| 157 | 7 48.764 | 77 44.013 | 207.89 | TERENO |
| 158 | 7 48.764 | 77 44.012 | 207.32 | TERENO |
| 159 | 7 48.767 | 77 44.009 | 206.75 | TERENO |
| 160 | 7 48.768 | 77 44.008 | 206.18 | TERENO |
| 161 | 7 48.770 | 77 44.006 | 205.61 | TERENO |
| 162 | 7 48.772 | 77 44.002 | 205.04 | TERENO |
| 163 | 7 48.772 | 77 44.000 | 204.47 | TERENO |
| 164 | 7 48.773 | 77 43.997 | 203.9 | TERENO |

| | | | | |
|-----|----------|-----------|--------|--------|
| 165 | 7 48.774 | 77 43.995 | 203.33 | TERENO |
| 166 | 7 48.774 | 77 43.993 | 202.76 | TERENO |
| 167 | 7 48.773 | 77 43.992 | 202.19 | TERENO |
| 168 | 7 48.773 | 77 43.990 | 201.62 | TERENO |
| 169 | 7 48.773 | 77 43.987 | 201.05 | TERENO |
| 170 | 7 48.772 | 77 43.986 | 200.48 | TERENO |
| 171 | 7 48.771 | 77 43.983 | 199.91 | TERENO |
| 172 | 7 48.769 | 77 43.982 | 199.34 | TERENO |
| 173 | 7 48.768 | 77 43.981 | 198.77 | TERENO |
| 174 | 7 48.765 | 77 43.979 | 198.2 | TERENO |
| 175 | 7 48.762 | 77 43.976 | 197.63 | TERENO |
| 176 | 7 48.761 | 77 43.975 | 197.06 | TERENO |
| 177 | 7 48.759 | 77 43.974 | 196.49 | TERENO |
| 178 | 7 48.757 | 77 43.972 | 195.92 | TERENO |
| 179 | 7 48.755 | 77 43.970 | 195.35 | TERENO |
| 180 | 7 48.753 | 77 43.969 | 194.78 | TERENO |
| 181 | 7 48.750 | 77 43.968 | 194.21 | TERENO |
| 182 | 7 48.749 | 77 43.966 | 193.64 | TERENO |
| 183 | 7 48.748 | 77 43.965 | 193.07 | TERENO |
| 184 | 7 48.747 | 77 43.963 | 192.5 | TERENO |
| 185 | 7 48.744 | 77 43.960 | 191.93 | TERENO |
| 186 | 7 48.742 | 77 43.958 | 191.36 | TERENO |
| 187 | 7 48.740 | 77 43.957 | 190.79 | TERENO |
| 188 | 7 48.739 | 77 43.956 | 190.22 | TERENO |
| 189 | 7 48.738 | 77 43.955 | 189.65 | TERENO |
| 190 | 7 48.736 | 77 43.954 | 189.08 | TERENO |
| 191 | 7 48.734 | 77 43.953 | 188.51 | TERENO |
| 192 | 7 48.731 | 77 43.951 | 187.94 | TERENO |
| 193 | 7 48.729 | 77 43.950 | 187.37 | TERENO |
| 194 | 7 48.727 | 77 43.948 | 186.8 | TERENO |
| 195 | 7 48.725 | 77 43.948 | 186.23 | TERENO |
| 196 | 7 48.723 | 77 43.947 | 185.66 | TERENO |
| 197 | 7 48.721 | 77 43.946 | 185.09 | TERENO |
| 198 | 7 48.718 | 77 43.944 | 184.52 | TERENO |
| 199 | 7 48.716 | 77 43.943 | 183.95 | TERENO |
| 200 | 7 48.715 | 77 43.941 | 183.38 | TERENO |
| 201 | 7 48.713 | 77 43.940 | 182.81 | TERENO |
| 202 | 7 48.711 | 77 43.939 | 182.24 | TERENO |
| 203 | 7 48.708 | 77 43.938 | 181.67 | TERENO |
| 204 | 7 48.707 | 77 43.937 | 181.1 | TERENO |
| 205 | 7 48.706 | 77 43.935 | 180.53 | TERENO |
| 206 | 7 48.704 | 77 43.934 | 179.96 | TERENO |
| 207 | 7 48.702 | 77 43.933 | 179.39 | TERENO |
| 208 | 7 48.700 | 77 43.933 | 178.82 | TERENO |
| 209 | 7 48.700 | 77 43.932 | 178.25 | 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 INEL, 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. | 1° | 2° | 3° | 4° | 5° | |
| F 1: | | | | | | | | | |
| F 2: | | | | | | | | | |
| F 3: | | | | | | | | | |
| F 4: | | | | | | | | | |
| F 5: | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | |

