



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE
AGUA POTABLE EN EL CASERÍO VILLA MERCEDES,
DISTRITO DE RAYMONDI, PROVINCIA DE
ATALAYA, REGIÓN UCAYALI, PARA SU INCIDENCIA
EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN –
2022**

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

AUTOR

FLORES PULCHA, BEYSON FERNANDO

ORCID: 0000-0003-4069-4353

ASESOR

LEÓN DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL

ORCID: 0000-0002-1666-830X

CHIMBOTE – PERÚ

2022

1. Título de la tesis.

Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2022.

2. Equipo de Trabajo

Autor

Flores Pulcha, Beyson Fernando

ORCID: 0000-0003-4069-4353

**Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Estudiante de Pregrado,
Chimbote, Perú**

Asesor

León De Los Ríos, Gonzalo Miguel

ORCID: 0000-0002-1666-830X

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

Presidente

Sotelo Urbano, Johanna del Carmen

ORCID ID: 0000-0001-9298-4059

Miembro

Lazaro Díaz, Saul Heysen

ORCID ID: 0000-0002-7569-9106

Miembro

Bada Alayo, Delva Flor

ORCID ID: 0000-0002-8238-679X

3. Hoja de firma del jurado y asesor

Sotelo Urbano, Johanna del Carmen

Presidente

Lazaro Díaz, Saul Heysen

Miembro

Bada Alayo, Delva Flor

Miembro

León De Los Ríos, Gonzalo Miguel

Asesor

4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria

Agradecimiento

Agradecer a Dios por la vida, salud, sabiduría para lograr cada una de mis metas, y por la fuerza que cada día me da para salir adelante.

A mi familia por su apoyo siempre apoyarme, en cumplir mis objetivos y poder lograr ser un gran profesional.

Dedicatoria

Dedico este gran logro a mi familia y a mis amigos, por siempre apoyarme en brindarme aminos, para cumplir con mis objetivos profesionales.

5. Resumen y abstract

Resumen

En la presente investigación se aplicó la línea de investigación: Sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, donde tuvo como objetivo general; Realizar el diseño de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2022. La metodología que se aplicó en la investigación será del tipo correlacional, nivel cualitativo y cuantitativo, de diseño descriptivo no experimental de corte transversal. El resultado comprende en un sistema SA-03, aplicando la RM-192-Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, donde se contará con el diseño de un pozo tubular de profundidad de 100 m, con una sección de \varnothing de 6 pulg, el cual estará entubado con tubería de PVC C-10 de un \varnothing de 4 pulg, en una longitud de 20 m. de perforación del pozo será de un \varnothing de 6 pulg, ya que contará con un filtro de \varnothing de grava de $\frac{1}{4}$ pulg y $\frac{3}{4}$ pulg. El volumen de almacenamiento del reservorio será de 10 m³, donde esta será abastecida mediante la línea de impulsión desde el pozo tubular hacia el reservorio con una tubería de un \varnothing de 2 pulg, la línea de aducción será de tubería de PVC C-10 de un \varnothing de 2 pulg y un rebose de tubería de PVC C-10 de un \varnothing de 3 pulg, se concluye con el diseño de tubería PVC C-10 de \varnothing 2 plg y 1 $\frac{1}{2}$ plg, las redes de distribución, según los tramos detallados en los planos de la tesis, se contara con 24 conexiones domiciliarias con tuberías de PVC C-10 de \varnothing de $\frac{1}{2}$ plg, esta tubería se empalmará a la red matriz de agua potable \varnothing 1 $\frac{1}{2}$ pulg.

Palabra clave: Sistema de abastecimiento agua potable, diseño del sistema, condición sanitaria.

Abstract

In the present investigation, the line of investigation was applied: Drinking water supply system in the Villa Mercedes farmhouse, where its general objective was; Carry out the design of drinking water supply in the Villa Mercedes farmhouse, Raymondi district, Atalaya province, Ucayali region, for its impact on the health condition of the population - 2022. The methodology applied in the research will be of the correlational type, qualitative and quantitative level, non-experimental descriptive cross-sectional design. The result includes a SA-03 system, applying RM-192-Ministry of Housing, Construction and Sanitation, where there will be a design for a 100 m deep tubular well, with a 6-inch \varnothing section, which It will be piped with PVC C-10 pipe of a \varnothing of 4 inches, in a length of 20 m. The drilling of the well will be of a \varnothing of 6 inches, since it will have a filter of gravel \varnothing of $\frac{1}{4}$ in. and $\frac{3}{4}$ in. The storage volume of the reservoir will be 10 m³, where it will be supplied through the discharge line from the tubular well to the reservoir with a 2-inch \varnothing pipe, the adduction line will be made of PVC C-10 pipe of a \varnothing of 2 inches and an overflow of PVC C-10 pipe of a \varnothing of 3 inches, it is concluded with the design of PVC C-10 pipe of \varnothing 2 inches and 1 $\frac{1}{2}$ inches, the distribution networks, according to the sections detailed in the plans of the thesis, there will be 24 household connections with PVC C-10 pipes of \varnothing $\frac{1}{2}$ inch, this pipe will be connected to the main network of drinking water \varnothing 1 $\frac{1}{2}$ inches.

Key word: Drinking water supply system, system design, sanitary condition.

6. Contenido

1. Título de la tesis.	ii
2. Equipo de Trabajo.	iii
3. Hoja de firma del jurado y asesor	iv
4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria	vi
5. Resumen y abstract	ix
6. Contenido	xi
7. Índice de figuras, gráficos, tablas, cuadros y fotografías	xiii
I. Introducción	1
II. Revisión de literatura	3
2.1 Antecedentes	3
2.2 Bases teóricas de la investigación	10
III. Hipótesis	23
IV. Metodología	24
4.1 Diseño de la investigación	24
4.2 Población y muestra	25
4.3 Definición y operacionalización de las variables e indicadores	27
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	28
4.5 Plan de análisis	29
4.6 Matriz de consistencia	31
4.7 Principios éticos	34

V. Resultados	35
5.1 Resultados.....	35
5.2 Análisis de resultados	42
VI. Conclusiones	44
Aspectos complementarios	46
Recomendaciones	46
Referencias bibliográficas	47
Anexos	54
Anexo 1. Instrumento de recolección de datos	55
Anexo 2. Consentimiento informado	59
Anexo 3. Norma Técnica de Diseño.	62
Anexo 4. Cálculos hidráulicos	127
Anexo 5. Planos del diseño.....	134
Anexo 6. Panel fotográfico	141

7. Índice de figuras, gráficos, tablas, cuadros y fotografías

Figuras

Figura 1. Caserío.....	10
Figura 2. Agua	12
Figura 3. Agua potable	13
Figura 4. Sistema de abastecimiento de agua potable	15
Figura 5. Sistemas de agua potable para el ámbito rural.	16
Figura 6. Sistema de agua por gravedad.....	18
Figura 7. Sistema de agua por bombeo.....	18
Figura 8. Captación.....	19
Figura 9. Pozo excavado profundo	20

Gráficos

Grafico 01. Cantidad de agua potable.....	39
Grafico 02. Cobertura de agua.	40
Grafico 03. Continuidad de agua.	40
Grafico 04. Calidad de agua.....	41

Tablas

Tabla 1. Dotación por región	14
Tabla 2. Dotación por número de habitantes	15
Tabla 3. Periodo de diseño de la infraestructura.....	17

Cuadros

Cuadro 01. Definición y operacionalización de variables.....	27
Cuadro 02. Matriz de consistencia.	31
Cuadro 03. Aplicación del Algoritmo de selección.....	35
Cuadro 04. Datos de diseño.....	36
Cuadro 05. Memoria de cálculo de diseño.	36
Cuadro 06. Memoria de cálculo de la línea de impulsión.	37
Cuadro 07. Memoria de cálculo de la línea de aducción.....	37
Cuadro 08. Se describe en el cuadro 08 el cálculo de la red de agua.	38

I. Introducción

En el presente estudio se centró en mejorar las condiciones sanitarias de la población del caserío Villa Mercedes, que se ubica en el distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali, en las coordenadas 686284.00 E y 8830600 N, donde actualmente no dispone de un sistema de abastecimiento de agua potable, ya que el recurso hídrico extraído proviene de un pozo excavado de manera artesanal, de modo que el agua que consumen no recibe ningún tratamiento, frente a esta necesidad se obtuvo un sistema de abastecimiento de agua potable y se planteó el siguiente **enunciado del problema** ¿El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali, mejorara la condición sanitaria de la población - 2022?, para dar respuesta a la interrogancia se tuvo como **objetivo general**, Realizar el diseño de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali, para su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2022, a su vez se consideró los siguientes **objetivos específicos**, Establecer el sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali – 2022, Elaborar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali – 2022, Determinar la incidencia en la condición sanitaria del caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali – 2022, la investigación se **justificó** ante la necesidad que padece la población del caserío Villa Mercedes, dado que ni cuenta con un sistema de abastecimiento de agua de calidad, donde el

agua que consumen les genera enfermedades gastrointestinales, la recopilación de datos se basó en obtener la información relevante del caserío y de su población, considerando las fuentes confiables, que nos direcciono a los resultados del presente trabajo de investigación. La **metodología** que se aplicó en la investigación fue del tipo correlacional y corte transversal, por lo tanto, tuvo un diseño básico de método no experimental, en vista de que no ejerce ningún control de las variables, además se ciñe a estudios cualitativos y cuantitativos., **la muestra** en esta investigación estuvo constituido por el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali – 2022. La **delimitación temporal** se realizó entre los meses de julio del 2022 a octubre 2022 y estuvo en la **delimitación espacial** comprendido en el periodo del mes de julio a octubre del 2022, en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali. Se **concluye** con un sistema de abastecimiento 03, aplicando la RM-192-Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, donde se contará con una captación subterránea, línea de conducción, reservorio, desinfección, línea de aducción y red de distribución, considerando el RM-192-Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

II. Revisión de literatura

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

Como me dice Mogro (1), En su tesis sobre; Diseño de los sistemas de agua potable y de alcantarillado de la Comunidad Recinto Pedro Velez Moran, ubicada en la parroquia Rosario, cantón El Empalme, provincia del Guayas – Ecuador, tiene como finalidad analizar el diseño de pre factibilidad de los sistemas de agua potable, redes de alcantarillado y plantas de tratamiento del campus Pedro Vélez Morán del Cantón El Rosario, El Empalme, Guayas. Se sugiere un eficiente abastecimiento de agua potable por el caudal de pozos de este municipio, alimentados por un sistema de bombeo y aireador para remover metales pasados, y se realiza un proceso de desinfección. El diagnóstico se realiza teniendo en cuenta la ubicación del estudio, tipo de presentación, poblacional, topográfica y otras condiciones. Su desarrollo beneficiará a las personas, redundando en salud y bienestar, ya que las personas podrán autoabastecerse de fluidos vitales de manera segura, creando así una mejor calidad de vida, con saneamiento y eliminación de desechos. Los tanques de bajo nivel están diseñados para suplir el faltante de los tanques de control de alto nivel, ya través del sistema de bombeo, suplir el faltante en el tiempo más necesario. Asimismo, se consideró que las normas y leyes vigentes en el Ecuador cumplen con los requisitos de calidad sanitaria desde el momento en que el agua es captada y entregada a los consumidores en condiciones adecuadas.

Manifiesta Oyarvide (2), En su trabajo de investigación; Diseño de rehabilitación de la red de distribución de agua potable en un sector de la parroquia García Moreno, ubicado alrededor de las calles Venezuela y Avenida Quito, para una población de 5700 habitantes, propuso la elaboración de un diseño hidráulico para restaurar la red de agua potable del sector CTC-031 situado en el centro de Guayaquil. La población está conformada por cinco mil setecientos habitantes y cuenta con conexiones domiciliarias activas de mil cientos ochenta y ocho hasta la data, particularmente se puede presenciar clases sociales medias con ricas áreas comerciales en su periferia. Las redes de agua potable existentes en esta zona están deterioradas y defectuosas, por lo tanto, se muestra un alto porcentaje de agua no contabilizada que es de 79,69%. Se tomó como horizonte de diseño el año dos mil cuarenta y cinco, tal como lo exige la normativa exigida por INTERAGUA, organismo encargado del servicio de agua potable de la ciudad de Guayaquil. Para el modelado de la red es necesario utilizar el programa EPANET, de esta forma se puede verificar que el proyecto cumple con los requisitos requeridos. La presión de trabajo en la red es de 15 m.c.a en circunstancias normales.

Según Estrella (3), En su tesis titulada; Diseño de la red de agua potable para la comunidad de Collas, provincia de Cotopaxi, Tuvo como propósito diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Collas en la provincia de Cotopaxi. Con el fin de recopilar información del sitio, se llevó a efecto un levantamiento

topográfico del área para examinar la superficie del terreno y la presente evaluación de la condición del sistema de agua y sus componentes. Posteriormente al estudio realizado tomando en cuenta a la normativa vigente se propusieron opciones de diseño. Entre las alternativas propuestas se seleccionará la mejor opción con bases a criterios económicos y técnicos adaptables a la comunidad de Collas, para que el proyecto pueda cumplir con el consumo de agua respetando la calidad del agua, cantidad y presión apropiadas en la repartición a la población presente y futura. Por consiguiente, se elaboró un presupuesto donde se ha incluido la cooperación de la comunidad del 44.07% corresponde a las actividades comunitarias.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Menciona Díaz (4), En su tesis de investigación; titulada Diseño de abastecimiento de agua potable mediante el uso de aguas subterráneas en el asentamiento humano Villa los Andes, Campoy – 2018, propuso diseñar un sistema de agua potable que tenga la capacidad de dar solución al insuficiente abastecimiento. Este estudio pertenece al tipo descriptivo ya que pudimos obtener información utilizando equipos de campo, fichas técnicas. A través de este instrumento, es posible adquirir datos para el diseño de sistemas y procesar todo lo recolectado, utilizando fórmulas detalladas que se encuentra en las normas, para resolver los problemas que enfrenta actualmente la población, por ende, se puede brindar una solución alternativa. El Asentamiento Humano Villa los Andes consta de ciento veinte lotes donde habita la

población. La evaluación del sistema comienza donde se obtiene el recurso que es en el pozo, segundo los diseños de línea de impulsión y del reservorio, luego los diseños de línea de aducción y la red de distribución propuesta para conectar ciento veinte hogares. Por tal motivo, se evaluaron y diseñaron todos los componentes que dieron forma al desarrollo de este estudio, teniendo en cuenta el uso del reglamento nacional de edificación, normas técnicas de Sedapal, también se tomó información de un pozo existente, enfocándose en la solución, finalmente por los desniveles que presentan en el Asentamiento Humano Villa los Andes, dificultó el diseño de abastecimiento de agua potable por lo que se creó una división en dos regiones bajas.

Expresa Alegría (5), En su trabajo de investigación; Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la calidad de vida de los pobladores del Sector Satélite, La Banda de Shilcayo, San Martín, tiene como finalidad realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del Sector Satélite parte alta, en base a lo alcanzado del análisis de laboratorio correspondiente a la fuente, lo cual incluye efectuar un conjunto de operaciones física, químicas y biológicas para neutralizar sustancias no deseables. Se han realizado cálculos para el diseño hidráulico del sistema de suministro de agua potable, esto complementó los conocimientos obtenidos en aula de diferentes estudios como topografía, mecánica de fluidos, teniendo como indicador la cifra de personas que serán beneficiadas.

Estableciendo la cantidad aproximada que requiere el sector Satélite y por lo tanto le permite satisfacer las necesidades de vida de esta población. Y finalmente utilizamos el programa WaterCAD para simular y comprobar el funcionamiento del sistema logrando de esta manera mejores resultados. Para determinar los componentes del diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable, se contempló todo el criterio que estipula el reglamento, garantizando un buen proyecto, por lo que contribuirá en el desarrollo sostenible del sector, asegurando el consumo de agua salubre y aumentando la calidad de vida de la población.

Según Surco (6), En su tesis; Propuesta de sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad y letrinas de arrastre hidráulico para las comunidades de Pilco, Catarani, Huañaraya y Purumpata del distrito de Yanahuaya-Sandia-Puno, tuvo como objetivo proponer un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad y tratamiento de excretas mediante letrinas de arrastre hidráulico para las comunidades de Pilco, Catarani, Huañaraya y Purumpata, para lograr este objetivo se realizó investigación de campo logrando obtener la descripción general de las condiciones físicas, económicas y sociales de la población llegando a concluir que el sistema integral de agua potable y el tratamiento de agua residuales domésticas propuesto en esta tesis mejorará el servicio de saneamiento básico de las comunidades de Pilco, Catarani, Huañaraya y Purumpata, recalca además que el diseño del sistema de agua potable las captaciones de tipo ladera, línea de

conducción, cámara rompe presiones, reservorio cuadrado apoyado y redes de distribución, además de la instalación de piletas domiciliarias.

2.1.3 Antecedentes locales

Citando a Avendaño (7), En su tesis; Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío San Lorenzo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali – año 2019, tuvo como objetivo general Realizar el cálculo y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío San Lorenzo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, el estudio actual de la investigación es descriptivo, ya que requiere entender los fenómenos y/o aspectos de la realidad del caserío San Lorenzo, este de tipo no experimental, donde el nivel es tipo visual personalizada y directa descriptiva , cualitativo y cuantitativo. Los resultados obtenidos con el nuevo planteamiento muestran o muestran el diseño de la línea de aducción y en la red de distribución, se encontraron velocidades, pendientes, diámetros y presiones satisfactoriamente, todas cumplieron de acuerdo a los parámetros estipulados.

Según Alvarado (8), En su tesis; Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Nuevo San Martín, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, año 2019, tuvo como objetivo general; Realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío San Martín, distrito de Calleria, provincia

de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, la metodología que se empleo es de tipo descriptivo, nivel cualitativo, diseño no experimental y de corte transversal. Se concluye de diseño de la línea de aducción con una longitud de 20.30 m, y con 342 m, de redes, también 15 conexiones domiciliarias a nivel de la pileta por cada lote de habitado, se contará con un tipo de sistema ramificado, de la misma manera se empleó un periodo de 20 años aplicando la Resolución Ministerial N° 192-2018, cumpliendo con los objetivos tanto específico como generales se puede aplicar El Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Caserío Nuevo San Martín, Distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali, para la mejora de la condición sanitaria de la población.

Según Flores (9), En su tesis; Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Masaray, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, año 2019, tuvo como objetivo general; Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Masaray, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, la metodología en el presente proyecto de investigación es de tipo descriptivo, no experimental y de corte transversal, donde el nivel de la presente investigación es cualitativo y cuantitativo. Se concluye en el año 20 (2039) el volumen de almacenamiento es de 13 m³, abastecerá de agua potable a la población eficientemente, la población del caserío Masaray para el año 2039 es de 558 habitantes, con el diseño dese cumplirá con la demanda

de agua potable, se alcanza a elevar el nivel de vida y de las condiciones de salud de cada uno de los habitantes.

2.2 Bases teóricas de la investigación

2.2.1 Población

Teniendo en cuenta Tamayo (10), Manifiesta que son las personas del caserío en estudio, donde la cantidad de la población es esencial para el diseño del sistema de abastecimiento, considerando su proyección.

Según Lossio (11), Considera uno de los puntos más importantes en el proyecto de abastecimiento de agua potable, es considerar la evaluación de la población actual, donde es necesario hacer el estudio, basados en censos actuales, recientes y confiables que aporten en cumplir con el objetivo general del estudio.