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 | | | | | | | | |
| i | | | | | | | | |

| 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 | No tiene | Tapa Sanitaria | | | | | | Estructura | Carnastilla | | Tubería de limpia y rebosa | | Dado de protección | |
|-------------|----------|----------------|-------|--------|----------|----------|---|------------|-------------|----------|----------------------------|----------|--------------------|----------|
| | | Si tiene | | | Seguro | | | | No tiene | Si tiene | No tiene | Si tiene | No tiene | Si tiene |
| | | Concreto | Metal | Madera | No tiene | Si tiene | B | | | | | | | |
| | | B | R | M | B | R | | | M | B | R | M | | |
| 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. | Artisanal. | 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 rebosa | | 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 | B | R | | | | | | | | M | ne | B | M | e | B | M |
| | | B | R | M | B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 (Pasará a la pág. 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 (Pasará a la pág. 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 valvulas) | | | | | | | | Valvula Flotadora | | | | | |
| | Si tiene | | Metal | | Materia | | Seguro | | Si tiene | | Metal | | Materia | | Seguro | | Si tiene | | Si tiene | | | |
| | No tiene | B | R | M | B | R | M | B | R | M | B | R | M | B | R | M | B | R | M | B | M | |
| CRP-7 Nº 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRP-7 Nº 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRP-7 Nº 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRP-7 Nº 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRP-7 Nº 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRP-7 Nº 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRP-7 Nº 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRP-7 Nº 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRP-7 Nº 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRP-7 Nº 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRP-7 Nº 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRP-7 Nº 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRP-7 Nº 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRP-7 Nº 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRP-7 Nº 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRP-7 Nº 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

o **Piletas públicas.**

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

| DESCRIPCION | 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)

| DESCRIPCION | 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 Calculo

EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO EL TRIUNFO, DISTRITO NESHUYA, PROVINCIA DE PADRE ABAD, REGIÓN UCAYALI, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN – 2021

MEMORIA DE CÁLCULO

| | |
|----------------------|----------------------------|
| ELABORADO POR | MONTOYA RIOS, JARED DANIEL |
| CASERÍO | EL TRIUNFO |
| FECHA | 5/09/2021 |

1.- Cálculo de población futura

| MÉTODO = Analítico (Arimético) | | | | | | | |
|--------------------------------|----------|-----------|-----------|------|------------|--------------|-------|
| Año | Pa (Hab) | t (años) | P = Pf-Pa | Pa*t | r = P/Pa*t | r * t | |
| 1993 | 167 | | | | | | 166.4 |
| 2007 | 273 | 14 | 106 | 2338 | 0.045 | 0.635 | 275.2 |
| 2018 | 349 | 11 | 76 | 3003 | 0.025 | 0.278 | 392.8 |
| TOTAL | | 25 | | | | 0.913 | |

| | | | | | |
|----|-----|--------|---|------------------------------------|------|
| Pf | 607 | hab. | » | 607 | hab. |
| Pa | 349 | hab. | | | |
| r | 37 | x 1000 | | 2.81% | |
| t | 20 | años. | | Periodo de diseño sistema general. | |

$$p_f = p_a \left(1 + \frac{rt}{1000} \right)$$

| Sistema | Periodo (años) |
|----------------|----------------|
| Gravedad | 20 |
| Bombeo | 10 |
| Tratamiento | 10 |
| Fuente: DIGESA | |

2.- Calculos del Caudal

| Metodo volumetrico | | |
|--------------------|------------------|--------------|
| Nº prueba | Volumen (litros) | Tiempo (seg) |
| 1 | 19 | 9.61 |
| 2 | 19 | 9.70 |
| 3 | 19 | 9.55 |
| 4 | 19 | 9.78 |
| 5 | 19 | 9.21 |
| TOTAL | ---- | 47.85 |



Se hacen como minimo 5 mediciones del Caudal

| | | |
|-----|------|-------------|
| (t) | 9.57 | Seg. |
| V | 19 | Litros. |
| Q | 1.99 | litros/seg. |

| | | |
|-----|-----------------------------------|--|
| (t) | Tiempo promedio en seg. | |
| V | Volumen del recipiente en litros. | |
| Q | Caudal el litros/seg. | |

| | | |
|-------------------------|------|-------------|
| Q _(promedio) | 1.99 | litros/seg. |
| Q _(minimo) | 2.06 | litros/seg. |
| Q _(máximo) | 1.99 | litros/seg. |

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

3.- Demanda de agua

| POBLACIÓN (habitantes) | DOTACIÓN (1/hab/día) |
|------------------------|----------------------|
| Hasta 500 | 60 |
| 500 - 1000 | 60 - 80 |
| 1000 - 2000 | 80 - 100 |
| Fuente: R.N.E | |