Figura 1. Caserío

Fuente: Elaboración propia (2022)

a) Población de diseño

Es la población involucrada para el diseño del sistema de abastecimiento, donde se tomará datos de censos determinado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, considerando un dato relevante de la tasa de crecimiento población en la zona de estudio. (11)

Tal como Pittman (12), argumenta que la población de diseño del estudio, es un tiempo determinado para el cual se considera en función del sistema de diseño, cumpliendo con las variables, el cual se evalúa para lograr un proyecto económicamente viable.

$$Pf = Pa \left(1 + t * \frac{r}{100} \right) \dots\dots\dots Formula (1)$$

Donde:

Pf: Población futura

Pa: Población actual

r: Coeficiente de crecimiento por departamento

t: Periodo de diseño

2.2.2 Agua

Con base en Pradrana (13), Cuando se hace referencia al agua, se puede decir entre muchas cosas que este es insustituible en la vida del hombre, ya que este recurso es necesario para una serie de actividades que este realiza, ya sean estas actividades agrícolas, ganaderas, domésticas, entre otras, en sí el agua es de suma importancia y esencial en nuestra vida para las actividades que se realiza por el hombre en la vida diaria.

Citando a Perez et. al. (14), considera que el agua es una sustancia líquida y donde sus compuestas por dos átomos, oxígeno e hidrogeno, donde el agua se puede encontrar en su estado líquida, sólida y gaseosa.



Figura 2. Agua

Fuente: Fundación Aquae

2.2.3 Agua potable

Según Gonzales (15), Es el agua que ya es tratada según estándares de calidad válido y apropiado, que puede ya ser utilizada para el consumo diario en las personas sin ocasionar ningún tipo de enfermedad, el agua tratada que se bebe es una combinación aguas superficiales y aguas subterráneas que se originan del subsuelo, la importancia del agua probable es que evita a estar expuesta a cualquier tipo de contaminación que presente, y nos ayuda a mantener una vida sana.

Según Cordero (16), El agua para que sea potable debe estar libre de microorganismos patógenos, minerales o sustancia orgánicas, donde esta

pueda ser ingerida y utilizada para el consumo humano, sin temor a efectos adversos.



Figura 3. Agua potable

Fuente: El Peruano

2.2.4 Demanda

Desde la posición de Herce (17), La demanda es cantidad de agua que necesita la población del caserío para poder realizar sus actividades y necesidades básicas.

a) Consumo domestico

Es la utilización del agua para las personas en sus viviendas, para sus diferentes usos domésticos. (17)

b) Consumo publico

Es el consumo para las instituciones estatales, como centros de salud, postas médicas, escuelas, mercados, etc. (17)

Variaciones de consumo

Consumo máximo diario (QMD)

$$Q_m = \frac{\text{Dotación} * P_f}{86,400 \text{ segundos}} \dots\dots\dots \text{Formula (2)}$$

Qm = Caudal medio diario

Dotación = Dotación (L/hab. día)

Pf = Población futurad.2 Consumo máximo horario (Qmh)

$$Q_{md} = FDM * Q_m \dots\dots\dots \text{Formula (3)}$$

Qmd = Caudal máximo diario o caudal

FDM = Factor de día máximo

Qm = Caudal medio diario

2.2.5 Dotación

Según Jiménez (18), Se entiende como la cantidad de agua que utiliza una persona durante un día y/o que se le asigna a cada ambiente que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un medio anual, tomando en cuenta las pérdidas, cuando la dotación de agua es conocida, se pasa a estimar cuáles serán los valores del consumo diario anual, consumo máximo horario, consumo máximo diario.

Tabla 1. Dotación por región

Región	Dotación
Selva	70 Lts./Hab./Dia.
Costa	60 Lts./Hab./Dia.
Sierra	50 Lts./Hab./Dia.

Fuente: Ministerio de Salud (2022)

Tabla 2. Dotación por número de habitantes

Población	Dotación
Hasta 500	60 Lts./Hab./Dia.
500 – 1000	60 - 80 Lts./Hab./Dia.
1000- 2000	80 - 100 Lts./Hab./Dia.

Fuente: Ministerio de Salud (2022)

2.2.6 Sistema de abastecimiento de agua potable

De acuerdo con Cárdenas et al (19), Señala al grupo de obras indispensables para efectuar la captación de fuentes naturales, tanto subterráneas como superficiales para posteriormente gestionarla, tratarla, almacenarla y distribuirla a los hogares de las personas que se beneficiarán del sistema.

Según Batres (20), Indica que un sistema de abastecimiento de agua potable permite a una localidad contar con servicios de agua y esta pueda obtener el suministro de manera suficiente, de calidad y cantidad.

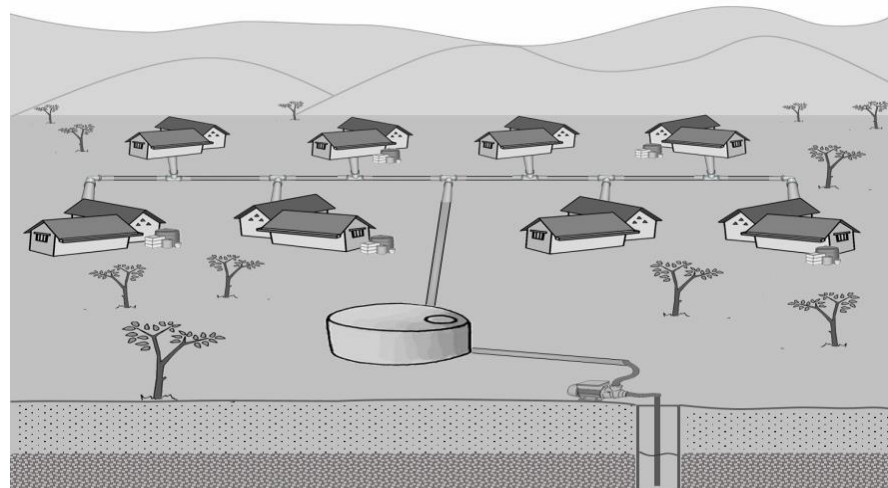


Figura 4. Sistema de abastecimiento de agua potable

Fuente: SSWM.Info

Figura 5. Sistemas de agua potable para el ámbito rural.



Fuente: Resolución Ministerial N°192-2018 – VIVIENDA.

2.2.6.1 Periodo de diseño

Según el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (21), El período de diseño se determina considerando los siguientes factores: Vida útil de las estructuras y equipos, Vulnerabilidad de la infraestructura sanitaria, Crecimiento poblacional y Economía de escala.

Tabla 3. Periodo de diseño de la infraestructura.

Estructura/Componentes	Vida Útil
Fuente de abastecimiento	20 años
Obra de captación	20 años
Reservorio	20 años
Líneas de conducción, aducción y distribución	20 años
Equipo de bombeo	10 años
Caseta de bombeo	20 años

Fuente: Ministerio de Salud (2022)

2.2.6.2 Tipos de sistemas de agua

A. Sistema de agua por gravedad

Como señala Granda (22), Es el sistema que mediante una estructura elevada cae por su propio peso hacia las redes de distribución, donde abastece de agua potable a la población de estudio.

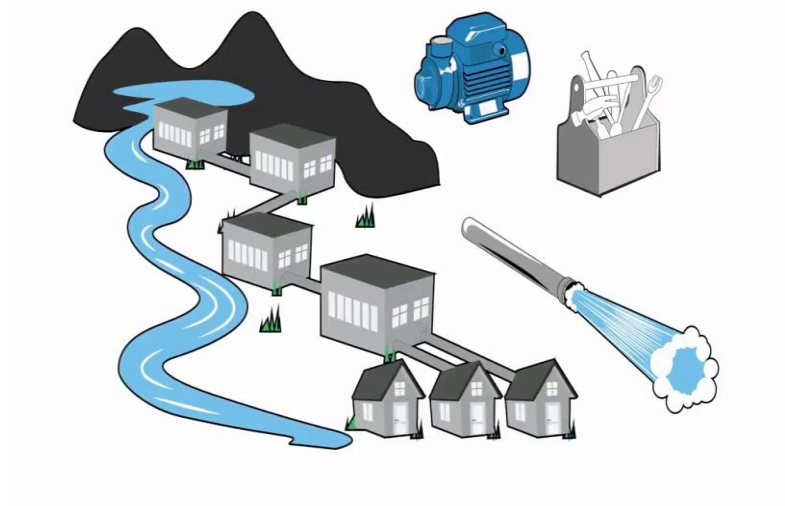


Figura 6. Sistema de agua por gravedad

Fuente: SSWM.Info

B. Sistema de agua por bombeo

Es el sistema de abastecimiento que la fuente de agua se encuentra en el subterránea o aflora, donde mediante un equipo electromecánico de impulsión y tuberías, el agua es trasladada hacia el reservorio para abastecer de agua a la población. (22)



Figura 7. Sistema de agua por bombeo

Fuente: DocPlayer

C. Captación

Según López (23), Nos indica que la captación puede ser mediante balsas, pozos, donde el agua captada es almacenada en un reservorio, para abastecer de agua a la población.

Según Vierendel (24), Es el punto y fuente de donde se abastecerá de agua para cumplir con la demanda de las poblaciones beneficiarias, considerando el periodo de diseño.

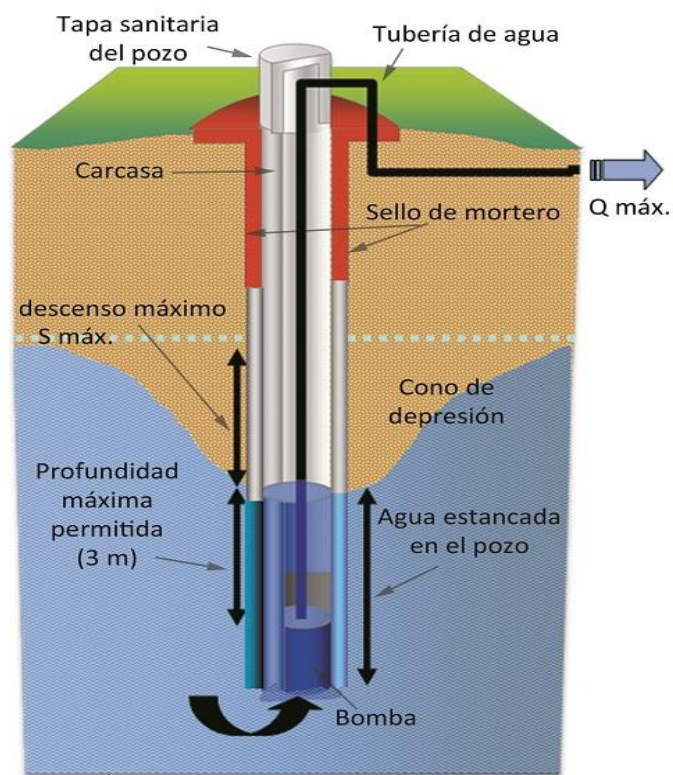


Figura 8. Captación

Fuente: Life Rural Supplies

D. Pozos excavados y profundos

Es la perforación del suelo, mediante un equipo mecánico, hasta encontrar el agua en el subterráneo, lo cual el agua

filtrada es impulsada mediante un equipo electromecánico hacia la superficie. (24)

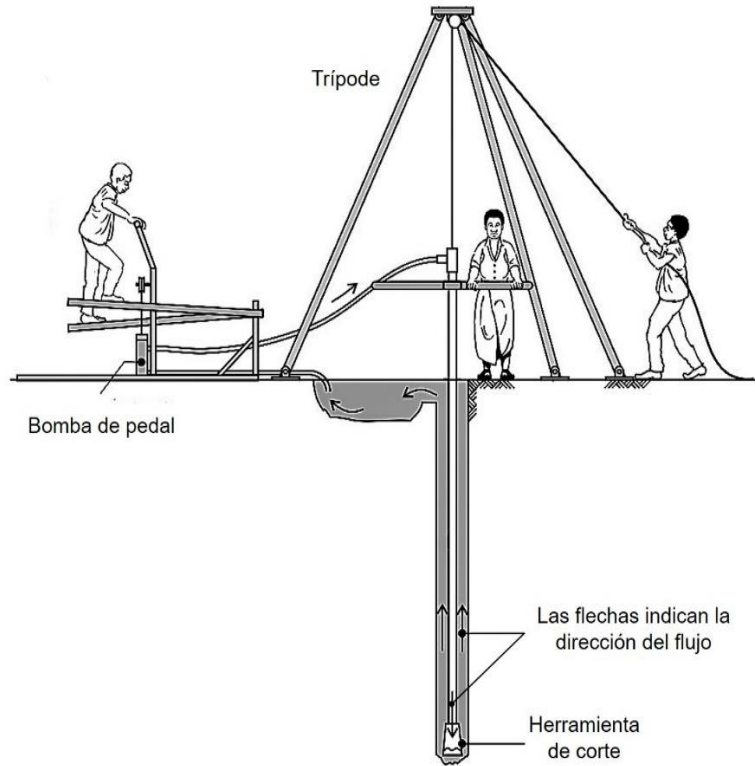


Figura 9. Pozo excavado profundo

Fuente: SSWM.info

E. Línea de impulsión

Citando a Barrera (25), es un sistema, que mediante el bombeo y complementado con tuberías traslada el agua hacia un reservorio, desde la captación.

F. Reservorio

Según Agüero (26), Tiene la función principal de almacenar el agua potable para abastecer de manera continua a la población, cumpliendo con la demanda de diseño y el volumen proyectado, considerando el periodo de diseño.

Tipos de reservorio:

a) Reservorio apoyado

Es que reservorio que está apoyado en la superficie del terreno, el cual está situado en una zona alejada, donde mediante impulsión abastece de agua potable a las redes de distribución. (26)

b) Reservorio elevado

Son reservorios de almacenamiento de agua ubicados por encima del terreno natural, donde estas tiene soporte de columnas y/o pilotes, el cual abastecen de agua bajo gravedad. (26)

G. Línea de aducción

Según Castañeda et al (27), Es el sistema que conduce o transporta el agua potable mediante tuberías hacia las redes de distribución, para abastecer de agua a la población de estudio.

Como dice Rojas (28), se considera al tramo de tubería donde sale el agua hacia las viviendas y esta se conduce la cantidad de agua para el consumo humano.

a) Línea de aducción por gravedad

Teniendo en cuenta a Francys et al (29), Es sistema de aducción por gravedad, consiste que el reservorio se encuentre superior al nivel del terreno natural y el agua cae bajo su propio peso, conducida por las tuberías.

b) Línea de aducción por bombeo

Como afirma Ramirez (30), Se necesita de un equipo electromecánico para que el agua mediante tuberías sea conducida a las redes de distribución.

H. Red de distribución

Citando a Lozano (31), Es sistema encargado de distribuir el agua potable a las viviendas, está compuesta de varios componentes que ayudan a que el servicio sea eficiente y se puede realizar el mantenimiento pertinente.

Tipos de redes de distribución:

a) Redes abiertas

Son redes compuestas de tuberías de un material Pvc resistente, donde los tubos que la componen se ramifican sin tener alguna intersección, donde los extremos finales ramificados pueden terminan en un depósito de descarga. (31)

b) Redes cerradas

Es aquella red compuesta de tuberías interconectadas, donde conforma el circuito cerrado o enmallado, este tipo de sistema se puede realizar el mantenimiento correspondiente, sin afectar el resto del circuito. (31)

2.2.7 Condición sanitaria

Como expresa Lovera (32), Es la realidad donde la población, en su habita y sus condiciones salubres en cual viven, estas pueden estar en

buen o mal estado, por derecho estas deben estar en óptimas condiciones para no tener ningún malestar o problema con su salud, considerando que deben tener acceso a los servicios básicos y al agua potable como líquido vital para la población en estudio.

a) Calidad de agua potable

Consiste que el agua que consume la población, debe ser óptima para el consumo humano, sin impurezas, olor y/o elementos químicos, que generen problemas dentro de la salud de la población. (32)

b) Continuidad del servicio

La continuidad del abastecimiento de agua potable es de suma importancia, donde ante el diseño y cálculo de la demanda esta pueda abastecer sin ningún percance, sin poner en riesgo el consumo de la población. (32)

c) Cantidad de agua ofertada

La demanda y cantidad del agua proyectada debe de abastecer de manera eficiente a la población, considerando el periodo de diseño. (32)

d) Cobertura del sistema de agua potable

Es el sistema de agua potable donde representa en cumplir con la cobertura de demanda de la población, esta no se debe poner en riesgo para cumplir con abastecer y contar con el servicio de agua. (32)

III. Hipótesis

No aplica, considerando el proyecto descriptivo

IV. Metodología

4.1 Diseño de la investigación

4.1.1 Tipo de investigación

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

4.1.2 Nivel de la investigación

El nivel de investigación de la tesis fue cuantitativo, cualitativa y de corte transversal, descripta no experimental, donde la técnica descriptiva de recopilación de datos concretos, como cifras, brindó el respaldo necesario para llegar a conclusiones generales de la investigación, transversal, las variables son medidas en una sola ocasión, y por ello se realizó comparaciones, tratando a cada muestra como independientes.

4.1.3 Diseño de la investigación

Se empleó el siguiente esquema para trabajar las variables.



Fuente: Elaboración propia (2022)

Donde:

Mi: Sistema de abastecimiento de agua potable

Xi= Diseño del sistema de agua potable

O_i= Resultados

Y_i: Incidencia en la condición sanitaria

4.2 Población y muestra

4.2.1 Población

La población de la investigación estuvo conformada por los miembros del caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali – 2022.

4.2.2 Muestra

La muestra de la investigación estuvo conformada por el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali – 2022.

4.3 Definición y operacionalización de las variables e indicadores

Cuadro 01. Definición y operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali, para su incidencia en la población - 2022.	Un sistema de abastecimiento de agua potable de es el conjunto de infraestructura, equipos y servicios destinados al suministro de agua potable para su consumo.	Se diseñó el sistema de abastecimiento de agua potable que contempla desde la captación hasta las redes de distribución cumpliendo con las especificaciones técnicas de las normas de saneamiento del RNE y la Resolución Ministerial N°192-2018 – Vivienda, la investigación se realizara mediante encuestas y fichas técnicas del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Villa Mercedes. Se emplearon encuestas propias y referencias.	Captación	Tipo de captación Caudal	Nominal Nominal
			Línea de conducción	Tipo de tubería Clase de tubería Diámetros de la tubería Presión Velocidad	Nominal Nominal Nominal Intervalo Intervalo
			Reservorio	Tipo de reservorio Forma de reservorio Material volumen	Nominal Nominal Nominal
			Línea de aducción	Tipo de red Tipo de tubería Clase de tubería Presión Velocidad	Nominal Nominal Nominal Nominal Intervalo
			Red de distribución	Tipo de red Tipo de tubería Clase de tubería Diámetros de la tubería Presión Velocidad	Nominal Nominal Nominal Intervalo Nominal Intervalo
Incidencia en la condición sanitaria de la población.	En el Perú las condiciones sanitarias en zonas rurales son deficiencias e inadecuadas, las necesidades básicas para el ser humano como el agua potable que sirve para dar una calidad de vida y sanidad a la población.	Se emplearon encuestas propias y referencias	Condición sanitaria	Cobertura Cantidad Continuidad Calidad	Razón Nominal Nominal Nominal

Fuente: Elaboración propia (2022)

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1 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 El Diseño de nuestro sistema de agua potable.

4.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Se utilizó como instrumentos fichas técnicas de inspección, protocolos y cuestionarios para la evaluación de cada variable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali–2022.