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

Formula: $y = y_o$

| Consumo promedio diario anual Qm | | |
|----------------------------------|------|------------|
| Qm | 0.45 | l/s. |
| Pf | 607 | hab. |
| d | 64.3 | l/hab/dia. |



| | |
|----|-------------------------------|
| Qm | Consumo promedio diario (l/s) |
| Pf | Poblacion futura |
| d | Dotacion (l/hab/dia) |

| Consumo maximo diario (Qmd) y horario (Qmh) | | |
|---|------|-------------|
| Qm | 0.45 | litros/seg. |
| Qmd | 0.59 | litros/seg. |
| Qmh | 0.95 | litros/seg. |



| | |
|-----|-------------------------------|
| Qm | Consumo promedio diario anual |
| Qmd | Consumo maximo diario |
| Qmh | Consumo maximo horario |

| Formula | | |
|---------------|----|------|
| Qmd = k1 * Qm | K1 | 1.3 |
| Qmh = k2 * Qm | K2 | 2.11 |

4.- Calculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la camara humeda

**CÁLCULO DEL GOLPE DE ARIETE
LÍNEA DE IMPULSIÓN POZO PROFUNDO Q_b = 1.00 LPS**

1.00 Parametros de diseño:

| | | |
|--|--------|------------------|
| Caudal maximo diario | 1.00 | lps |
| Numero de horas de bombeo (N) | 12.00 | horas |
| Caudal de bombeo | 1.50 | lt/seg |
| Cota nivel de bombeo (nivel de parada) | 50.00 | msnm |
| Cota de llegada al punto de descarga | 140.00 | msnm |
| Altura estática (H _e) | 90.00 | m |
| Altura dinamica de bombeo (ADT) | 97.75 | m |
| Longitud de la tubería (L) PVC | 400.00 | m |
| Coficiente de Hazen Williams | 150.00 | |
| Velocidad maxima del flujo | 1.01 | m/s |
| Constante de gravedad | 9.81 | m/s ² |
| Material propuesto de la tubería | PVC | |
| Diametro de tubería exterior | 48.00 | mm |
| Diametro de tubería interior | 43.40 | mm |
| Espesor de la Tubería | 2.30 | mm |

2.00 Calculo del golpe de ariete

Carga por sobre presion de Golpe de Ariete (h_{golpe})

$$h_{golpe} = \frac{a \times V}{g}$$

Con: V = Velocidad del liquido en m/s
a = Velocidad de aceleracion de la Onda en m/s
g = Aceleracion de la Gravedad en m/s²

Velocidad de aceleracion de la onda (a) calculado por:

$$a = \sqrt{\frac{Kv}{\rho \times \left(1 + \frac{Kv \times d}{E \times e}\right)}}$$

ρ = 1000 Kg/m³ Densidad del agua a 20 °C
Kv = 2.20E+09 Pa Modulo de Bulk del agua(a 20 °C)
d = 43.40 mm Diametro interior de la tubería
E = 2.75E+09 Pa Modulo de Elasticidad
e = 2.30 mm Espesor del tubo

Resulta un a = 369.71 m/s

Tiempo de parada de la bomba (T)

$$T_c = C + \frac{K \times L \times V}{g \times H_m}$$

Formula de Mendiluce

L = 400.00 m Longitud del Tramo
V = 1.01 m/s Velocidad del flujo
g = 9.81 m/s² Aceleracion de la gravedad
H_m = 97.75 m Altura Dinamica Total
C y K Coeficientes de ajuste empirico

Calculo de la sobrepresion por golpe de ariete

Para el calculo de la sobrepresion, se aplicara las formulas de Michaud o de Allieve, según se cumpla las siguientes condiciones:

| | | | | | | |
|--------|-----------------|--------|---------------|---------|---------------|--|
| L > Lc | Impulsion Larga | T ≤ Tp | Cierre rapido | Allieve | $h_{golpe} =$ | $\frac{a \times V}{g}$ |
| L < Lc | Impulsion Corta | T > Tp | Cierre lento | Michaud | $h_{golpe} =$ | $\frac{2 \times L \times V}{g \times T}$ |

Finalmente la sobre carga por golpe de ariete h_{golpe} resulta en:

$$h_{golpe} = 38.21 \text{ m.c.a.}$$

3.00 Presion total

La presion total resulta de la suma de ADT mas h_{golpe} :

$$\begin{aligned} h_{golpe} &= 38.21 \text{ m.c.a.} \\ ADT &= 97.75 \text{ m.c.a.} \\ P \text{ Max} &= 135.96 \text{ m.c.a.} \end{aligned}$$