- ✓ Ficha de técnica de campo
- ✓ Entrevista a las autoridades locales
- ✓ Encuestas a las autoridades locales
- ✓ Encuestas socioeconómicas a la población
- ✓ Análisis documental

4.5 Plan de análisis

El plan de análisis que se realizó para la obtención de los datos en la investigación son las siguientes:

- ✓ Visita preliminar de coordinación con las autoridades locales del caserío Villa Mercedes, con la finalidad de dar a conocer todo lo concerniente a la recolección de datos que contemplan a la investigación.
- ✓ Se realizó la sistematización de las fichas de recolección de datos, organizando en carpetas digitales.
- ✓ Se realizó las descargas de datos del levantamiento topográfico, para luego procesarlos utilizando el AutoCAD Civil 3D.
- ✓ Con los datos topografía se toma las muestras de agua y sondeo de sistemas de abastecimiento de agua potable de caseríos y comunidades aledañas.
- ✓ La topografía también nos ubicó las estructuras de captación y reservorio para realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.
- ✓ Con los datos primarios como el padrón de viviendas y el censo del INEI se obtuvieron la población futura para el diseño de 20 años, se utilizó como normativa de ayuda la R.M N°192-2018- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- ✓ Con los datos obtenidos se dimensionaron las obras hidráulicas y se realizaron los análisis estructurales e hidráulicos para todos los componentes del sistema de agua potable.

- ✓ Finalmente se redacta el informe final utilizando el Microsoft Word.
- ✓ Los resultados obtenidos, se plasmará mediante cuadros, tablas y gráficos estadísticos, para su mejor comprensión e interpretación del diseño del sistema de agua potable del caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali – 2022.

4.6 Matriz de consistencia

Cuadro 02. Matriz de consistencia.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	METODOLOGÍA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
<p>Caracterización del problema: La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, en Ucayali caracterizo a 30 prestadores rurales, que brindan los servicios de agua potable y alcantarillado en centros poblados y pequeñas ciudades de las provincias de Coronel Portillo y Padre Abad, el trabajo se realizó en coordinación con las áreas técnicas municipales y las juntas de administradores del servicio, que se encargan de administrar, de manera técnica y económica.</p>	<p>Objetivo general: Realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2022.</p> <p>Objetivos específicos: Establecer el sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali – 2022.</p>	<p>Antecedentes: Se utilizó: - Antecedentes Internacionales - Antecedentes Nacionales - Antecedentes Locales</p> <p>Bases teóricas: Sistema de agua potable - Abastecimiento de agua - Tipos de abastecimiento - Captación - Línea de conducción - Reservorio - Red de distribución - Conexiones domiciliarias</p>	<p>El tipo de investigación La presente investigación es tipo correlacional y transversal.</p> <p>Nivel de la investigación El nivel de la investigación es cualitativo y cuantitativo por su propia denominación.</p> <p>Diseño de la investigación. El diseño de la investigación es descriptiva no</p>	<p>(1) Unicef. Para cada infancia. [seriado en línea] 2021, disponible en: https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/miles-de-millones-de-personas-se-quedar%C3%A1n-sin-acceso-servicios-de-agua-potable</p> <p>(2) Stakeholders. Agua y saneamiento: Radiografía de un sector prioritario en el Perú. [seriado en línea] 2022, disponible en: https://stakeholders.com.pe/informes/agua-saneamiento-radiografia-sector-prioritario-peru/</p> <p>(3) Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.</p>

<p>Enunciado del problema: ¿El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali, mejorara la condición sanitaria de la población - 2022?</p>	<p>Elaborar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable e en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali – 2022. Determinar la condición sanitaria del caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali – 2022.</p>		<p>experimental, ya que se describe la realidad del lugar de estudio sin alterarlo.</p> <p>El universo y muestra. El sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali.</p> <p>Definición y operacionalización de las variables Variables: -Sistema de abastecimiento de agua potable -Condición sanitaria.</p> <p>Técnicas e instrumentos Técnicas: Encuestas, Análisis Documental y Observación no experimental. Instrumentos: Ficha de</p>	<p>[seriado en línea] 2022, disponible en: https://www.transparencia.gob.pe/tupas/pte_detalle_tramite_historico.aspx?id_entidad=11476&id_tema=5&id_tramite=4031&id_hist=793&Ver=D#.YslssXZBw7c (4) Sunass. Ucayali: Regulador busca mejorar acceso a los servicios de saneamiento en zonas rurales. [Consultado 2022]. Disponible en: https://www.sunass.gob.pe/regiones/ucayali-regulador-busca-mejoraracceso-a-los-servicios-de-saneamiento-en-zonas-rurales/ (5) Mogro R. y Pintado J. Diseño de los sistemas de agua potable y de alcantarillado de la Comunidad Recinto Pedro Velez Moran, ubicada en la parroquia Rosario, cantón El Empalme, provincia del Guayas – Ecuador [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil]. Quito: Universidad Politécnica Salesiana; 2021. (6) Oyarvide G. Diseño de rehabilitación de la red de</p>
--	---	--	---	--

			<p>Técnica de diagnóstico y la Entrevista.</p> <p>Plan de análisis</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis descriptivo de la condición actual - Procesamiento de datos - Resultados finales. 	<p>distribución de agua potable en un sector de la parroquia García Moreno, ubicado alrededor de las calles Venezuela y Avenida Quito, para una población de 5700 habitantes [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil]. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2019.</p> <p>(7) Estrella J. Diseño de la red de agua potable para la comunidad de Collas, provincia de Cotopaxi. [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil]. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2019.</p> <p>(8) Díaz L. Diseño de abastecimiento de agua potable mediante el uso de aguas subterráneas, AA.HH. Villa Los Andes, Campoy – 2018. [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil]. Lima: Universidad Cesar Vallejo; 2018.</p>
--	--	--	--	---

Fuente: Elaboración propia (2022)

4.7 Principios éticos

a) Responsabilidad para la recolección de datos.

La recolección de datos se realizó responsablemente conjuntamente con las autoridades del lugar, apoyados en la población para obtener datos certeros y reales a cabalidad.

b) Ética el inicio y final de recojo de información

Se inició mediante coordinaciones con las autoridades del caserío Villa Mercedes, así mismo hicieron de conocimiento a la población de una manera muy respetuosa sobre los permisos solicitados para la realización de nuestra investigación.

c) Ética para la solución de los resultados

El trabajo de investigación se desarrolló con datos reales con fundamentos y de ello depende realizar un trabajo responsable, los principios éticos son fundamentales porque tiene prioridad los aspectos morales y científicos donde prevalece la veracidad, de tal manera los resultados de nuestra investigación se obtuvieron datos certeros las cuales se emplearon de manera real y obtener un diseño de calidad para un buen funcionamiento del sistema de abastecimiento.

d) Ética ambiental

Se tuvo en cuenta el impacto ambiental ocasionado en el proyecto, se acordó y se determinó con la población para que no se den casos extremos de contaminación ambiental.

V. Resultados

5.1 Resultados

De los datos recopilados y de cálculos de diseño, se da respuesta a los objetivos de la investigación:

Dando respuesta al primer objetivo específico:

Establecer el sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali – 2022.

- a) Se detalla el resultado aplicando el ALGORITMO DE SELECCIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE PARA EL AMBITO RURAL.

Cuadro 03. Aplicación del Algoritmo de selección.

Tipo de fuente	Subterránea
Ubicación	Si
Existe disponibilidad de agua	Si
La zona donde se ubican las viviendas es inundable	No
Alternativas de sistemas de agua potable	SA-03 CAP, LCON, RES, DESF, L-ADU, RED

Fuente: Elaboración propia (2022).

Dando respuesta al segundo objetivo específico:

Elaborar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali – 2022.

- a) Se describe en el cuadro 4, los datos del caserío, población y cálculos de diseño.

Cuadro 04. Datos de diseño.

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Número de viviendas actual	24 viv.
Densidad poblacional	6.96 habs/viv
Periodo de diseño	20 años
Dotación de agua por conexión	100 lts/hab/día
Tasa de crecimiento	3.16 %
Población actual 2022	167 habs
Población futura 2042	273 habs
Número de viviendas al 2042	39 viv

Fuente: Elaboración propia (2022)

- b) Se describe en el cuadro 5, los resultados de caudales de diseño.

Cuadro 05. Memoria de cálculo de diseño.

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Caudal promedio	0.32 lps
Caudal de consumo máximo diario	0.42 lps
Caudal máximo horario	0.64 lps
Caudal de bombeo (2.6 horas)	2.93 lps
Volumen de regulación	7.26 m ³
Volumen de reserva	1.82 m ³
Volumen de almacenamiento	9.08 m ³
Volumen adoptado	10.00 m ³

Fuente: Elaboración propia (2022)

c) Se describe el cuadro 06, los resultados de la línea de impulsión.

Cuadro 06. Memoria de cálculo de la línea de impulsión.

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Longitud total del tramo	11.30 m
Caudal máximo diario	0.42 l/seg
Tiempo de funcionamiento de la bomba	3.44 hrs
Caudal de bombeo	2.93 l/seg
Velocidad de impulsión	1.50 m/seg
Tubería de impulsión	2.00 pulg
Pie de tanque velocidad	1.45 m/seg
Gradiente hidráulico	0.041 m/m
Perdida de carga por fricción	3.50 m
Perdida de carga por accesorios	0.42 m
Perdida de carga total	3.92 m
Altura dinámica	29.88 m
Potencia de quipo de bombeo	2 hp

Fuente: Elaboración propia (2022)

d) Se describe en el cuadro 07, los resultados de la línea de aducción.

Cuadro 07. Memoria de cálculo de la línea de aducción.

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Caudal promedio	0.32 lps
Caudal máximo diario	0.41 lps
Caudal máximo horario	0.63 lps
Caudal unitario	0.00035 lps

Fuente: Elaboración propia (2022)

e) Se describe en el cuadro 08, los resultados del cálculo de la red de agua.

Cuadro 08. Se describe en el cuadro 08 el cálculo de la red de agua.

Resumen del Calculo Hidraulico de la Red de Distribucion - Sistema Ramificado														
Tramo	Longitud (m)	CAUDAL (l.p.s.)		Diametro (Pulg.)		Velocidad (m/s)	Hf (%)	Perd. Carga Hf	Cota terreno		Cota Piezometrica		Presion (m)	
		Qm	Qd	calculo	comerc.				inicio	fin	inicio	fin	inicio	fin
A-c1	35.34	---	0.288	1.499	1.50	0.25	2.5625	0.0906	243.60	242.10	251.60	251.51	0.00	9.41
c1 - B	15.93	0.009	0.072	1.498	1.50	0.06	0.1988	0.0032	242.10	241.90	251.51	251.51	9.41	9.61
B - c2	27.99	0.015	0.064	1.498	1.50	0.06	0.1570	0.0044	241.90	242.80	251.51	251.50	9.61	8.70
c2 - c3	10.91	0.006	0.048	1.498	1.50	0.04	0.0946	0.0010	242.80	242.90	251.50	251.50	8.70	8.60
c3 - c4	10.68	0.006	0.042	1.498	1.50	0.04	0.0743	0.0008	242.90	242.80	251.50	251.50	8.60	8.70
c4 - c5	41.05	0.022	0.037	1.498	1.50	0.03	0.0566	0.0023	242.80	242.80	251.50	251.50	8.70	8.70
c5 - c6	15.77	0.009	0.014	1.497	1.50	0.01	0.0100	0.0002	242.80	243.00	251.50	251.50	8.70	8.50
c6 - c7	8.36	0.005	0.006	1.497	1.50	0.01	0.0018	0.0000	243.00	243.30	251.50	251.50	8.50	8.20
c7 - C	2.23	0.001	0.001	1.496	1.50	0.00	0.0001	0.0000	243.30	243.00	251.50	251.50	8.20	8.50
C-c8	6.05	0.003	0.016	0.999	1.00	0.03	0.0875	0.0005	242.10	242.90	251.51	251.51	9.41	8.61
c8 - c9	12.05	0.007	0.013	0.998	1.00	0.03	0.0571	0.0007	242.90	242.30	251.51	251.51	8.61	9.21
c9 - c10	9.26	0.005	0.006	0.998	1.00	0.01	0.0149	0.0001	242.30	241.70	251.51	251.51	9.21	9.81
c10 - D	2.00	0.001	0.001	0.998	1.00	0.00	0.0006	0.0000	241.70	241.70	251.51	251.51	9.81	9.81
B - c11	10.48	0.006	0.0655	1.498	1.50	0.06	0.1658	0.0017	241.90	242.00	251.51	251.50	9.61	9.50
c11 - E	9.52	0.005	0.0598	1.498	1.50	0.05	0.1401	0.0013	242.00	241.60	251.50	251.50	9.50	9.90
E - c12	40.93	0.022	0.0546	1.498	1.50	0.05	0.1185	0.0049	241.60	240.60	251.50	251.50	9.90	10.90
c12 - c13	23.45	0.013	0.0324	1.498	1.50	0.03	0.0450	0.0011	240.60	242.50	251.50	251.50	10.90	9.00
c13 - F	4.59	0.002	0.0196	1.497	1.50	0.02	0.0179	0.0001	242.50	242.40	251.50	251.50	10.90	9.10
F - c14	20.87	0.011	0.0171	0.999	1.00	0.03	0.0999	0.0021	242.40	241.70	251.50	251.50	9.10	9.80
c14 - c15	8.67	0.005	0.0058	0.998	1.00	0.01	0.0134	0.0001	241.70	241.30	251.50	251.50	9.80	10.20
c15 - G	2.00	0.001	0.001	0.998	1.00	0.00	0.0006	0.0000	241.30	241.30	251.50	251.50	10.20	10.20
E - c16	10.87	0.006	0.066	1.498	1.50	0.06	0.1680	0.0018	241.60	241.90	251.50	251.50	9.90	9.60
c16 - c17	25.73	0.014	0.060	1.498	1.50	0.05	0.1412	0.0036	241.90	242.20	251.50	251.50	9.60	9.30
c17 - c18	11.80	0.006	0.046	1.498	1.50	0.04	0.0865	0.0010	242.20	242.20	251.50	251.50	9.30	9.30
c18 - c19	8.13	0.004	0.040	1.498	1.50	0.03	0.0655	0.0005	242.20	242.20	251.50	251.50	9.30	9.30
c19 - c20	3.56	0.002	0.035	1.498	1.50	0.03	0.0527	0.0002	242.20	241.60	251.50	251.50	9.30	9.90
c20 - H	26.37	0.014	0.033	1.498	1.50	0.03	0.0475	0.0013	241.60	242.60	251.50	251.49	9.90	8.89
H - c21	9.48	0.005	0.019	0.999	1.00	0.04	0.1205	0.0011	242.60	243.10	251.49	251.49	8.89	8.39
c21 - c22	23.43	0.013	0.014	0.999	1.00	0.03	0.0670	0.0016	243.10	243.10	251.49	251.49	8.39	8.39
c22 - I	2.00	0.001	0.001	0.998	1.00	0.00	0.0006	0.0000	243.10	243.10	251.49	251.49	8.39	8.39
H - 23	78.53	0.043	0.049	0.500	1.00	0.39	0.6928	0.0544	242.60	244.20	251.49	251.44	8.89	7.24
c23 - c24	9.33	0.005	0.006	0.998	1.00	0.01	0.0150	0.0001	244.20	244.20	251.44	251.44	7.24	7.24
c24 - J	2.00	0.001	0.001	0.998	1.00	0.00	0.0006	0.0000	244.20	244.20	251.44	251.44	7.24	7.24
TOTAL	529.36	0.278				V max. =	0.3855						P max. =	10.90
						V min. =	0.0011						P min. =	7.24

Fuente: Elaboración propia (2022)

Dando respuesta al tercer objetivo específico:

Determinar la incidencia en la condición sanitaria del caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali – 2022.

- a) Dando respuesta a la interrogancia ¿Usted cree que al realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali, mejorara la cantidad del agua?

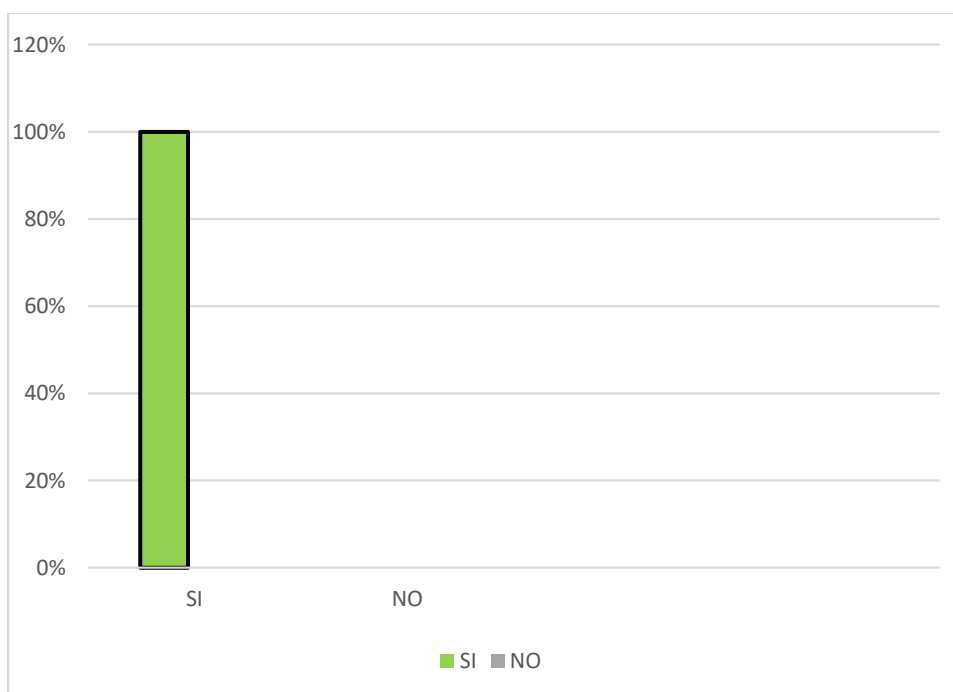


Grafico 01. Cantidad de agua potable.

- b) Dando respuesta a la interrogancia ¿Usted cree que al realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali, mejorara la cobertura del agua?

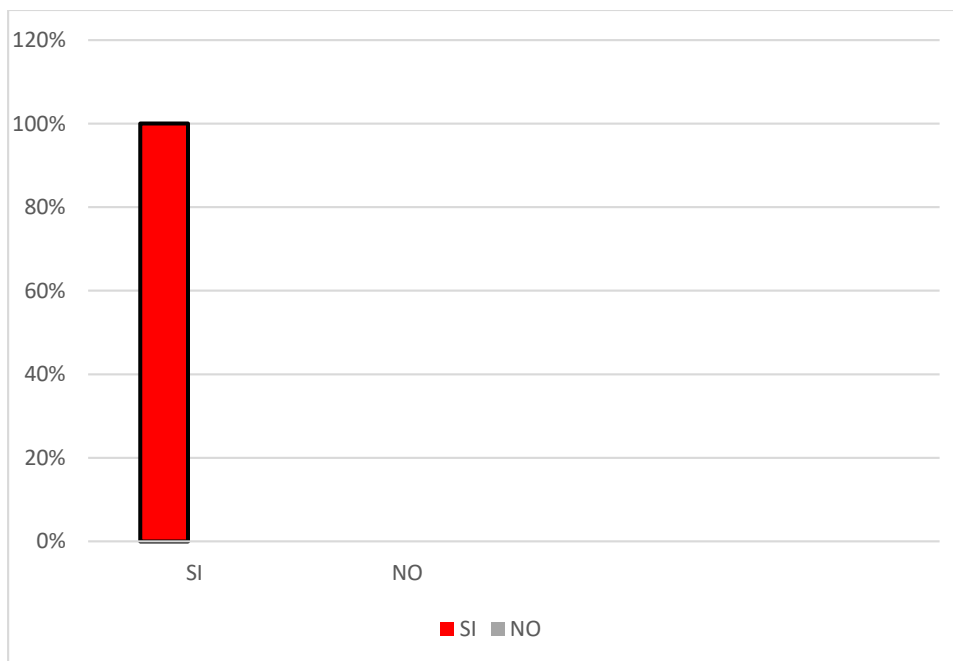


Grafico 02. Cobertura de agua.

- c) Dando respuesta a la interrogancia ¿Usted cree que al realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali, mejorara la continuidad del agua?

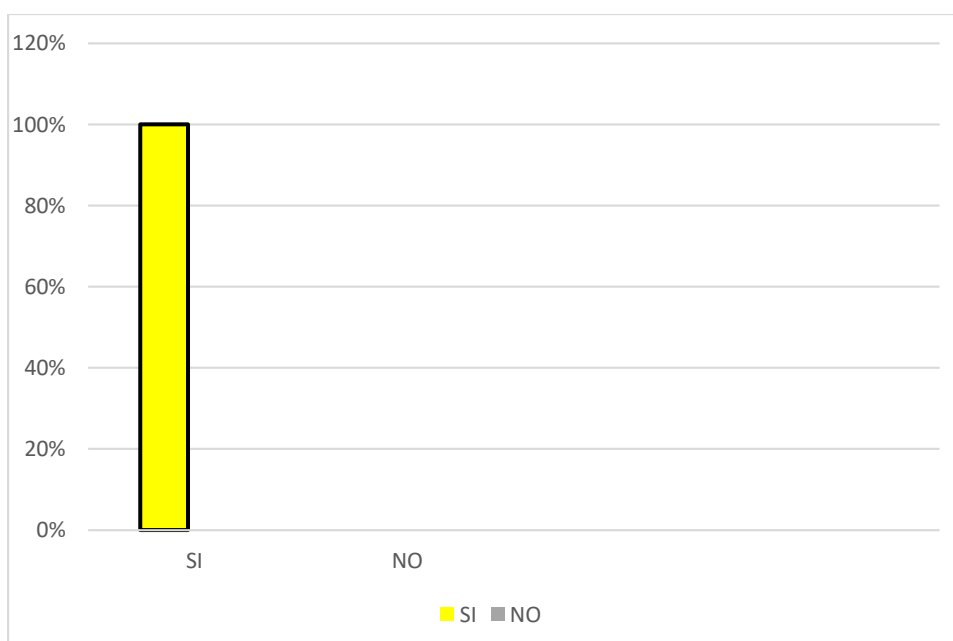


Grafico 03. Continuidad de agua.

d) Dando respuesta a la interrogancia ¿Usted cree que al realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali, mejorara la calidad del agua?

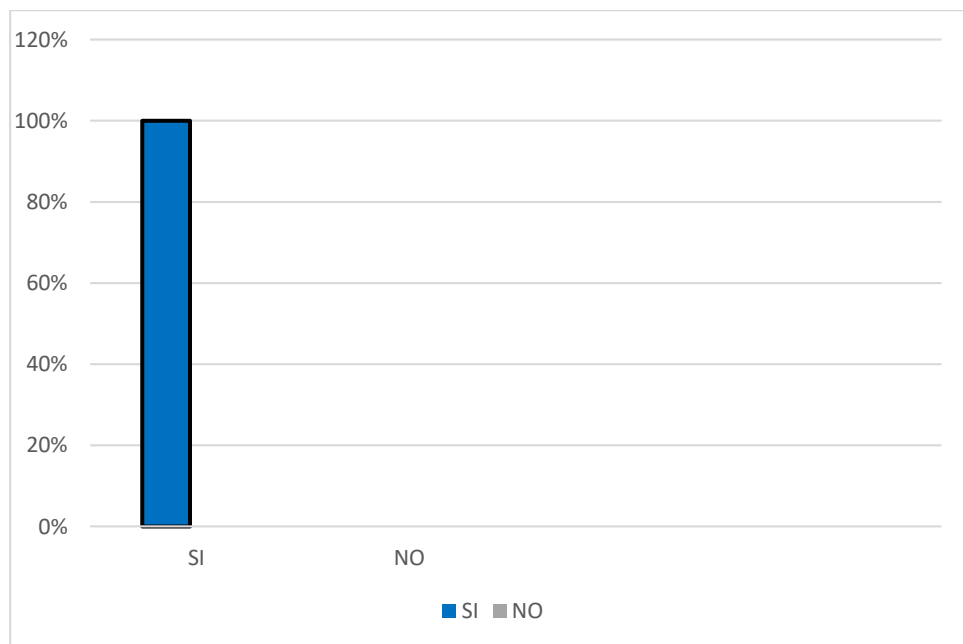


Grafico 04. Calidad de agua.

5.2 Análisis de resultados

- ✓ **En el cuadro 03**, nos indica el resultado del sistema de abastecimiento SA-03, aplicando, la RM-192-Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, el cual comprende en la captación subterránea, línea de conducción, reservorio, desinfección, línea de aducción, red de distribución y conexiones domiciliarias.
- ✓ **En el cuadro 04**, nos indica la recolección de datos para el diseño, donde en la actualidad hay 24 viviendas, teniendo una densidad poblacional 6.96 hab/viv, donde el periodo de diseño es 20 años, con una dotación de agua conexión 100 lts/hab/día, la tasa de crecimiento 3.16 % y la población actual en el año 2022 es 167 hab. La población futura en el año 2042 será de 273 hab y el número de viviendas en el año 2042 será de 39 viv.

En el cuadro 05, nos indica el diseño del cálculo del reservorio, donde el caudal promedio es de 0.32 lps, donde el consumo máximo diario es de 0.42 lps, el caudal máximo horario será de 0.64 lps, donde el caudal de bombeo es 2.93 lps, el volumen de regulación 7.63 m³, el volumen de reserva 1.82 m³, el volumen de almacenamiento de 9.08 m³, adoptándose un volumen cumpliendo la RM-192-2018-MVCS es de 10 m³.

En el cuadro 06, nos indica el diseño de la línea de impulsión, donde la longitud total del tramo es de 11.30 m, el caudal máximo diario 0.42 l/seg., el tiempo de funcionamiento de la bomba 3.44 hora, el caudal de bombeo 2.93 l/seg, la velocidad de impulsión 1.50 m/seg, la tubería de impulsión 2 pulg, el pie de tanque velocidad 1.45 m/seg, la gradiente hidráulico 0.041 m/m, la pérdida de carga por fricción 3.50 m, la pérdida de carga de

accesorios 0.42 m, la pérdida de carga total 3.92 m, la altura dinámica 29.88 m. y la potencia de equipo de bombeo 2HP.

En el cuadro 07, nos indica el diseño de la línea de aducción, el caudal promedio 0.32 lps, el caudal máximo diario 0.41 lps, el caudal máximo horario 0.63 lps, el caudal unitario 0.00035 lps.

En el cuadro 08, nos indica el diseño de la red de la red de agua 0.38 m/s.

✓ En la **gráfica 01**, nos dio como resultado que al realizarse el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, SI mejora la cantidad del agua.

En la **gráfica 02**, nos dio como resultado que al realizarse el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, SI mejora la cobertura del agua.

En la **gráfica 03**, nos dio como resultado que al realizarse el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, SI mejora la continuidad del agua.

En la **gráfica 04**, nos dio como resultado que al realizarse el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, SI mejora la calidad del agua.

VI. Conclusiones

Se concluye con el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, donde:

1. Se concluye con un sistema de abastecimiento 03, aplicando la RM-192- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, donde se contará con una captación subterránea, línea de conducción, reservorio, desinfección, línea de aducción y red de distribución.
2. Se concluye en el diseño de un pozo tubular con una profundidad de 100 metros, con una sección de diámetro de 6 pulg, el cual estará entubado con tubería de PVC SAP CLASE 10 de un diámetro de 4 pulg, en una longitud de 20 metros de perforación del pozo será de un diámetro de 6 pulg, ya que contará con un filtro de diámetro de grava de $\frac{1}{4}$ pulg y $\frac{3}{4}$ pulg. El volumen de almacenamiento del reservorio será de 10 m³, donde esta será abastecida mediante la línea de impulsión desde el pozo tubular hacia el reservorio con una tubería de un diámetro de 2 pulg, la línea de aducción será de tubería de PVC CLASE 10 de un diámetro de 2 pulg y un rebose de tubería de PVC CLASE 10 de un diámetro de 3 pulg, se concluye con el diseño de tubería PVC SAP C-10 de diámetro 2 plg y 1 $\frac{1}{2}$ plg, las redes de distribución, según los tramos detallados en los planos de la tesis, se concluye con las 24 conexiones domiciliarias con tuberías de PVC – CLASE 10 de diámetro de $\frac{1}{2}$ plg, esta tubería se empalmará a la red matriz de agua potable \varnothing 1 $\frac{1}{2}$ plg, de acuerdo a los circuitos de diseño indicados en los planos de la tesis.
3. Se determina que la condición sanitaria del caserío Villa Mercedes es precaria, donde no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable, dado que en la actualidad la población consume agua de un pozo excavado existente, el

cual no tiene ningún tratamiento, por lo que es necesario el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la condición sanitaria de la población del caserío Villa Mercedes, donde cumplirá con cantidad, cobertura, continuidad y calidad de agua.

Aspectos complementarios

Recomendaciones

1. Se recomienda tomar el presente proyecto de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Villa Mercedes, para que las autoridades tomen como dato o referencia para ejecutar algún proyecto dentro del caserío Villa Mercedes, considerando la aplicación de las normativas vigentes de diseño de abastecimiento de agua potable en zonas rurales.
2. Utilizar accesorios de válvulas de purga para realizar de manera permanente el mantenimiento de los tramos y componentes hidráulicos del diseño, dado que genera que su periodo de diseño de cumpla de manera óptima.
3. Se recomienda a la población del caserío Villa Mercedes, realizar las gestiones pertinentes para contar con un sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la condición sanitaria de la población y mejorar su calidad de vida.

Referencias bibliográficas

- (1) Mogro R. y Pintado J. Diseño de los sistemas de agua potable y de alcantarillado de la Comunidad Recinto Pedro Velez Moran, ubicada en la parroquia Rosario, cantón El Empalme, provincia del Guayas – Ecuador [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil]. Quito: Universidad Politécnica Salesiana; 2021.
- (2) Oyarvide G. Diseño de rehabilitación de la red de distribución de agua potable en un sector de la parroquia García Moreno, ubicado alrededor de las calles Venezuela y Avenida Quito, para una población de 5700 habitantes [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil]. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2019.
- (3) Estrella J. Diseño de la red de agua potable para la comunidad de Collas, provincia de Cotopaxi. [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil]. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2019.
- (4) Díaz L. Diseño de abastecimiento de agua potable mediante el uso de aguas subterráneas, AA.HH. Villa Los Andes, Campoy – 2018. [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil]. Lima: Universidad Cesar Vallejo; 2018.
- (5) Roja H y Alegría G. Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la calidad de vida de los pobladores del Sector Satélite, La Banda de Shilcayo, San Martín. [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil]. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto; 2019.
- (6) Surco R. Propuesta de sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad y letrinas de arrastre hidráulico para las comunidades de Pilco, Catarani,

Huañaraya y Purumpata del distrito de Yanahuaya-Sandia-Puno [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil]. Puno: Universidad Nacional del Altiplano; 2017.

- (7) Avendaño K. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío San Lorenzo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali – año 2019[tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil] Ucayali: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2019.
Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.13032/15620>

- (8) Alvarado K. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Nuevo San Martín, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, año 2019 [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil] Ucayali: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2019.
Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.13032/15773>

- (9) Flores M. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Masaray, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, año 2019 [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil] Ucayali: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2019. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.13032/15966>

- (10) Tamayo M. Que es la población en una investigación. [Internet]. 2013 [citado 09 de agosto de 2022]Disponible en:

<http://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2013/08/que-es-la-poblacion.html>

- (11) Lossio M. Sistema de Abastecimiento de agua Potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones. Tesis de pregrado en ingeniería civil, Piura, Universidad de Piura, 2012.
- (12) Pittman R. Agua potable para poblaciones rurales. Primera ed. Diaz C, editor. Lima: asociación servicios educativos rurales; 1997. [citado 2020 septiembre 13].
- (13) Pradana J, García J. Criterios de calidad y gestión del agua potable. Madrid: UNED- Universidad Nacional de Educación a Distancia; 2018. [citado 09 de agosto de 2022]. Disponible en:
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliocauladechsp/reader.action?docID=5810839&query=agua%2Bpotable#>
- (14) Perez J, Gardey A. Definicion del agua. Definicion.De. [Online].; 2010 [citado 10 de agosto de 2022]. Available from: <https://definicion.de/agua/>.
- (15) González J. El acceso al agua potable como derecho humano: su dimensión internacional. Alicante: ECU; 2014. [citado 09 de agosto de 2022]. Disponible en:
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliocauladechsp/reader.action?docID=3228307&query=agua%2Bpotable>
- (16) Cordero ML, Ullauri PN. Filtros caseros, utilizando ferrocemento, diseño para servicio a 10 familias, constante de 3 unidades de filtros gruesos ascendentes (fgas), 2 filtros lentos de arena (fla), sistema para aplicación de cloro y 1 tanque de almacenamiento; [monografía previa a la obtención del título de ingeniero civil]. Cuenca, Ecuador, Universidad de cuenca; 2011 [citado 09 de agosto de 2022]. Disponible en:

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/747/1/ti874.pdf>

- (17) Herce J. Sabe usted qué es la demanda de agua. [Internet]. 2013 [citado 09 de agosto de 2022]. Disponible en:

https://elpais.com/diario/2003/03/02/negocio/1046614468_850215.html

- (18) Jiménez TJ. Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario facultad de ingeniería civil campus xalapa universidad veracruzana. universidad veracruzana; [seriado en línea] 2013 [citado 22 mayo de 2022]. disponible en:

<https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-deDiseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>

- (19) Cárdenas D, Patiño F. Estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de Tutucán, cantón Paute, provincia del Azuay. Tesis previa a la obtención del título de ingeniero civil. Cuenca: Universidad de Cuenca; 2010. [citado 10 de agosto de 2022]. Disponible en:

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/ti853.pdf>

- (20) Batres Mina JG, Flores Ventura DI, Quintanilla Hernández AE. Rediseño Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable, Diseño Del Alcantarillado Sanitario Y De Aguas Lluvias Para El Municipio De San Luis Del Carmen, Departamento De Chalatenango. [Para Optar Al Título De Ingeniero Civil]. San Salvador: Universidad De El Salvador [seriado en línea]; Enero De 2010. [Citado 22 mayo 2022]. Disponible en:

http://ri.ues.edu.sv/2051/1/Redise%C3%B1o_del_sistema_de_abastecimiento_de_agua_potable%2C_dise%C3%B1o_del_alcantarillado_sanitario_y_de_aguas_lluvias_par_el_municipio_de__San_Luis_del_Carmen%2C.pdf

- (21) Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento. Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural. Lima. 2018. p. 1-193. Disponible en : <https://www.udocz.com/apuntes/36458/norma-tecnica-de-diseno-opciones-tecnologicas-para-sistemas-de-saneamiento-en-el-ambito-rural-rm-192-vivienda-2>
- (22) Granda Escudero F. 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 condición sanitaria – 2019. tesis para optar el título profesional de ingeniero. Chimbote: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2020 mar [citado 10 de agosto de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/16543>
- (23) López P. Abastecimiento de agua potable: y disposición y eliminación de excretas. México, D.F.: Instituto Politécnico Nacional; 2010. [citado 10 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliocauladechsp/reader.action?docID=3186921&query=abastecimiento%2Bde%2Bagua#>
- (24) Vierendel. abastecimiento de agua y alcantarillado. 4th ed.; Octubre del 2009.
- (25) Barrera M. Diseño del sistema de agua potable por gravedad y bombeo en la aldea Joconal y escuela primaria en la aldea Campanario Progreso, municipio de la Unión, departamento de Zacapa. Trabajo de graduación. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala; 2011 [citado 10 de agosto de 2022]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3270_C.pdf

- (26) Agüero R. Agua potable para poblaciones rurales. Primera ed. Lima: Editorial Asociación Servicios Educativos Rurales (SER); 1997. [citado 10 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.ircwash.org/sites/default/files/221-16989.pdf>
- (27) Castañeda C, Narváez R. Análisis hidráulico del sistema de agua potable del centro poblado de Plazapampa del distrito de Salpo mediante programa de simulación hidráulica. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Trujillo: Universidad privada Antenor Orrego, 2016. [citado 10 de agosto de 2022]. Disponible en:

http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3423/1/RE_ING.CIVIL_CARLOS.CASTA%20C3%91EDA_ELIZABETH.QUISPE_ANALISIS.HIDRAULICO_DATOS.PDF
- (28) Rojas C. Optimización de línea de aducción. [Internet]. blogspot. 2012. [Citado 27 mayo 2022]. disponible en:

<http://ingcamilarojas.blogspot.com/2012/03/linea-de-aduccion.html>
- (29) Francys D. Simoes S. Fuentes de abastecimientos, líneas de aducción, estanques de almacenamiento; 2010. Disponible en:

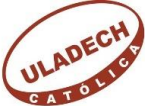
<https://es.slideshare.net/francysdanielle/fuentes-de-abastecimientos-lineas-de-aduccion-estanques-de-almacenamiento>
- (30) Ramirez F. Líneas de aducción. [Internet]. 2019 [citado 10 de agosto de 2022]. Disponible en: https://www.academia.edu/17289196/linea_de_aduccion
- (31) Lozano L. Trabajo de diseño de distribuciones de redes cerradas. [Seriado en Internet]. 2015.[citado 10 de agosto de 2022]. Disponible en:

https://www.academia.edu/21850898/red_de_distribuci%C3%B3n_cerrada_de_agua_potable


- (32) Lovera J. Condiciones sanitarias de la vivienda y prevención de parasitosis intestinal en las madres de niños atendidos en el puesto de salud Cachiche Ica enero 2017. Tesis para optar el título profesional de licenciado en enfermería. Ica, Perú: Universidad privada San Juan Bautista; 2017 [citado 10 de agosto de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.upsjb.edu.pe/handle/upsjb/1432>

Anexos

Anexo 1. Instrumento de recolección de datos

FICHA 01	TITULO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO VILLA MERCEDES, DISTRITO DE RAYMONDI, PROVINCIA DE ATALAYA, REGIÓN UCAYALI, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN – 2022.					
	TESISTA	BACHILLER. FLORES PULCHA BEYSON FERNANDO			 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		
	ASESOR	MS. LEÓN DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL					
	LUGAR	CASERIO VILLA MERCEDES					
	DISEÑO	AGUA SUBTERRANEA – POZO TUBULAR - BOMBEO					
DESCRIPCION		CANTIDAD	UNIDAD		DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
CAUDAL MAXIMO DIARIO		0.42	l/seg		GRADIENTE HIDRAULICA	0.041	m/m
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO DEL ESQUIPO DE BOMBEO		3.44	Hrs		PERDIDA DE CARGA POR FRICCION EN LAS TUBERIAS DE IMPULSION	3.50	m
CAUDAL DE BOMBEO		2.93	l/seg		PERDIDA DE CARGA TOTAL	3.92	m
VELOCIDAD DE TUBERIA DE IMPULSION		1.50	m/seg		ALTURA DINAMICA	29.88	m
DIAMETRO DE TUBERIA DE IMPULSION		2	Pulg		POTENCIA DE EQUIPO DE BOMBEO	2	HP
VELOCIDAD CORREGIDA		1.41	m/seg		POTENCIA DE MOTOR DEL EQUIPO DE BOMBEO	6	HP