4.00 Selección de la clase

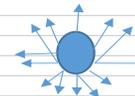
| Material | Diametro | Presion de Funcionamiento Admisible (PFA) | Tipo/Clase |
|---------------------------|----------|---|------------|
| La Tuberia seleccionada : | | | |
| PVC | 48.00 | 100 mca | PN10 |

5.00 BIBLIOGRAFIA

Hosang/Bischof 1998: Anwassertechnik, B.G. Teubner-Verlag, Stuttgart
 Catedra de Ingenieria Rural: Escuela Tecnica de Ingenieria Tecnica Agricola de Ciudad Real

CALCULOS DE DIMENSIONAMIENTO DE RESERVORIO ELEVADO V = 10 M3

| DATOS BASICOS | | | | |
|---------------------------------------|---|------------------------|---------------|--|
| ITEM | Parametros Basicos de diseño | Datos de diseño | Unidad | Referencia, criterio o calculo |
| 1 | Ambito geografico del proyecto= | Sierra | region | Referencia 1, Capitulo III item 1 (Costa, Sierra o selva), ubicación del proyecto |
| 2 | Periodo de diseño recomendado= | 20 | años | Referencia 1, Capitulo III item 2 inciso 2.2 |
| 3 | Poblacion diseño año 20 = | 200 | habitantes | Referencia 1, Capitulo III item 3, poblacion proyectada |
| 4 | Dotacion (l/hab/dia)= | 80 | l/hab./dia | Referencia 1, Capitulo III item 5 inciso 5.2 tabla 1 |
| 5 | Coef. variacion maximo diario K1= | 1.3 | adimensional | Referencia 1, Capitulo III item 7 inciso 7.1 |
| 6 | Coef variacion maximo horario K2= | 2 | adimensional | Referencia 1, Capitulo III item 7 inciso 7.2 |
| 7 | Volumen de regulacion = | 25% | % | Referencia 1 Capitulo V item 5 inciso 5.4. El 25% del Qp y fuente de agua continuo; |
| 8 | Volumen de reserva = | 0% | % | Referencia 1, Capitulo V, item 5.1 y 5.2, en casos de emergencia, suspension temporal |
| 9 | Caudal promedio anual Qp = | 1.85 | l/s | =(3)*(4)/86400 |
| 10 | Caudal maximo diario anual Qmd = | 2.41 | l/s | =(9)*(5) |
| 11 | Caudal maximo horario anual = | 3.70 | l/s | =(9)*(6) |
| DIMENSIONAMIENTO | | | | |
| 12 | Vol Reserv= | 10.00 | m3 | =(7)x(3)x(4)/1000 |
| 13 | Ancho interno = | 5 | m | asumido |
| 14 | Largo interno = | 5 | m | asumido |
| 15 | Altura util de agua= | 1.60 | m | =(12)/((13)*(14)) |
| 16 | Distancia vertical eje salida y fondo reservorio = | 0.15 | m | Referencia 1, Capitulo V item 5 inciso 5.4. Para instalacion de canastilla y evitar entrada |
| 17 | Altura total de agua en reservorio= | 1.75 | m | =(15)+(16) |
| 18 | Relación del ancho de la base y la altura (b/h)= | 2.86 | adimensional | Referencia 3: (b)/(h) entre 0.5 y 3 OK |
| 19 | Distancia vertical techo reservorio y eje tubo de ingreso de agua= | 0.2 | m | Referencia 1 capitulo II item 1.1, parrafo 4. Referencia 2, Norma IS 010 Item 2.4 |
| 20 | Distancia vertical entre eje tubo de rebosa y eje ingreso de agua = | 0.2 | m | Referencia 1 capitulo II item 1.1, parrafo 4. Referencia 2, Norma IS 010 Item 2.4 |
| 21 | Distancia vertical entre eje tubo de rebosa y nivel maximo de agua = | 0.1 | m | Referencia 1 capitulo II item 1.1, parrafo 4. Referencia 2, Norma IS 010 Item 2.4 |
| 22 | Altura total interna = | 2.25 | m | =(17)+(19)+(20)+(21) |
| 23 | Diametro entrada | 2 1/2 | pulg | Referencia 1: Capitulo Item 2 Inciso 2.3 y 2.4 o diseño de linea de conduccion |
| 24 | Diametro salida | 3 | pulg | Referencia 1: Capitulo Item 2 Inciso 2.3 y 2.4 o diseño de linea de aduccion |
| 25 | Diametro de rebosa | 4 | pulg | Referencia 1 capitulo II item 1.1, parrafo 4. Referencia 2, Norma IS 010 Item 2.4 inciso m |
| 26 | Diametro de limpia | 4 | pulg | Referencia 1, Capitulo V item 5 inciso 5.4 "debe permitir el vaciado en 2 horas". En este caso dos horas es mucho tiempo se considera aproximadamente 0.5 horas de vaciado |
| DIMENSIONAMIENTO DE CANASTILLA | | | | |
| Consideraciones: | | | | |
| | Longitud de canastilla (L) sea mayor a 3 veces diametro salida y menor a 6 Ds = | | 5 veces | Se adopta 5 veces |
| | DS (Diametro de salida) = | 80.1 | mm | Diametro interno PVC 2" = (88.5-2*4.2) mm |
| | L de canastilla = | 400.5 | mm | |
| | Area de Ranuras (Ar) (radio 7 mm)= | 38.4846 | mm2 | |
| | DC (Diametro canastilla) = 2 veces diametro de salida = | 160.2 | mm | 6" |
| | Longitud de circunferencia canastilla= | 251.64216 | mm | |
| | Numero de ranuras por diametro maximo separados 20 mm= | 13 | unidades | |
| | At (area total de ranuras) = doble tuberia salida= | 10078.2685 | mm2 | |
| | Numero total de ranuras = At/Ar= | 262 | unidades | |
| | Numero de filas transversal a canastilla= | 20 | filas | |
| | Espaciamiento de perforaciones longitudinal al tubo= | 19.025 | mm | |
| Nota: | | | | |
| | Referencia 1: "Guia de diseño para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ambito rural" | | | |
| | Referencia 2: "Reglamento Nacional de Edificaciones" | | | |
| | Referencia 3: "Guia para el diseño y construccion de reservorios apoyados" OPS 2004 | | | |