FICHA 02	TITULO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO VILLA MERCEDES, DISTRITO DE RAYMONDI, PROVINCIA DE ATALAYA, REGIÓN UCAYALI, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN – 2022.					
	TESISTA	BACHILLER. FLORES PULCHA BEYSON FERNANDO				 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	
	ASESOR	MS. LEÓN DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL					
	LUGAR	CASERÍO VILLA MERCEDES					
	DISEÑO	LINEA DE ADUCCION					
	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD		DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
	Q DISEÑO	0.63	lps		COEFICIENTE DE H-W	150	pie/seg
	COTA DE TERRENO	176.00	msnm		GRADIENTE HIDRAULICO	2.34	%
	LONGITUD TOTAL DE LA LINEA DE ADUCCION	21.1	m		PERDIDA DE CARGA TOTAL	0.08	m
	VELOCIDAD DE LA LINEA DE ADUCCION	0.80	m/s		COTA DE TERRENO A (INICIO DE LA RED DISTRIBUCION)	175.5	msnm
	DIAMETRO DE CALCULO	1.29	pulg		COTA PIEZOMETRICA EN EL INICIO DE RED	186.42	msnm
	DIAMETRO COMERCIAL ASUMIDO	2	pulg		CARGA DSIPONIBLE A INICIO DE LA RED	10.92	m

FICHA 03	TITULO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO VILLA MERCEDES, DISTRITO DE RAYMONDI, PROVINCIA DE ATALAYA, REGIÓN UCAYALI, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN – 2022.		
	TESISTA	BACHILLER. FLORES PULCHA BEYSON FERNANDO	 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	
	ASESOR	MS. LEÓN DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL		
	LUGAR	CASERÍO VILLA MERCEDES		
	DISEÑO	DISEÑO DEL RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO		
DESCRIPCION		CANTIDAD	UNIDAD	
CAUDAL DE CONSUMO MAX. DIARIO		0.32	lps	
CAUDAL MAXIMO HORARIO		0.42	lps	
CAUDAL DE BOMBEO		2.93	lps	
VOLUMEN DE REGULACION 20 % QMD		7.26	m3	
VOLUMEN DE RESERVA 25 % REGULACION		1.82	m3	
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO PROYECTADO		9.08	m3	
VOLUMEN DE DISEÑO REDONDEADO SEGÚN RM. 192-2018		10	m3	

TITULO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO VILLA MERCEDES, DISTRITO DE RAYMONDI, PROVINCIA ATALAYA, REGIÓN UCAYALI, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA EN LA POBLACIÓN – 2022.			 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	
TESISTA:	BACH. FLORES PULCHA BEYSON FERNANDO	FECHA:	20/09/2022	
ASESOR:	MS. LÉON DE LOS RÍOS GONZALO MIGUEL	PROVINCIA:	ATALAYA	
LUGAR:	CAS. VILLA MERCEDES	REGIÓN:	UCAYALI	
DISTRITO	RAYMONDI	CUESTIONARIO:	01	
MARCAR CON UNA (X) SI LA RESPUESTA				
PREGUNTAS		SI	NO	
¿Usted cree que al realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali, mejorara la cantidad del agua?		X		
¿Usted cree que al realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali, mejorara la cobertura del agua?		X		
¿Usted cree que al realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali, mejorara la continuidad del agua?		X		
¿Usted cree que al realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali, mejorara la calidad del agua?		X		
OBSERVACIONES O SUBGERENCIAS:				
Las condiciones actuales de la población del caserío son de manera insalubre considerando que no cuenta con un sistema de saneamiento básico.				

Anexo 2. Consentimiento informado



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

PROTOCOLO DE ASENTIMIENTO INFORMADO

(Ingeniería y Tecnología)

Mi nombre es **Beyson Fernando Flores Pulcha** y estoy haciendo mi investigación, la participación de cada uno de ustedes es voluntaria.

A continuación, te presento unos puntos importantes que debes saber antes de aceptar ayudarme:

- Tu participación es totalmente voluntaria. Si en algún momento ya no quieres seguir participando, puedes decírmelo y volverás a tus actividades.
- La conversación que tendremos será de 10 minutos máximos.
- En la investigación no se usará tu nombre, por lo que tu identidad será anónima.
- Tus padres ya han sido informados sobre mi investigación y están de acuerdo con que participes si tú también lo deseas.

Te pido que marques con un aspa (x) en el siguiente enunciado según tu interés o no de participar en mi investigación.

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Villa Mercedes, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2022	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
---	--	-----------------------------

Fecha: 28/08/2022

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ETICA DE INVESTIGACION – ULCADECH CATOLICA



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS

La finalidad de este protocolo en Ingeniería y tecnología es informarle sobre el proyecto de investigación y solicitarle su consentimiento. De aceptar, el investigador y usted se quedarán con una copia.

La presente investigación se titula **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ELE CASERÍO VILLA MERCEDES, DISTRITO DE RAYMONDI, PROVINCIA DE ATALAYA, REGIÓN UCAYALI, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2022**, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. El propósito de la investigación es: Mejorar la condición sanitaria de la población del caserío Villa Mercedes.

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 5 minutos de su tiempo. Su participación en la investigación es completamente voluntaria y anónima. Usted puede decidir interrumpirla en cualquier momento, sin que ello le genere ningún perjuicio. Si tuviera alguna inquietud y/o duda sobre la investigación, puede formularla cuando crea conveniente.

Al concluir la investigación, usted será informado de los resultados a través de Número de celular: 976243861. Si desea, también podrá escribir al correo fernando_3001@hotmail.com para recibir mayor información. Asimismo, para consultas sobre aspectos éticos, puede comunicarse con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad Católica los Ángeles de Chimbote.

Si está de acuerdo con los puntos anteriores, complete sus datos a continuación:

Nombre: **Beyson Fernando Flores Pulcha**

Fecha: 28 / 08 / 2022

Correo electrónico: Fernando_3001@hotmail.com

Firma del participante: Luis Reategui Arimuya

Firma del investigador (o encargado de recoger información): Beyson Fernando Flores Pulcha

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ETICA DE INVESTIGACION – ULCADECH CATOLICA

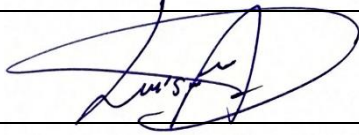
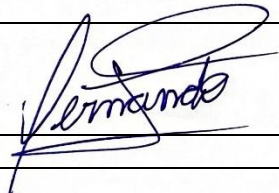
PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENTREVISTAS

Estimado/a participante

Le pedimos su apoyo en la realización de una investigación en **Ingeniería y Tecnología**, conducida por **Beyson Fernando Flores Pulcha**, católica Los Ángeles de Chimbote. La investigación denominada: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO VILLA MERCEDES, DISTRITO DE RAYMONDI, PROVINCIA DE ATALAYA, REGIÓN UCAYALI, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICION SANITARIA DE LA POBLACION – 2022.**

- La entrevista durará aproximadamente 5 minutos y todo lo que usted diga será tratado de manera anónima.
- La información brindada será grabada (si fuera necesario) y utilizada para esta investigación.
- Su participación es totalmente voluntaria. Usted puede detener su participación en cualquier momento si se siente afectado; así como dejar de responder alguna interrogante que le incomode. Si tiene alguna pregunta durante la entrevista, puede hacerla en el momento que mejor le parezca.
- Si tiene alguna consulta sobre la investigación o quiere saber sobre los resultados obtenidos, puede comunicarse al siguiente correo electrónico fernando_3001@hotmail.com o al número 976243861 Así como con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad, al correo electrónico division_personal@uladech.edu.pe

Complete la siguiente información en caso desee participar:

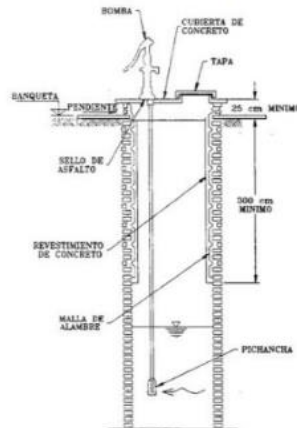
Nombre completo:	Luis Reategui Arimuya
Firma del participante:	
Firma del investigador:	
Fecha:	28/08/2022

Anexo 3. Norma Técnica de Diseño.

2.8. POZOS

Se realizan para la captación de agua subterránea a una gran profundidad.

Ilustración N° 03.30. Pozo con Bomba manual



Tipologías

Pueden ser:

- Pozos someros:
 - Excavados
 - Perforados
- Pozos Profundos
 - Perforados manualmente
 - Perforados con maquinaria

Criterios de diseño

- La ubicación de los pozos y su diseño preliminar se determinan como resultado del correspondiente estudio hidrogeológico específico. En la ubicación no sólo se considera 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.
- Se diseña el número de pozos necesarios para el sistema de acuerdo con el caudal de diseño, y se ubican sin causar interferencias a otros pozos existentes, y preferiblemente en zonas no inundables.
- Para obtener el rendimiento de los pozos se deben evaluar los pozos existentes cercanos de la zona (rendimiento, años de producción y variaciones estacionales) o se debe realizar un estudio hidrogeológico para determinar la calidad del agua, el rendimiento del pozo y su variabilidad estacional, la profundidad del manto acuífero y las características del terreno.
- Se deben proteger contra posibles fuentes de contaminación. Las paredes del pozo deben ser de material impermeable hasta una profundidad de 3 m como mínimo, y debe cubrirse con un sello sanitario, que sobresale 0,50 m sobre el piso o sobre el nivel de inundación.
- La distancia mínima entre un pozo de agua destinado para el consumo humano y un sistema de percolación es de 20 m. El pozo se debe ubicar a una cota superior con respecto al sistema de percolación.

Para el diseño de los pozos se debe tomar en consideración los siguientes aspectos:

- Pozos someros, captan agua subsuperficial de acuíferos de poca profundidad, hasta los 30 m.
 - Excavados. Los pozos excavados no requieren de dimensionamiento específico, sin embargo, debe considerarse los siguientes aspectos:
 - Diámetro mínimo de 1,00 metro para permitir la excavación manual.
 - Empleo de anillas de hormigón en caso de terrenos deleznable.
 - El revestimiento del pozo excavado debe ser con anillos ciegos de concreto del tipo deslizando o fijo, hasta el nivel estático y con aberturas por debajo de él.
 - Se debe profundizar el pozo al menos 2 metros debajo del nivel freático en época de estiaje para permitir la explotación del agua. La profundidad del pozo excavado se determina 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.
 - Perforados. los pozos perforados someros, no requieren dimensionamiento específico; pueden diseñarse en base a estudios prospectivos iniciales o, en su caso, debe realizarse la perforación directamente hasta alcanzar los niveles freáticos suficientes para la explotación del agua. Pueden ser pozos perforados manual o mecánicamente.
- Pozos profundos, captan agua subterránea a profundidades mayores a los 30 m, dependiendo de las condiciones del acuífero.
 - Perforados manualmente. emplea equipos simples para perforar pozos de pequeño diámetro empleando los métodos de rotación y percusión, en terrenos de baja concentración de material granular. Los pozos perforados manualmente, sólo pueden ser diseñados en su concepción general. Solamente con pruebas en campo puede identificarse la posibilidad o no de perforar con esta tecnología.
 - Perforados con maquinaria. Los pozos perforados con máquina permiten captar aguas subterráneas profundas, y requieren equipos de perforación especiales. Las técnicas de perforado pueden ser de percusión, rotación directa o reversa, inyección y otros. El diseño de los pozos perforados profundos requiere la participación de especialistas en hidrogeología y estudios de prospección de aguas subterráneas con equipos de resonancia electromagnética.
 - Durante la perforación del pozo se debe determinar 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.
 - Los filtros son diseñados considerando el caudal de bombeo; la granulometría y espesor de los estratos; velocidad de entrada, así como la calidad de las aguas.

Consideraciones específicas.

- En la construcción del pozo somero, se debe considerar una escalera de acceso hasta el fondo para permitir la limpieza y mantenimiento, así como para la posible profundización en el futuro.
- 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.
- Los pozos deben 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 debe sobresalir 0.50 m como mínimo, con relación al nivel de inundación.
- El menor diámetro del forro de los pozos profundos debe ser por lo menos de 8 cm mayor que el diámetro exterior de los impulsores de la bomba por instalarse.
- La construcción de los pozos se debe hacer en forma tal que se evite el arenamiento de ellos, y se obtenga un óptimo rendimiento a una alta eficiencia hidráulica, lo que se consigue con uno o varios métodos de desarrollo.

- Todo pozo, una vez terminada su construcción, debe ser sometido a una prueba de rendimiento a caudal variable, durante un periodo de tiempo a determinar en función del informe hidrogeológico, con la finalidad de determinar el caudal explotable y las condiciones para su equipamiento. Los resultados de la prueba deben ser expresados en gráficos que relacionen la depresión con los caudales, indicándose el tiempo de bombeo.
- Antes del inicio de la prueba se debe medir el nivel estático del agua mediante un tubo instalado en el interior de diámetro ≥ 19 mm. El procedimiento de la prueba de rendimiento consta de las siguientes fases:
 - Bombeo de desarrollo y limpieza: se debe bombear durante 24 horas para limpiar el pozo. El agua descargarse a una distancia mínima de 30 metros al pozo.
 - Prueba de rendimiento o aforo: tras el periodo de recuperación, se debe realizar la extracción en 5 escalones de caudales variables y aproximadamente una hora de duración cada uno. En cada uno de los 5 escalones se debe anotar el aforo y la velocidad. Con los resultados, se elabora la curva de bombeo y se selecciona el caudal explotable, que es empleado en la siguiente fase.
 - Prueba de acuífero: tras el periodo de recuperación, se debe extraer durante 43 horas el caudal explotable, midiéndose el nivel de la napa durante la recuperación, por un periodo mínimo de 24 horas. Los resultados de esta prueba permiten determinar los parámetros hidráulicos del acuífero.
- Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento deben tomarse muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.
- El caudal explotable es el que fije el documento de Autorización de Uso del Agua de la ALA (Autoridad Local del Agua) dependiente del ANA (Autoridad Nacional del Agua).

Memoria de Cálculo

- Determinación del periodo de bombeo
Las horas de bombeo y el número de arranques en un día, depende del rendimiento de la fuente, el consumo de agua, costo de operación y la disponibilidad de energía. Resulta conveniente que el periodo de bombeo sea de 8 horas diarias, las que serán distribuidas en el mejor horario; en situaciones excepcionales se debe adoptar un periodo mayor, pero como máximo de 12 horas.

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

Donde:

Q_b : caudal de bombeo (l/s)

Q_{md} : caudal máximo diario (l/s)

N : número de horas de bombeo (h)

- Carga dinámica o altura manométrica total
Es el incremento total de la carga del flujo a través de la bomba.

$$H_b = h_s + h_i$$

Donde:

H_b : altura dinámica o altura de bombeo (m)

h_s = Carga de succión, m.

H_i = Carga de impulsión, m.

- Carga de succión

$$H_b = h_s + h_{fs}$$

Donde:

h_s : altura de succión, altura del eje de la bomba sobre el nivel inferior del agua (m)

h_{fs} : pérdida de carga en la succión (m).

- Carga neta de succión positiva

$$NPSH_{\text{disponible}} = H_{\text{atm}} - (H_{\text{vap}} + h_s + h_{fs})$$

Donde:

- $NPSH_{\text{disponible}}$: carga neta de succión positiva disponible (m)
 H_{atm} : presión atmosférica (m)
 H_{vap} : presión de vapor (m)
 h_s : altura estática de succión (m)
 h_{fs} : pérdida de carga por fricción de accesorios y tubería (m).

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

$$NPSH_{\text{disponible}} > NPSH_{\text{requerida}}$$

- Altura dinámica total

$$H_g = H_d + H_s$$

Donde:

- H_s : altura de aspiración o succión, esto es, altura del eje de la bomba sobre el nivel inferior
 H_d : altura de descarga, o sea, la altura del nivel superior con relación al eje de la bomba
 H_g : Altura geométrica, esto es la diferencia de nivel (altura estática total)

$$H_{dt} = H_g + H_{f_{\text{total}}} + P_s$$

$H_{f_{\text{total}}}$: pérdida de carga (totales)

P_s : presión de llegada al reservorio/planta (se recomienda 2 m)

H_{dt} : altura dinámica total en el sistema de bombeo

Tabla N° 03.18. Valores de abertura de la ranura de tubería
Área de infiltración en cm^2/ml

DIAMETRO Y ESPESOR	PESO / METRO	NUMERO DE RANURA	ABERTURA DE LA RANURA		
			1 mm	2 mm	3 mm
8 5/8 x 3/16	25,2 kg	608	316	608	985
1/4	34,3 kg	608	316	608	985
10 3/4 X 3/16	31,9 kg	752	391	752	1218
1/4	42,8 kg	752	391	752	1218
12 3/4 x 1/4	50,7 kg	912	474	912	1477
5/16	61,7 kg	912	474	912	1477
14 x 1/4	55,7 kg	992	515	992	1607
5/16	69,8 kg	992	515	992	1607
16 x 1/4	64,3 kg	1104	574	1104	1788
5/16	80,9 kg	1104	574	1104	1788
18 x 1/4	72,3 kg	1280	665	1280	2073
5/16	91,5 kg	1280	665	1280	2073
20 x 1/4	80,6 kg	1424	740	1424	2306
5/16	101,9 kg	1424	740	1424	2306
22 x 1/4	68,1 kg	1584	823	1584	2566
5/16	110,8 kg	1584	823	1584	2566
24 x 1/4	96,5 kg	1728	898	1728	2799
5/16	120,9 kg	1728	898	1728	2799

- Cálculo de la línea de impulsión

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

Diámetro teórico máximo (D_{\max}):

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

Diámetro teórico económico (D_{econ}):

$$D_{\text{econ}} = 0.96 * \left(\frac{N}{24}\right)^{\frac{1}{4}} * (Q_b)^{0.45}$$

- Selección del Equipo de Bombeo

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

Pérdida de carga por accesorios (h_k)

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

Aplicamos la siguiente ecuación para el cálculo de la pérdida de carga por accesorio

$$h_k = 25 * \frac{V^2}{2g}$$

- Cálculo de la altura dinámica total:

$$H_{dt} = H_g + H_f \text{ total} + P_s$$

- Cálculo de la potencia a instalar:

$$\text{Pot. Bomba} = \frac{PE * Q_b * H_{dt}}{75 * n}$$

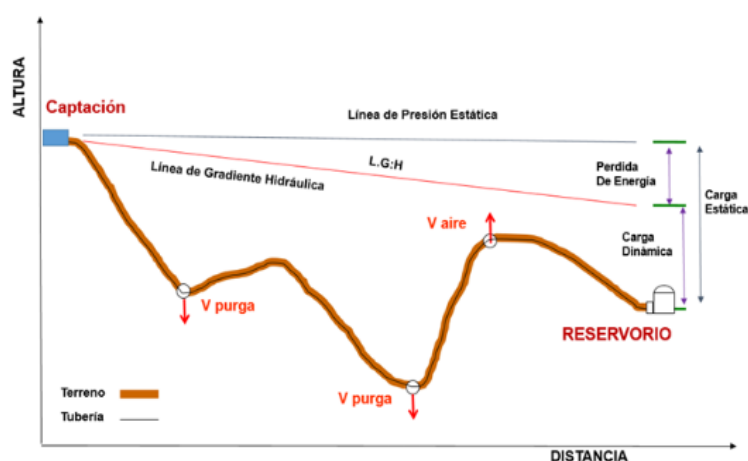
Tabla N° 03.19. Potencias comerciales en motores eléctricos

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

2.9. LÍNEA DE CONDUCCIÓN

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

Ilustración N° 03.31. Línea de Conducción



✓ Caudales de Diseño

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

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

✓ Velocidades admisibles

Para la línea de conducción se debe cumplir lo siguiente:

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

✓ Criterios de Diseño

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

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

Donde:

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

R_h : radio hidráulico
 I : pendiente en tanto por uno

- Cálculo de diámetro de la tubería:

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

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

Donde:

H_f : pérdida de carga continua, en m.

Q : Caudal en m^3/s

D : diámetro interior en m

C : Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

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

L : Longitud del tramo, en m.

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

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

Donde:

H_f : pérdida de carga continua, en m.

Q : Caudal en l/min

D : diámetro interior en mm

Salvo casos fortuitos debe cumplirse lo siguiente:

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

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

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

Donde:

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

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

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

Donde:

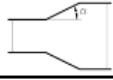


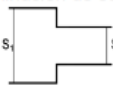

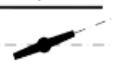
ΔH_i : Pérdida de carga localizada en las piezas especiales y en las válvulas, en m.

K_i : Coeficiente que depende del tipo de pieza especial o válvula (ver Tabla N° 03.14)

V : Máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial o de la válvula en m/s

g : aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

Tabla N° 03.20. Coeficiente para el cálculo de la pérdida de carga en piezas especiales y válvulas

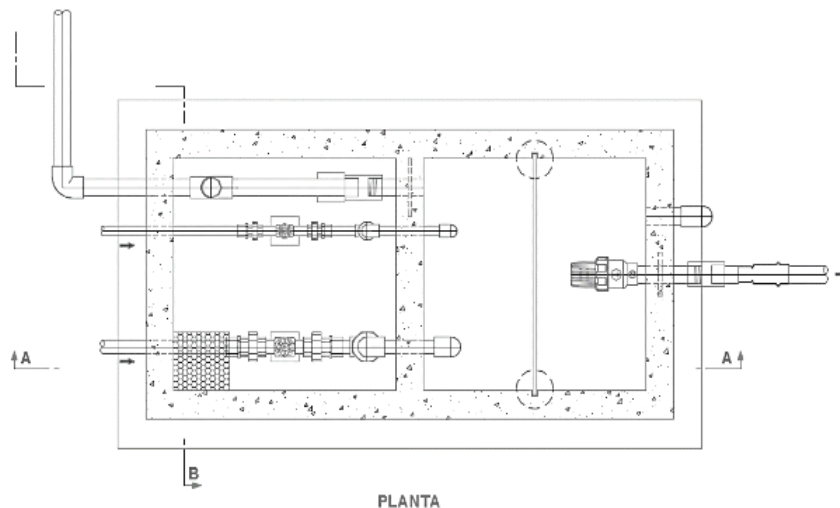
ELEMENTO	COEFICIENTE k_i								
Ensanchamiento gradual 	α	5°	10°	20°	30°	40°	90°		
	k_i	0,16	0,40	0,85	1,15	1,15	1,00		
Codos circulares 	R/DN	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	K_{90°	0,09	0,11	0,20	0,31	0,47	0,69	1,00	1,14
	$k_i = K_{90^\circ} \times \alpha/90^\circ$								
Codos segmentados 	α	20°	40°	60°	80°	90°			
	k_i	0,05	0,20	0,50	0,90	1,15			
Disminución de sección 	S_2/S_1	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8			
	k_i	0,5	0,43	0,32	0,25	0,14			
Otras Entrada a depósito Salida de depósito							$k_i=1,0$		
							$k_i=0,5$		
Válvulas de compuerta 	x/D	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	8/8
	k_i	97	17	5,5	2,1	0,8	0,3	0,07	0,02
Válvulas mariposa 	α	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	
	k_i	0,5	1,5	3,5	10	30	100	500	
Válvulas de globo	Totalmente abierta								
	k_i	3							

2.9.1. CÁMARA DE REUNIÓN DE CAUDALES

Se debe considerar lo siguiente:

- ✓ Las cámaras de reunión de caudales se instalan para reunir los caudales de dos (02) captaciones. La estructura será de concreto armado $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$; Las dimensiones internas de la estructura serán:
 - Cámara húmeda de 0,80 m x 0,80 m x 0,90 m, con tapa sanitaria metálica de sección 0,8 m x 0,8 m.
 - Cámara seca de 0,80 m x 0,80 m x 0,80 m, con tapa sanitaria metálica de sección 0,6 m x 0,6 m.
- ✓ La tubería del sistema de rebose y purga en su extremo final contará con un dado móvil de concreto simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ de 0,30 x 0,20 x 0,20, la cual estará superpuesta en una loza de piedra asentada con concreto simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$. Para la elaboración del concreto se utilizará cemento portland tipo I
- ✓ Para el pintado de la estructura se usará pintura látex (2 manos) y para las tapas metálicas se utilizará pintura esmalte (2 manos).
- ✓ Las tuberías de ingreso a la cámara son de 1" y 1 ½" (de cada captación), la tubería de salida de la cámara es de 2".

Ilustración N° 03.32. Cámara de reunión de caudales



- ✓ Cálculo Hidráulico
 - ✓ En caso existan varias fuentes de captación de agua, se requiere una estructura para la reunión de los caudales y llevarlas por una sola línea de conducción al reservorio o a la planta de tratamiento de agua potable.
 - ✓ El desnivel entre la cámara de reunión y la captación más alta no debe ser mayor a los 50 m. Sin embargo, en caso fuese mayor a los 50 m, se deberá instalar en la línea de conducción una cámara rompe presión para conducciones.
 - ✓ Se recomienda una sección interior mínima de 0,60 m x 0,60 m, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.
 - ✓ La altura de la cámara debe calcularse 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.

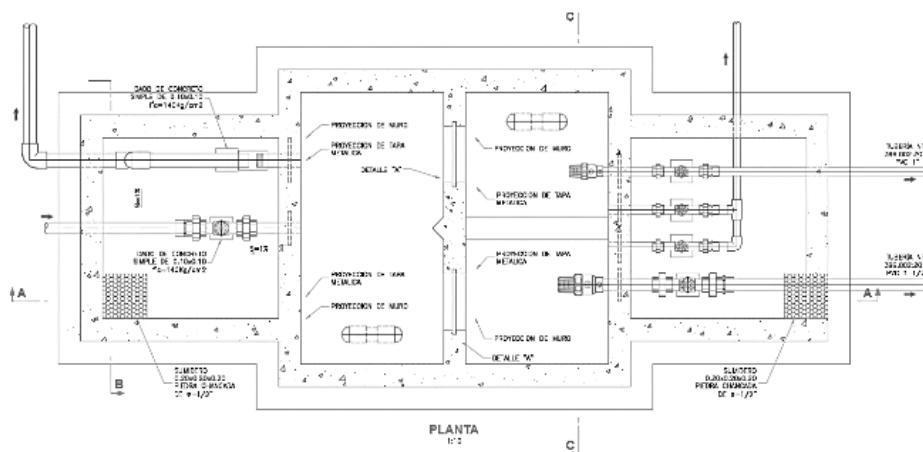
- ✓ La tubería de entrada a la cámara debe estar por encima del nivel del agua.
- ✓ La tubería de salida debe disponer de una canastilla de salida, que impida la entrada de objetos en la tubería.
- ✓ La cámara dispondrá de un aliviadero o rebose.
- ✓ El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

2.9.2. CÁMARA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES

Se deben de considerar lo siguiente:

- ✓ Construcción de una (01)²⁰ cámara de distribución para repartir los caudales a los Reservorio N° 1 y Reservorio N° 2.
- ✓ La estructura hidráulica será de concreto armado de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Tendrá tapa sanitaria metálica de sección 0,6 x 0,6 m.
- ✓ Debe contar con un sistema de rebose y purga y un dado de concreto simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ de 0,30 x 0,20 x 0,20, y piedra asentada con concreto simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$.

Ilustración N° 03.33. Cámara de distribución de caudales



- ✓ Cálculo Hidráulico
 - La función de una cámara distribuidora de caudales es dividir el flujo en dos o más partes.
 - Sólo se diseñarán cámaras distribuidoras de caudal en los siguientes casos:
 - Cuando el proyecto considere más de un reservorio de almacenamiento, ya sea por grandes distancias, por diferencias de nivel o diferentes comunidades.
 - Cuando existan diferentes usos del agua captada como: consumo humano, riego, pecuaria.
 - Las ventajas de la cámara distribuidora de flujo son: uso racional y equitativo del agua, disminución de costos de aducción y menor número de cámaras rompe-presión (cuando estas son requeridas).
 - Se recomienda una sección interior mínima de $0,55 \times 0,65 \text{ m}^2$ (cada cámara húmeda), tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.
 - La altura de la cámara de distribución se calcula mediante la suma de tres alturas:

²⁰ La cantidad de cámaras y reservorios está en función al diseño planteado por el proyectista según las condiciones del terreno

- 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 debajo del nivel del agua, es decir el ingreso es sumergido con el fin evitar turbulencia en el vertedero de salida.
- La tubería de salida debe disponer 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 será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

La fórmula utilizada para los cálculos es la siguiente:

$$Q = C_e \times \frac{8}{15} \times \sqrt{2g} \times \tan \frac{\theta}{2} \times (h_1 + k_h)^{2,5}$$

Donde:

Q : caudal (m³/s)

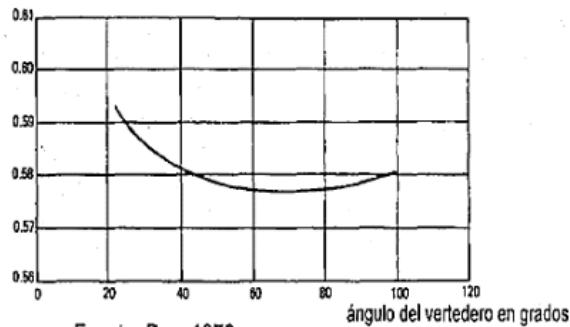
Θ : ángulo del vertedero (°)

h₁ : altura del nivel de agua, aguas arriba del vertedero, medido a partir del vértice inferior del triángulo (m)

C_e : Coeficiente en función de Θ

k_h : coeficiente en función de Θ

Ilustración N° 03.34. Coeficiente de Descarga C_e



Fuente: Bos, 1976

Ilustración N° 03.35. Angulo del Vertedero

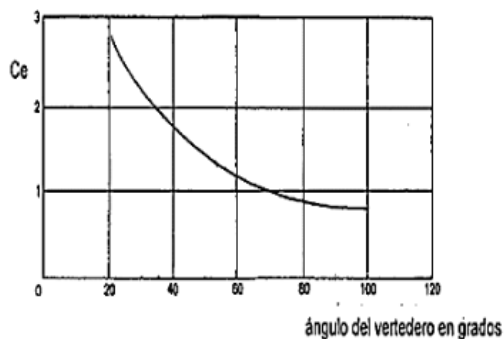


Figura 11: Valor de K_h,
función de θ

Fuente: Bos, 1976

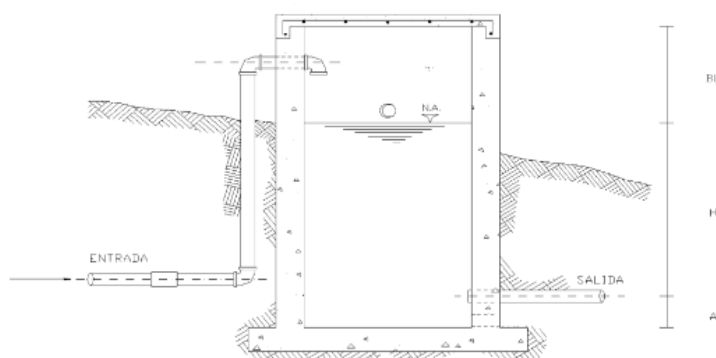
2.9.3. CÁMARA ROMPE PRESIÓN PARA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

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

Para ello, se recomienda:

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

Ilustración N° 03.36. Cámara rompe presión



- ✓ Cálculo de la Cámara Rompe Presión

Del gráfico:

- A : altura mínima (0.10 m)
- H : altura de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir
- BL : borde libre (0.40 m)
- Ht : altura total de la Cámara Rompe Presión

$$H_t = A + H + B_L$$

- ✓ Para el cálculo de carga requerida (H)

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

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

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

- ✓ Cálculo de la Canastilla
Se recomienda que el diámetro de la canastilla sea 2 veces el diámetro de la tubería de salida.

$$D_c = 2D$$

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

$$3D < L < 6D$$

Área de ranuras:

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

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

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

El número de ranuras resulta:

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

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

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

Donde:

- D : diámetro (pulg)
- Qmd : caudal máximo diario (l/s)
- S : pérdida de carga unitaria (m/m)

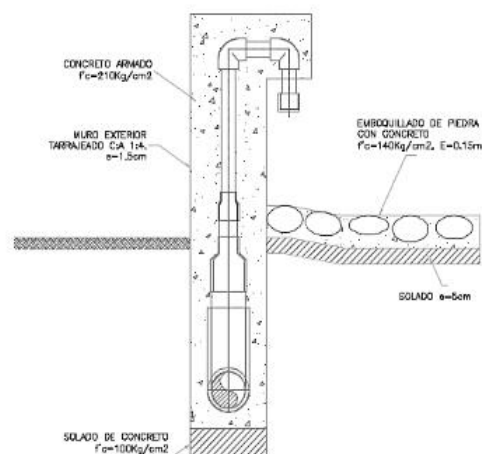
2.9.4. TUBO ROMPE CARGA

Se recomienda:

- ✓ Se debe construir un total de dos (02)²¹ tubos rompe carga. Estos deben ubicarse en lugares estratégicos para reducir las presiones en las líneas de conducción que puedan superar los 50 mca afectando así a la resistencia que tiene la tubería.
- ✓ La estructura será en base a concreto armado con un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con dimensiones de 1,60 x 0,25 m y 1,2 de altura (0,70 m estará sobre el nivel de terreno), el tipo de cemento a utilizar dependerá de los estudios previos.
- ✓ Por el lado del tubo de ventilación (que funciona como purga) se debe habilitar una losa con el uso de piedra asentada con concreto simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$, con dimensiones de 1,0 m x 0,50 m y 0,10 m de espesor.
- ✓ Para el pintado de la estructura se usará pintura látex (2 manos).
- ✓ Las tuberías de ingreso, salida y de ventilación será de 1", para la cámara de transición se utilizará una tubería de 3".

²¹ La cantidad y necesidad de proyecciones de tubos rompe cargas es responsabilidad del proyectista en función al trazado de la línea y la topografía del terreno.

Ilustración N° 03.37. Tubería Rompe Presión



✓ **Cálculo hidráulico**

El tubo rompe carga sustituye a la tradicional Cámara Rompe Presión para conducciones, cumpliendo las mismas funciones que de este dispositivo, tiene la ventaja de requerir mínima operación y mantenimiento.

Criterios de diseño

La concepción del tubo rompe carga se sustenta en los siguientes criterios:

- El flujo es permanente y uniforme, de naturaleza turbulento ($Re > 2000$)
- El diámetro de la cámara de disipación de energía es 2 veces que el de la tubería de conducción. La velocidad del agua se reduce a la cuarta parte, pasando el flujo de rápido (supercrítico) a lento (subcrítico) produciéndose un resalto hidráulico.
- El resalto hidráulico se desarrolla en $L = 6.9 (D1 - D2)$, pero por cuestiones constructivas se asume una longitud mínima de la cámara disipadora de 1.25 m.
- Para evitar el deterioro de las instalaciones por la vibración, el dispositivo se emprotra con concreto.
- Se ubican a cada 50 m de desnivel
- Instalaciones deben realizarse con tuberías PVC C-10.

Funcionamiento

- El agua ingresa a la cámara de disipación, se produce pérdida de carga e incorporación de aire a la masa líquida a través del tubo de ventilación.
- Cuando aguas abajo se obtura el conducto, el TRC permite evacuar el flujo hacia un cauce seguro; esto evita que la tubería de conducción se cargue por encima de su capacidad admisible y falle.
- Una vez instalado la estructura no necesita ningún tipo de operación y solo requiere del desbroce de maleza y pintado del pedestal.

Recomendaciones:

- El diámetro de la tubería de la cámara de disipación debe ser el triple del diámetro de la tubería de conducción. "La reducción de la presión de ingreso es del orden del 70% en sistemas donde el diámetro es duplicado y del 90% donde el diámetro es triplicado"
- Construcción de un canal de evacuación a un cauce seguro para evitar socavación y deslizamientos de terreno
- Para tramos largos (> 1 km); entre estructuras deben colocarse válvulas para efectos de refacción de tuberías.

- 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 continúa 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

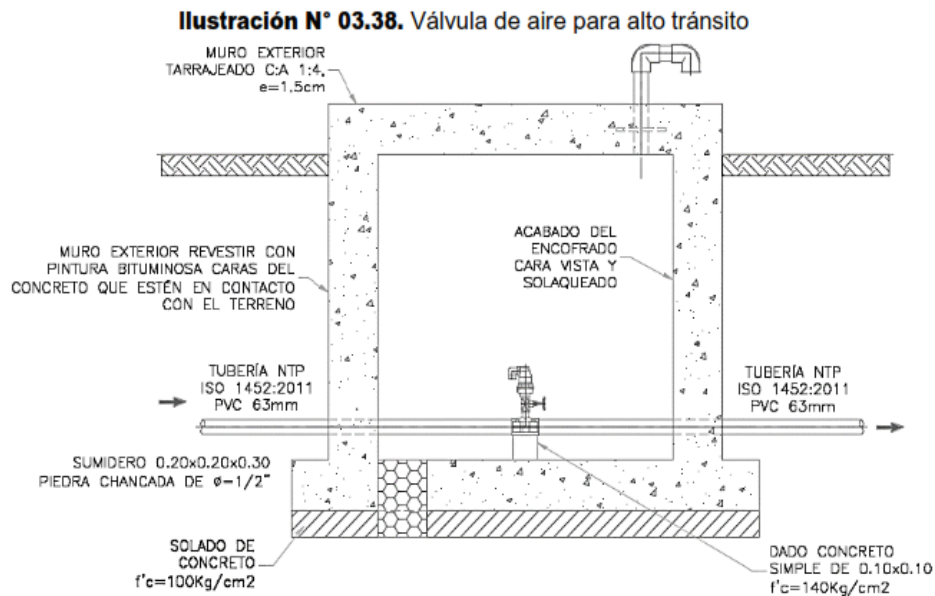
El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire de accionamiento manual.

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

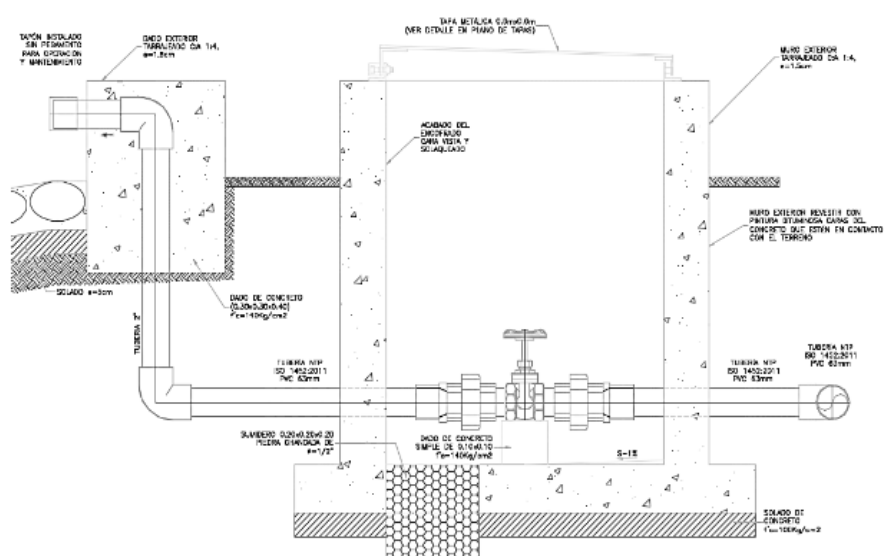
- ✓ Para sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito rural, se recomienda una sección interior mínima de $0,60 \times 0,60 \text{ m}^2$, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.