Anexo 7: Panel Fotográfico



FOTOGRAFIA 01: CENTRO POBLADO EL TRIUNFO



FOTOGRAFIA 02: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL CENTRO POBLADO EL TRIUNFO



FOTOGRAFIA 03: VALVULA DE PURGA DEL CENTRO POBLADO EL TRIUNFO



FOTOGRAFIA 04: ENCUESTA A LOS MORADORES DEL CENTRO POBLADO EL TRIUNFO



FOTOGRAFIA 05: TUBERAS EXPUESTAS DEL CENTRO POBLADO EL TRIUNFO

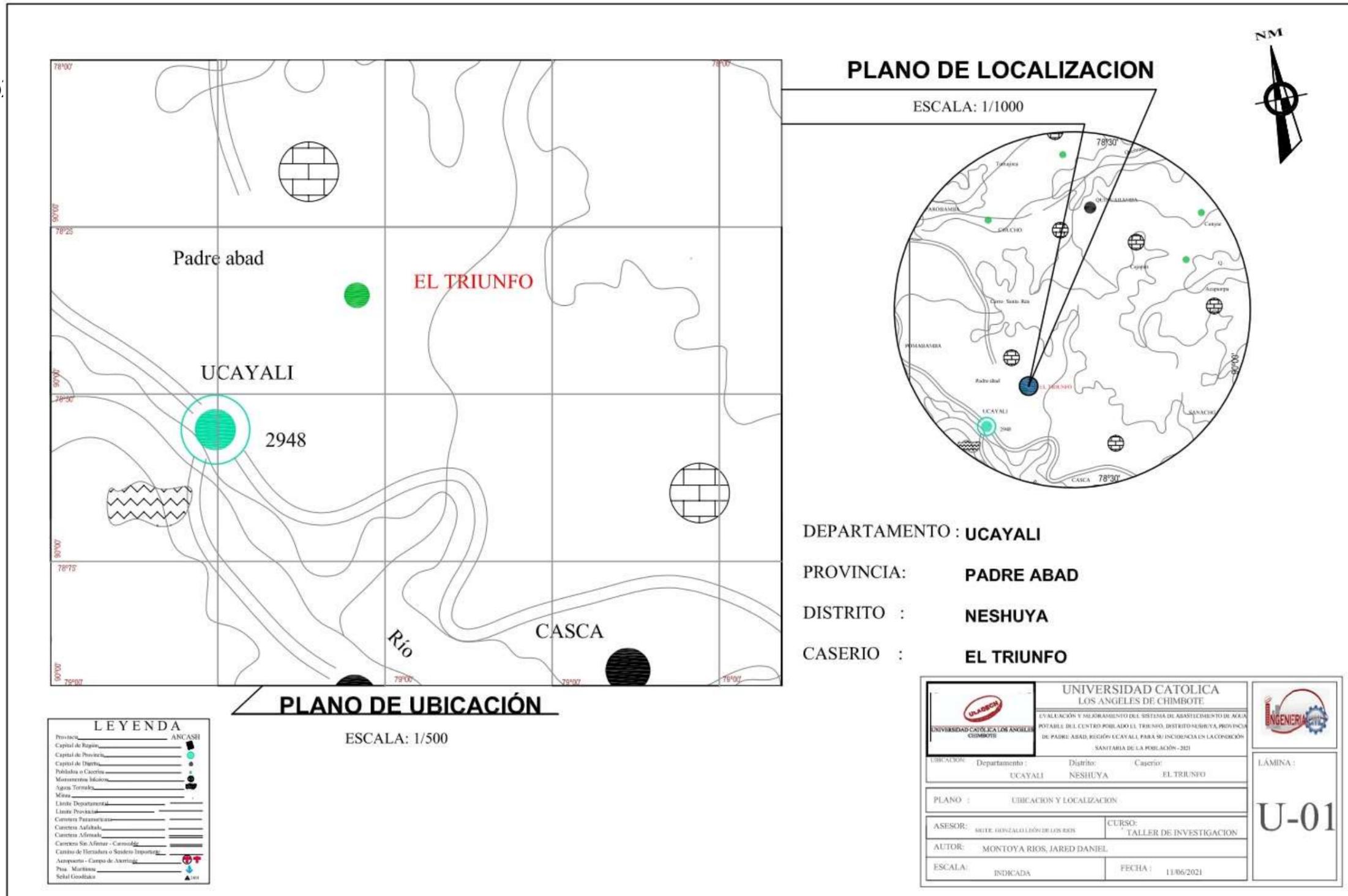


FOTOGRAFIA 06: ESTADO DE LA LLAVE DE PASO PARA LA TUBERIA DE IMPULSION

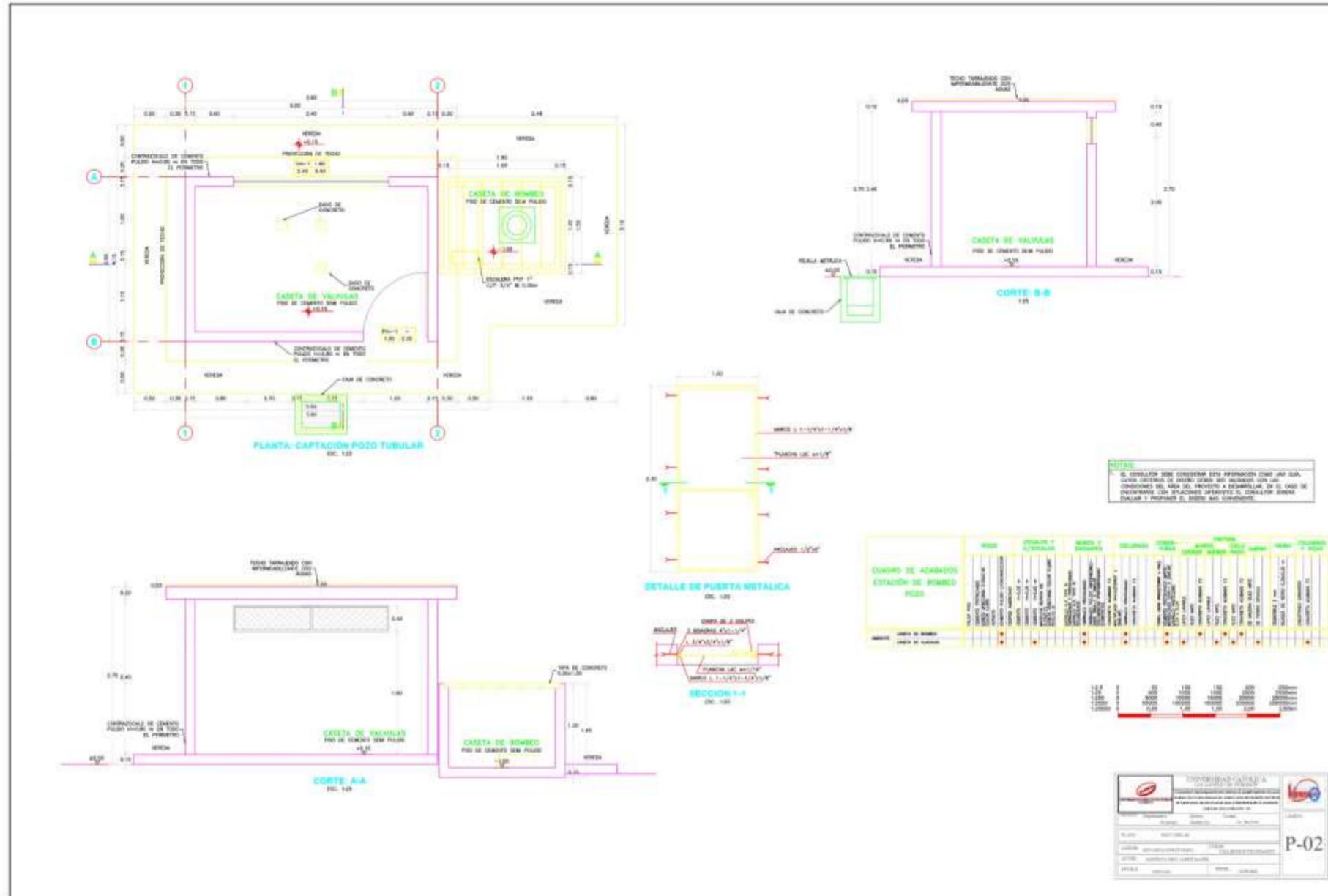
Anexo 8: Planos arquitectónicos y estructurales