- ✓ 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.

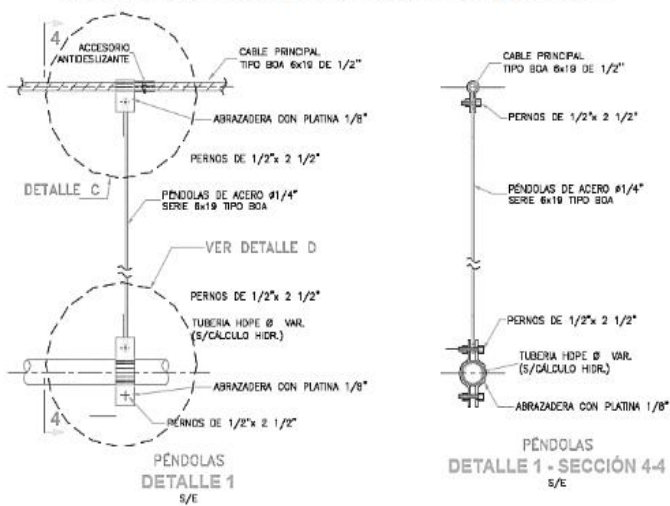
2.9.7. PASE AÉREO

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



2.10. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP)

Las unidades de la PTAP que deben diseñarse deben ser seleccionadas de acuerdo con las características del cuerpo de agua de donde se captará el agua cruda, tal como indica la tabla siguiente:

Tabla N° 03.21. Selección del proceso de tratamiento del agua para consumo humano

ALTERNATIVAS	LÍMITES DE CALIDAD DEL AGUA CRUDA	
	80% DEL TIEMPO	ESPORADICAMENTE
Filtro lento (F.L.) solamente	$T_0 \leq 20$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 100$ UT
F.L.+ prefiltro de grava (P.G.)	$T_0 \leq 60$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 150$ UT
F.L.+ P.G.+ sedimentador (S)	$T_0 \leq 200$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 500$ UT
F.L.+ P.G.+ S+ presedimentador	$T_0 \leq 200$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 1000$ UT

T_0 : turbiedad del agua cruda presente el 80% del tiempo.

C_0 : color del agua cruda presente el 80% del tiempo

$T_{0\text{Max}}$: turbiedad máxima del agua cruda, considerando que este valor se presenta por lapsos cortos de minutos u horas en alguna eventualidad climática o natural.

Cualquiera de las 04 alternativas señaladas anteriormente puede ser complementada por un desarenador si esta contiene arenas. Adicionalmente, y en forma obligatoria, se deberá incluir Cerco Perimétrico y Lechos de secado de lodos.

Unidades de Tratamiento

a. Desarenador

Cuya función es la de separar del agua captada las arenas y partículas gruesas en suspensión, para evitar que se deposite en la tubería de conducción y así evitar la sobrecarga de arena en los procesos posteriores de tratamiento. El desarenador normalmente remueve partículas en suspensión gruesa y arena, con tamaños superiores a 0,2 mm.

b. Sedimentador

Se debe incluir este componente cuando se compruebe que, mediante una prueba de sedimentación natural, se llega a remover la turbiedad por sólidos suspendidos y cuyo efluente resulte con alrededor de 50 UNT. Un sedimentador puede remueve partículas en suspensión gruesa y arena, inferiores a 0,2 mm y superiores a 0,05 mm. En la tabla siguiente se muestra los parámetros de diseños para un sedimentador.

Tabla N° 03.22. Criterios de diseño

N°	PARÁMETROS	UNIDADES	VALORES OBTENIDOS	ÓPTIMOS
1	Tasa de sedimentación (qs)	$m^3/m^2.d$	2,79 a 7,30	2 -10
2	Período de retención (T_0)	horas	7,76 a 3,30	3 a 6
3	Tasa de recolección agua sedimentada (qr)	l/s.m	0,15 a 0,45	1,3 a 3,0

En todos los casos los diseños propuestos deben cumplir con las relaciones de largo/ancho de la zona de sedimentación $3 < L/B < 6$ y con la relación de largo/alto de la zona de sedimentación $5 < L/H < 20$.

c. Aireación

Proceso mediante el cual el agua es puesta en contacto íntimo con el aire, con el propósito de:

- Transferir oxígeno al agua para aumentar el OD
- Disminuir la concentración de CO₂
- Disminuir la concentración de H₂S
- Remover gases como metano, cloro y amoníaco
- Oxidar hierro y manganeso
- Remover compuestos orgánicos volátiles
- Remover sustancias volátiles productoras de olores y sabores.

Criterios para su instalación

- ✓ Componente que debe ser incluido cuando no exista la posibilidad de usar otra fuente que no sea aguas subterráneas y la calidad del agua presente Hierro (Fe) y Manganeso (Mn) hasta 1,5 mg/l de Fe+Mn, podrá ser tratada.
- ✓ En caso excepcional se ha considerado la siguiente configuración:
 - PTAP con aireador + sedimentador + filtro lento.
- ✓ Si la concentración de Hierro (Fe) y Manganeso (Mn) fuera superior a 1,5 mg/l de Fe+Mn, la fuente deberá descartarse.
- ✓ Tanto para las aguas superficiales como subterráneas, se debe verificar que una vez potabilizadas cumplan con los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano aprobados por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA y la normatividad vigente.

d. Prefiltro de grava

Es utilizado para disminuir la carga de material en suspensión antes de la filtración lenta en arena.

Los prefiltros como unidades independientes pueden asumir dos funciones:

- ✓ Como proceso de remoción exclusivamente físico para atenuar altas turbiedades. En este caso operan con velocidades altas y carreras cortas.
- ✓ Como proceso físico y biológico, como único tratamiento para aguas relativamente claras. En este caso la unidad opera con velocidades bajas y carreras largas.

Criterios de diseño

- ✓ Se pueden tratar turbiedades medias de 100 a 400 UNT con límites máximos de 500 a 600 UNT.
- ✓ En todos los casos la altura de la grava es de 50 cm.
- ✓ La graduación del tamaño de la grava en cada cámara es la siguiente
 - Cámara 1, grava de 3,0 a 4,0 cm
 - Cámara 2, grava de 1,5 a 3,0 cm
 - Cámara 3, grava de 1,0 a 1,5
- ✓ Cuando el objetivo de la unidad es actuar como proceso de remoción de turbiedad antes de un filtro lento, las velocidades de diseño de las cámaras varían entre 1,00 y 0,60 m/h.
- ✓ Cuando el objetivo es físico y biológico las velocidades deben variar entre 0,80 y 0,10 m/h.

e. Filtro lento de arena

La filtración lenta en arena es el tipo tratamiento del agua más antiguo y eficiente utilizado por la humanidad, además de ser muy fácil de operar y mantener. Simula el proceso de purificación del agua que se da en la naturaleza, al atravesar el agua de

lluvia las capas de la corteza terrestre, hasta encontrar los acuíferos o ríos subterráneos.

Criterios de diseño

- ✓ Los criterios de diseño respecto a la calidad de agua cruda se pueden observar en la tabla N° 03.18. La unidad de filtración lenta consta principalmente de un medio filtrante dispuesto sobre un lecho de soporte, el cual a su vez se sitúa sobre un drenaje que está compuesto por dos capas de ladrillos tipo King Kong formando los canales del drenaje de 0,20 m de ancho por 0,15 m de alto. Los ladrillos de la capa inferior se deben asentar con mortero, los ladrillos que cubren los canales se colocan dejando 2 cm de separación, para que así el agua pueda percolar.
- ✓ Sobre el drenaje se consideran tres capas de grava de diferentes tamaños, con una altura total de 0,20 m.

Tabla N° 03.23. Especificación de la capa soporte de grava

N°	TAMAÑO DE LA GRAVA (mm)	ALTURA DE LA CAPA (m)
1	1,5 - 0,40	0,05
2	4,0 - 15,0	0,05
3	10,0 - 40,0	10,0

- ✓ Sobre la capa soporte se considera un lecho filtrante de arena de 0,80 m de alto. Las especificaciones para la arena se pueden ver en la tabla 4.

Tabla N° 03.24. Especificaciones para la arena

N°	PARÁMETROS	RECOMENDACIÓN
1	Tamaño efectivo (mm)	0,20 a 0,30
2	Coefficiente de uniformidad	1,8 a 2,0
3	Espesor del lecho (m)	0,80

- ✓ Sobre la capa de arena se considera una altura de agua máxima de 1,0 m de altura. Esta altura máxima se controla con un aliviadero que descarga en la estructura de salida.

f. Lecho de secado

En el caso de una PTAP de Filtración Lenta (PFL), las unidades productoras de lodos son los sedimentadores, prefiltros y la unidad de lavado de arena. En las celdas de secado se trata de separar la parte líquida de la sólida, para disponer el efluente líquido a un curso de agua o sistema de alcantarillado y los sólidos secos para ser usados con fines agrícolas o de construcción.

Criterios de diseño

- ✓ Se debe tener en cuenta la cantidad de lodos producidos en cada componente de la PTAP, incluyendo los datos históricos de precipitación y evaporación de la zona.
 - ✓ Las unidades efluentes productoras son los sedimentadores, prefiltros y los filtros lentos del sistema de tratamiento a través de la unidad de lavado de arena.
 - ✓ La consideración de esta unidad dentro del sistema de tratamiento es imprescindible.
- g. Cerco perimétrico
- La función del cerco perimétrico es la de satisfacer la carencia de condiciones de seguridad, con la finalidad de evitar el deterioro de las estructuras que componen la planta de tratamiento de agua potable.

h. Obras Exteriores

Respecto a las obras adicionales al sistema de tratamiento, se debe considerar el diseño de infraestructura para las oficinas y los servicios higiénicos, así como también la red de agua y alcantarillado interna de la planta de tratamiento.

2.10.1. DESARENADOR

Los componentes del desarenador serían los siguientes:

Zona de entrada

Tiene como función, conseguir una distribución uniforme de la velocidad y de las líneas de flujo dentro de la unidad. Se consideran al final de la transición dos compuertas metálicas, para alternar el paso del flujo a las unidades de desarenación en paralelo, durante la operación de limpieza de una de ellas.

Zona de desarenación

Parte principal del sistema, consiste en un canal en el cual se realiza el depósito de las partículas de arena. Para una mejor operación se consideran dos (02) unidades.

Zona de salida

Conformada por dos vertederos de rebose que recolectan el agua que rebosa de las unidades de desarenación, luego de que la arena y partículas similares han decantado en el fondo.

Zona de depósito y eliminación de la arena sedimentada

La arena se descarga a través de una válvula hacia una trampa de arena. La arena quedará retenida en ella y el efluente descargará al desagüe de la planta.

✓ Cálculo hidráulico

Para el cálculo del desarenador se ha de tomar el caudal máximo diario (Q_{md}). A continuación, se muestran los criterios para obtener el caudal de diseño de la unidad

Tabla N° 03.25. Consideraciones iniciales de diseño

DATOS DE DISEÑO		RESULTADOS	
Caudal promedio (l/s)	Q_p	Población x Dotación	1,15
Caudal máximo diario (l/s)	Q_{md}	$Q_p \times K_1$	1,50
Caudal máximo horario (l/s)	Q_{mh}	$Q_p \times K_2$	2,30

Donde:

k_1 : 1,3

k_2 : 2,0

Las dimensiones del canal desarenador se calcularán respetando que se cumpla la velocidad horizontal del agua a través de la sección transversal de la unidad y la velocidad de sedimentación de la arena, de acuerdo con la tabla siguiente:

- Para el cálculo de la sección transversal máxima (m^2)

$$A_{max} = \frac{Q_{mh}}{V_n \times 1000}$$

Donde:

V_n : velocidad horizontal (m/s)

Q_{mh} : caudal máximo horario (l/s)

- Para el cálculo de la altura máxima (m)

$$H_{\max} = \frac{A_{\max}}{B}$$

Donde:

A_{\max} : sección transversal máxima (m²)

B : ancho mínimo (m)

- Para el cálculo del área superficial útil (m)

$$A_s = Q_{mh} \times \frac{3,60}{q_s}$$

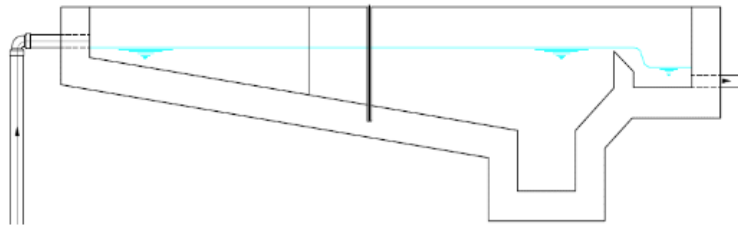
Donde:

q_s : tasa de sedimentación de la arena (m³/m².h)

- Para el cálculo de la longitud (m)

$$L = \frac{A_s}{B}$$

Ilustración N° 03.41. Esquema del desarenador - perfil



✓ Diseño de la tolva de arenas

Para determinar el volumen de la tolva de arenas, se debe considerar al menos cuatro días de capacidad de almacenamiento, conforme al siguiente calculo:

- Para el cálculo del volumen diario de arenas (m³)

$$V_d = Q_{mh} \times 86,4 \times \frac{T_a}{1000}$$

Donde:

T_a : tasa de acumulación de la arena (l/m³)

- Para el cálculo del volumen mínimo de tolva (m³)

$$V_{\min} = V_d \times T$$

Donde:

T : periodo de limpieza (días)

- Para el cálculo del volumen proyectado superior al mínimo (m³)

$$V_r = B \times L' \times H$$

Donde:

L' : longitud asumida (m)

H : altura asumida (m)

Ilustración N° 03.42. Esquema del desarenador – planta

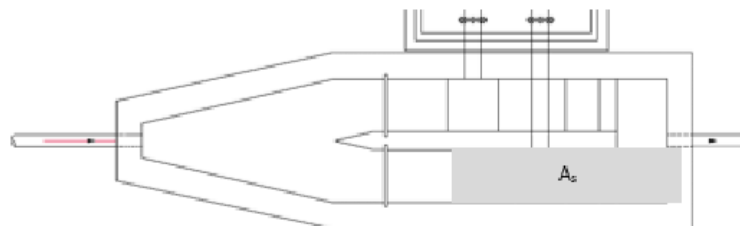
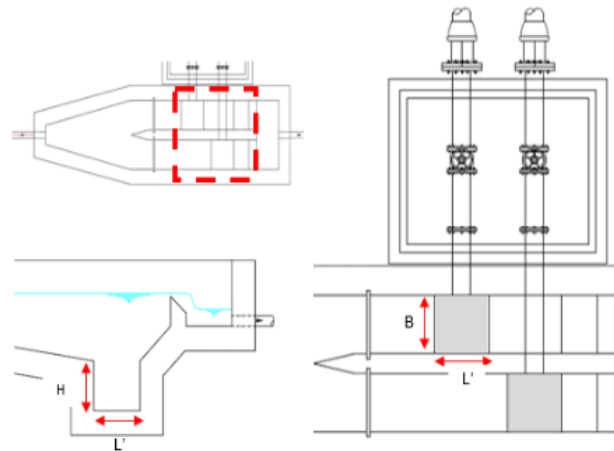


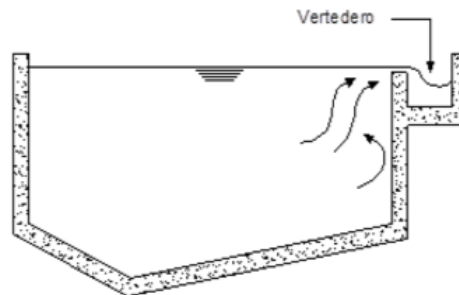
Ilustración N° 03.43. Esquema de la tolva de arenas – planta



2.10.2. SEDIMENTADOR

- ✓ Permite separar del agua captada, partículas superiores a 0.05 mm con el fin de evitar que se depositen en las estructuras de los siguientes procesos.
- ✓ Elemento que tiene por objeto separar del agua cruda las partículas en suspensión superiores a 0,05 mm, con el fin de evitar se produzcan depósitos en las obras de conducción, proteger las bombas de la abrasión y evitar sobrecargas en los procesos posteriores de tratamiento.

Ilustración N° 03.44. Sedimentador



- ✓ La turbiedad esporádica máxima del efluente debe ser de 50 UNT.
- ✓ Se distinguen cuatro zonas en el sedimentador:
 - **Entrada:** tiene como función el conseguir una distribución uniforme de las líneas de flujo dentro de la unidad, uniformizando a su vez la velocidad.
 - **Sedimentación:** parte de la estructura en la cual se realiza el proceso de depósito de partículas por acción de la gravedad.
 - **Salida:** vertedero de rebose diseñado para mantener una velocidad que no altere el reposo de los lodos sedimentados.
 - **Tolva de lodos:** tolva con pendiente mínima de 10% que permita el deslizamiento de los lodos hacia el canal de limpieza de los sedimentos.

Criterios de Diseño

Se deben aplicar los siguientes criterios de diseño:

- Se recomienda la instalación, como mínimo, de dos unidades en paralelo para facilitar el mantenimiento.

- Se supone un funcionamiento de 24 h/día, salvo que la captación se realice por bombeo, en cuyo caso se debe trabajar con el periodo de bombeo.
- El tiempo de retención es de 2 - 6 horas.
- La carga superficial debe estar entre los valores de 2 - 10 m³/m².d. Se debe determinar en el ensayo de simulación del proceso.
- La razón entre la velocidad horizontal del agua y la velocidad de sedimentación de las partículas debe estar en el rango de 5 a 20.
- La profundidad de los tanques debe estar entre 1,5 a 2,5 m.
- La relación entre largo y ancho (L/B) debe estar entre los valores de 3 y 6, y entre largo y profundidad (L/H) entre 5 y 20.
- El fondo de la unidad debe tener una pendiente entre 5 a 10% para facilitar el deslizamiento del sedimento
- Las partículas en suspensión de tamaño superior a 1 µm deben ser eliminadas en un porcentaje de 60 %. Este rendimiento se debe comprobar mediante ensayos de simulación del proceso. En este ensayo se debe definir la velocidad de sedimentación.
- La velocidad horizontal debe ser ≤ 0.55 cm/s.
- La velocidad en los orificios es ≤ 0,15 m/s para no crear perturbaciones dentro de la zona de sedimentación.
- Se debe aboquillar los orificios en un ángulo de 15° en el sentido del flujo.
- La estructura de salida o sistema de recolección no debe sobrepasar el tercio final de la longitud total de la unidad.