Plano 1 ubicación y localización

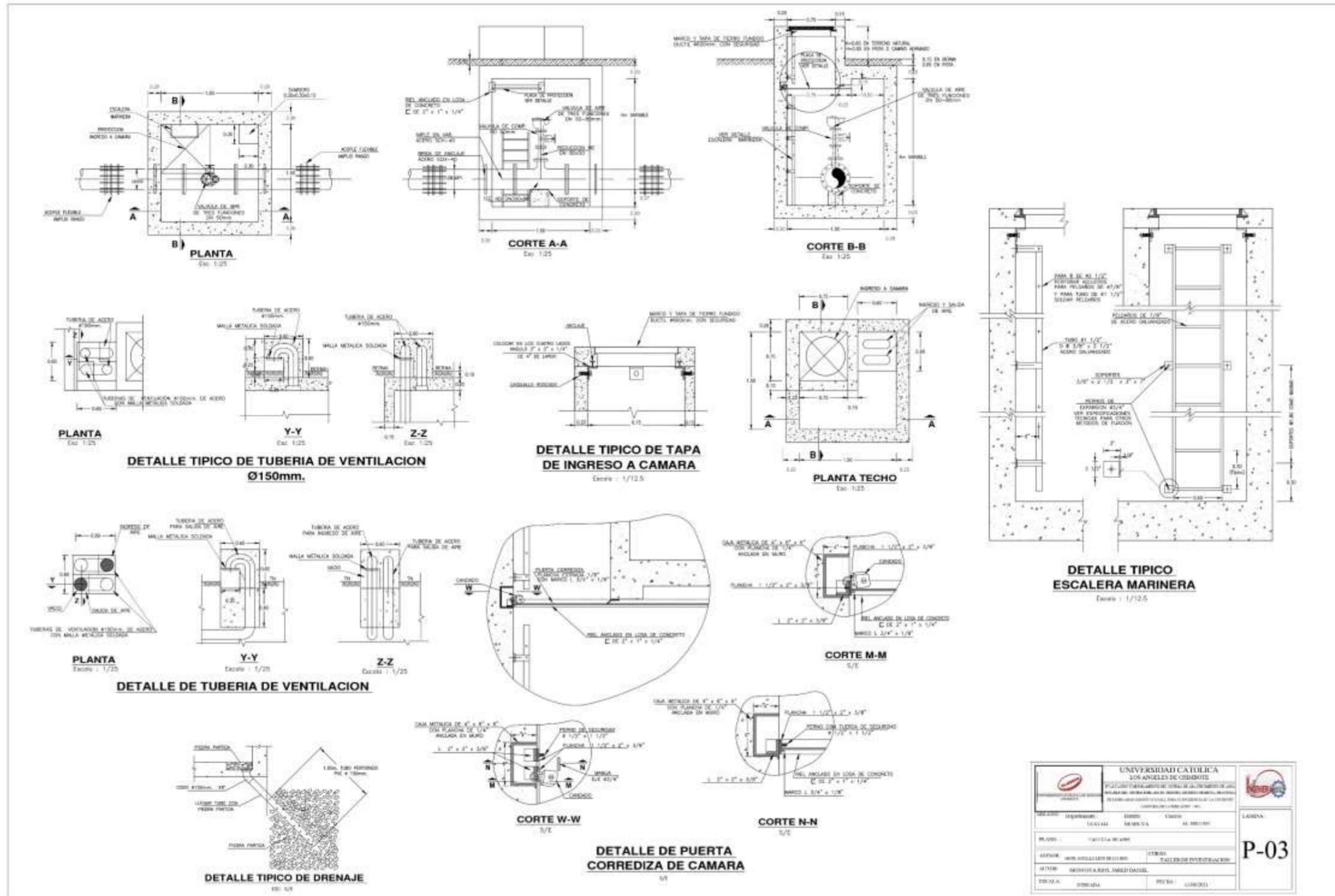
Plano



Plano 4 caseta para el pozo tubular

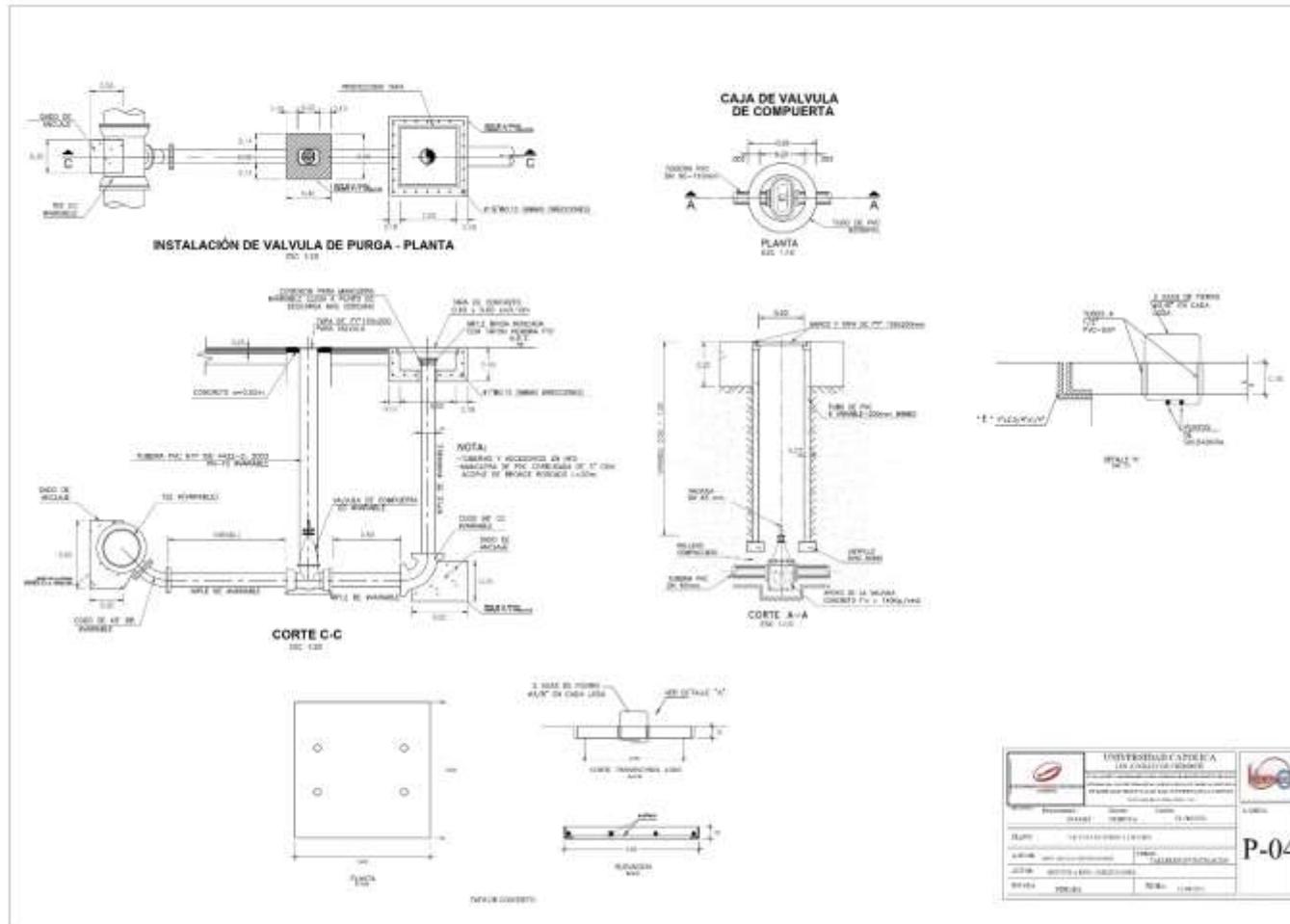


Plano 5 válvula de aire



| | | | | |
|-----------------------------|------------------------------------|--|-------------------|-----------------|
| | | UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CIDROTZ | | |
| DEPARTAMENTO: INGENIERIA | FACULTAD: INGENIERIA | CARRERA: INGENIERIA | GRUPO: 01 | LAMINA: P-03 |
| PLANO: VALVULA DE AIRE | TITULO: TALLER DE INVESTIGACION | AUTORES: INGENIERO ARIEL JAMES GARCIA | FECHA: 11/2023 | |

Plano 6 válvula de purga



| | | |
|---|--|---|
|  UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTA CRUZ <small>UNIVERSITY OF THE HOLY CROSS</small> | |  |
| Carrera: ARQUITECTURA Asignatura: PROYECTO DE ARQUITECTURA | Fecha: 15/05/2023 Hora: 14:00 | |
| Proyecto: PLANO 6 | | P-04 |
| Autor: ALVARO GARCIA Profesor: DR. CARLOS GARCIA | | |