Dimensionamiento

- Para el dimensionamiento, se debe determinar el área superficial de la unidad (A_s), que es el área superficial de la zona de sedimentación, de acuerdo con la relación:

$$A_s = \frac{Q}{V_s}$$

Donde:

V_s : velocidad de sedimentación (m/s)

Q : Caudal de diseño (m³/s)

- Con las relaciones entre B y H comentadas en el apartado anterior, se calcula la velocidad horizontal (V_h en m/s) y el tiempo de retención (T₀ en h) mediante las ecuaciones:

$$V_h = \frac{Q}{B * H}$$
$$T_0 = \frac{A_s * H}{3600 * Q}$$

- Para el vaciado del elemento, la sección de la compuerta de la evacuación de lodos (A₂) debe cumplir la relación que sigue, donde t es el tiempo de vaciado.

$$A_2 = \frac{A_s * \sqrt{H}}{4850 * t}$$

Consideraciones específicas

- La estructura de entrada debe comprender un vertedero a todo lo ancho de la unidad y una pantalla o cortina perforada.
- La cortina difusora debe estar ubicada a una distancia no menor de 0,80 m del vertedero de entrada. Debe tener el mayor número posible de orificios uniformemente espaciados en todo el ancho y la altura útil del decantador; la distancia entre orificios será ≤ 0,50 m.
- Se debe determinar el número de orificios, cumpliendo con los criterios de diseño.

$$A_0 = \frac{Q}{V_0}$$

Donde:

V₀ : Velocidad en los orificios (m/s)

Q : Caudal de diseño (m^3/s)

A_o : Área total de orificios (m^2) = N° de orificios x área de cada orificio

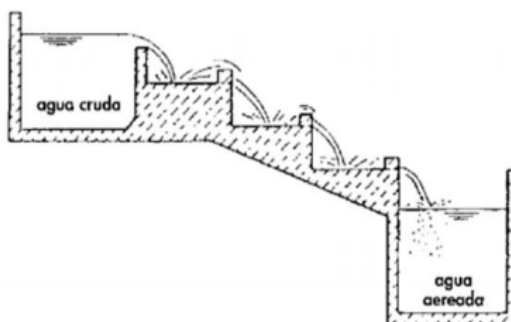
Como normalmente la unidad no tendrá remoción mecánica de lodos, se cumplirá que:

- Los orificios más bajos deberán quedar a 1/4 ó 1/5 de la altura sobre el fondo;
 - Los orificios más altos deberán quedar a 1/5 ó 1/6 de la altura de la unidad con respecto a la superficie del agua para evitar se produzca un cortocircuito hidráulico con el vertedero de salida.
- La estructura de salida debe ser un vertedero. La tasa de recolección debe estar comprendida entre 1,3 a 2 l/s por metro lineal.
 - En lugares donde el viento pueda provocar corrientes preferenciales de flujo, se recomienda la colocación de tabiques deflectores del viento que penetren a poca profundidad dentro del agua. Su ubicación y distribución debe permitir la recolección uniforme por la estructura de salida.
 - La descarga de lodos se debe ubicar en el primer tercio de la unidad, pues el 80% del volumen de los lodos se deposita en esa zona. La tasa de producción de lodos se determina en ensayos de laboratorio, o mediante estimaciones con el uso de criterios existentes que el Ingeniero Sanitario Proyectista debe justificar ante la autoridad competente.

2.10.3. SISTEMA DE AIREACIÓN

Permite la remoción de hierro y manganeso sin aditivos químicos en aguas subterráneas normalmente, seguido de filtros gruesos de grava descendentes en serie.

Ilustración N° 03.45. Aireador



Este elemento se emplea normalmente para la remoción de hierro y manganeso sin aditivos químicos en aguas subterráneas normalmente, seguido de filtros gruesos de grava descendentes en serie. Tiene como objetivo facilitar el contacto del agua con el oxígeno del aire para facilitar el precipitado de los iones de Fe y Mn.

Componentes.

En un aireador de bandeja se distinguen tres zonas:

- **Entrada:** cámara superior en la que se realiza el ingreso del agua, y donde también se purgan los lodos acumulados.
- **Bandejas de aireación:** plataformas superpuestas de dimensiones crecientes en el sentido del flujo, las mismas que pueden ser circulares, rectangulares o cuadradas, separadas entre sí 0,25 - 0,50 m.
- **Salida:** por tubería o vertedero en la última bandeja.

Criterios de Diseño.

Se debe aplicar lo siguiente:

- El rango óptimo para la remoción de Fe es un pH de 6,5 a 7,2, y el de Mn entre 7,5 y 8,5.
- Se deben disponer 3 o 4 bandejas superpuestas.
- El flujo de agua es en forma de caída, tipo goteo rápido o semi laminar, donde el caudal es distribuido en una la longitud (LT).
- El valor de cálculo recomendado para la bandeja N° 3 es:
 - 0,18 l/s.m para caudales < 1,5 l/s
 - 0,22 l/s.m para caudales > 1,5 l/s

Tabla N° 03.26. Dimensionamiento de la Bandeja N° 3 en sección cuadrada

CAUDAL (l/s)	L _T (m)	L _{lado} (m)	Área (m ²)
0,5	2,8	0,7	0,49
1	5,6	1,4	1,96
1,5	8,3	2,1	4,41
2	9,1	2,3	5,29
2,5	11,4	2,8	7,84

Donde:

L_T es la longitud total de la bandeja y L_{lado} la longitud de cada uno de los lados.

- Las otras bandejas reciben el mismo caudal con un flujo más laminar.
- El tirante de agua en las bandejas es de 15 cm

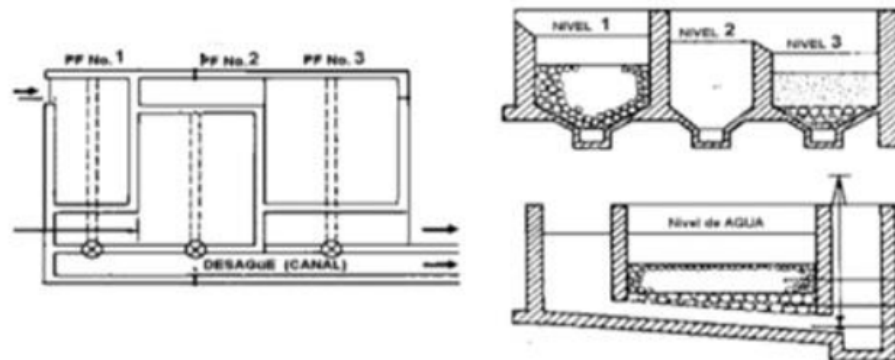
Consideraciones específicas.

El aireador puede ser construido de concreto armado, de losa delgada, con pendiente para la recolección del lodo acumulado, el mismo que es drenado mediante una tubería accionada por una llave de paso. El diámetro de esta tubería debe ser ≥ 2".

2.10.4. PREFILTRO DE GRAVA

Elemento a través del cual el agua fluye de arriba abajo, atravesando en serie 3 cámaras llenas de grava de tamaño decreciente, apoyada sobre un lecho de grava más grueso o capa soporte, reduciendo la turbidez del agua como paso previo al filtro de arena.

Ilustración N° 03.46. Prefiltro de Grava



Elemento a través del cual el agua fluye de arriba a abajo, atravesando tres cámaras llenas de grava de tamaño decreciente, apoyada sobre un lecho de grava más grueso o capa soporte, reduciendo la turbidez del agua como paso previo al filtro de arena. Para diseñar

prefiltros de grava de flujo horizontal, se aplicará lo dispuesto en la Norma OS.020 - Planta de tratamiento de agua para consumo humano.

Componentes

Los elementos que conforman un filtro grueso descendente son:

- Entrada: en las tres cámaras la entrada de agua es por rebose a través de un vertedero.
- Cámaras de prefiltración: cada cámara o compartimiento es un tanque de sección cuadrada o rectangular, lleno de grava del mismo tamaño. La altura total del filtro está determinada por la altura de la capa soporte, del lecho de grava filtrante, del nivel de agua sobre el lecho (carga hidráulica para lavado) y el borde libre.
- Salida: es un canal de drenaje hacia el compartimiento de recolección.
- Drenaje: cada cámara dispone de un canal de drenaje con una compuerta de descarga al final de este, que lleva las aguas de lavado a un canal común.
- Accesorios de regulación y control: se incluirán válvulas para regulación de caudal y vertederos.

Criterios de Diseño

Se deben aplicar los siguientes criterios de diseño:

- Funcionamiento de 24 h/d.
- Los parámetros de diseño para cada cámara se recogen en la siguiente tabla. La tasa de velocidad depende de la calidad del agua y del tamaño de la grava.

Tabla N° 03.27. Criterios de diseño para prefiltros verticales múltiples

CÁMARA	1	2	3
Diámetro de la grava (cm)	3 - 4	1,5 - 3	1 - 1,5
Velocidad (V _F) en m/h	0,2 - 0,8	0,15 - 0,40	0,10 - 0,20
Espesor de la grava (m)	0,50	0,50	0,50

- La velocidad superficial (VL) de flujo durante el lavado será de 1 - 1,5 m/min.
- Para la grava se debe exigir:
 - Diámetro efectivo entre 10 y 40 mm.
 - Libre de materia orgánica y arcillas
- El material filtrante cumplirá lo especificado en la NTP 311.330:1997. Material filtrante para tratamiento de agua.

Dimensionamiento.

- Para el cálculo de la eficiencia en la remoción de turbiedad:

$$T_F = T_0 * e^{-1,15/V_F}$$

Donde:

T_F : turbiedad final en UNT a la salida de la cámara

T₀ : turbiedad inicial en UNT

V_F : velocidad de filtración en m/h

- Para el cálculo del área unitaria de cada cámara (A_i)

$$A_i = \frac{Q_{md}}{V_{fi}} = b_i * l$$

El lavado de las cámaras se debe realizar descargando las cámaras a la velocidad de lavado, 1 - 1,5 m/min, de tal manera que las partículas acumuladas son arrastradas hacia el canal de drenaje.

Se ha de iniciar por la primera cámara, dado que la mayor parte de partículas se acumula en ésta. Si el agua de lavado sale turbia, se repite el proceso, hasta que salga limpia.

2.10.5. FILTRO LENTO DE ARENA

La filtración lenta o biológica, se consigue cuando el agua cruda atraviesa un manto poroso como la arena. Durante este proceso, las impurezas son retenidas por las partículas del medio filtrante, además que se desarrollan procesos de degradación química y biológica que reducen la materia retenida a formas más simples, las cuales son llevadas en solución a las capas más profundas o incluso permanecen como material inerte en la superficie, hasta su retiro o limpieza.

El agua cruda que ingresa a la unidad permanece sobre el medio filtrante de tres a doce horas, dependiendo de las velocidades de filtración adoptadas. En este tiempo, las partículas más pesadas que se encuentran en suspensión sedimentan y las partículas más ligeras se pueden aglutinar, llegando a ser más fácil su remoción posterior. Durante el día y bajo la influencia de la luz del sol, se produce el crecimiento de algas, las cuales absorben bióxido de carbono, nitratos, fosfatos y otros nutrientes del agua, para formar material celular y oxígeno. El oxígeno así formado, se disuelve en el agua y entra en reacción química con las impurezas orgánicas, haciendo que éstas sean más asimilables por los microorganismos.

A medida que transcurre la operación del filtro, en la superficie del medio filtrante se forma una capa, principalmente de material de origen orgánico, conocida con el nombre de Schmutzdecke o "piel de filtro", a través de la cual tiene que pasar el agua antes de llegar al medio filtrante de arena. Esta capa está formada principalmente por algas y otras numerosas formas de vida, tales como plancton, diatomeas, protozoarios, rotíferas y bacterias, por lo que también recibe el nombre de capa biológica. La acción intensiva de estos microorganismos atrapa, digiere y degrada la materia orgánica contenida en el agua. Las algas muertas, así como las bacterias vivas del agua cruda, son también consumidas en este proceso. Al mismo tiempo que se degradan los compuestos nitrogenados, se oxigena el nitrógeno. Algo de color es removido y una considerable proporción de partículas inertes en suspensión son retenidas por cernido.

Habiendo pasado el agua a través de la capa biológica, entra al lecho filtrante y es forzada a atravesarlo en un proceso que normalmente toma varias horas, desarrollándose un proceso físico de cernido que constituye una parte del proceso total de purificación.

Una de las propiedades más importantes del manto filtrante es la adherencia, fenómeno resultante de la acción de fuerzas eléctricas, acciones químicas y atracción de masas. Para apreciar la magnitud e importancia de este fenómeno, es necesario visualizar que un metro cúbico de arena con las características usuales para filtros lentos, tiene una superficie de granos de cerca de 15 000 m². Cuando el agua pasa entre los granos de arena con un flujo laminar (el cual cambia constantemente de dirección), se facilita la acción de las fuerzas centrífugas sobre las partículas y la adherencia a la superficie de los granos de arena.

En los poros o espacios vacíos del medio filtrante (los cuales constituyen aproximadamente el 40% del volumen), se desarrolla un activo proceso de sedimentación, fenómeno que se incrementa apreciablemente por la acción de fuerzas electrostáticas y de atracción de masas.

Debido a los fenómenos enunciados anteriormente, las superficies de los granos de arena son revestidas con una capa de una composición similar al Schmutzdecke, con bajo contenido de algas y partículas, pero con un alto contenido de microorganismos, bacterias, bacteriófagos, rotífera y protozoarios; todos ellos se alimentan y absorben las impurezas y

residuos de los otros. Este revestimiento biológico es muy activo hasta los 0,40 m de profundidad en el medio filtrante. Predominan diversas formas de vida en las diferentes profundidades, desarrollándose una mayor actividad biológica cerca de la superficie del manto filtrante, donde las condiciones son óptimas y existe gran cantidad de alimento. El alimento consiste esencialmente en partículas de origen orgánico llevadas por el agua. El revestimiento orgánico mantiene a las partículas que se encuentran en suspensión en el agua hasta que se degrada la materia orgánica y es asimilada por el material celular, el cual a su vez es asimilado por otros organismos y convertido en materia inorgánica tal como agua, bióxido de carbono, nitratos, fosfatos y sales que son arrastradas posteriormente por el agua.

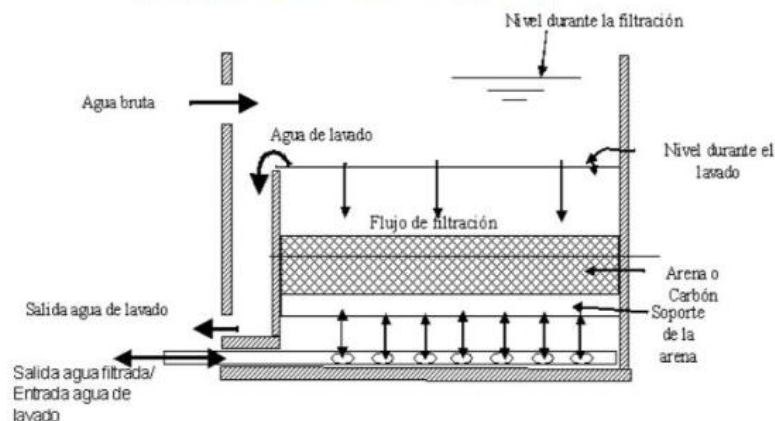
Al aumentar la profundidad del manto filtrante, disminuye la cantidad de alimento, produciéndose otro tipo de bacterias, las cuales utilizan el oxígeno disuelto en el agua y los nutrientes que se encuentran en solución.

Como consecuencia de la riqueza de los procesos indicados anteriormente, un agua cruda con sólidos en suspensión, en estado coloidal y amplia variedad de microorganismos y complejas sales en solución que ha entrado en un medio filtrante, sale virtualmente libre de tales impurezas y con bajo contenido de sales inorgánicas en solución. En el proceso de filtración biológica, no sólo se han removido los organismos nocivos o peligrosos, sino también los nutrientes en solución, los cuales podrían facilitar el subsiguiente crecimiento bacteriológico.

Por lo general, el efluente obtenido tiene un bajo contenido de oxígeno disuelto y alto contenido de bióxido de carbono, pero con un proceso de aireación posterior se pueden mejorar ambas características.

Como el rendimiento del filtro lento depende principalmente del proceso biológico, su eficiencia inicial es baja, mejorando ésta a medida que progresa la carrera de filtración, proceso que se conoce con el nombre de "maduración del filtro".

Ilustración N° 03.47. Filtro Lento de arena



Filtro de flujo descendente, compuesto por un tanque con un lecho de arena fina, colocado sobre una capa de grava que reduce la turbiedad del agua.

Componentes

Los elementos que conforman un Filtro Lento de Arena son:

- **Entrada:** consta de un vertedero de excesos, canales o conductos para distribución, dispositivos para medición y control de flujo, cámara de entrada y ventana de acceso al filtro propiamente dicho. La ventana de acceso es una abertura en el muro del filtro que comunica la entrada con el propio filtro.
- **Cámara de filtración y lechos filtrantes y de soporte:** La caja del filtro posee un área superficial condicionada por el caudal a tratar, la velocidad de filtración y el número de filtros especificados para operar en paralelo. El medio filtrante debe estar compuesto por granos de arena duros y redondeados, libres de arcilla y materia orgánica. La arena no debe contener más de 2% de carbonato de calcio y magnesio. Se recomienda la siguiente estructura:
 - **Capas de grava:**
 - Espesor: 0,10 – 0,15 m -- Tamaño (D): 10 - 40 mm
 - Espesor: 0,05 m -- Tamaño efectivo (D10): 2 – 9 mm
 - **Capa de Arena Gruesa:**
 - Espesor: 0,05 m -- Tamaño (D): 4 - 15 mm
 - **Capa de Arena de Filtro**
 - Espesor: 0,80 m -- Tamaño (D): D=1,5 – 4 mm
 - Coeficiente de uniformidad $D_{60}/D_{10} < 4$, siendo deseable que sea < 2
 - Que esté libre de materia orgánica y arcillas
- **Salida:** está compuesta por una red de tuberías perforadas o canaletas ubicadas en la parte inferior del lecho filtrante, en el interior del lecho soporte. Esta a su vez cumple la función de drenaje y recolección de agua filtrada.
- **Drenaje:** El nivel mínimo del filtro se controla mediante el vertedero de salida, el cual se debe ubicar en el mismo nivel o 0,10 m. por encima de la superficie del lecho filtrante. La red de salida, que a su vez lo es de drenaje, se compone de un dren principal y ramificaciones. Los drenes se deben diseñar con el criterio de que la velocidad límite en cualquier punto de estos no sobrepase de 0,30 m/s. La relación de velocidades entre el dren principal (V_p) y los drenes secundarios (V_s) debe ser de: $V_p/V_s < 0,46$, para obtener una colección uniforme del agua filtrada.
- **Capa de agua sobrenadante:** En un filtro con control a la entrada, la carga inicial es cercana a 0,05 m, valor que gradualmente se incrementa hasta alcanzar el nivel máximo, oscilando entre 1 y 1,5 m.
- **Accesorios de regulación y control:** normalmente incluyen:
 - Válvula para controlar entrada de agua pretratada y regular velocidad de filtración,
 - Conexión para llenar lecho filtrante con agua limpia,
 - Válvula para drenar lecho filtrante,
 - Válvula para desechar agua tratada,
 - Válvula para suministrar agua tratada al depósito de agua tratada,
 - Vertedero de entrada,
 - Indicador calibrado de flujo,
 - Vertedero de salida y
 - Vertedero de excesos

Criterios de Diseño.

Se deben aplicar los siguientes criterios de diseño:

- La velocidad de filtración debe considerarse entre 0,1 - 0,3 m/h, dependiendo del pretratamiento del agua cruda
- La altura del lecho filtrante debe oscilar entre 0,50 m y 0,80 m.
- La altura del lecho soporte incluido el drenaje debe estar comprendida entre 0,1 y 0,3 m.
- La altura de sobrenadante del agua debe estar sobre 0,75 - 1,5 m.

- La distancia de la lámina de agua en rebose al borde libre debe ser de 0,2 m como mínimo.

En la zona de Selva, el espesor inicial de la capa de arena se puede reducir a 35 cm, dado que las temperaturas amazónicas favorecen la actividad biológica.

Dimensionamiento.

- Cálculo del área unitaria de filtro (A_f):

$$A_f = \frac{Q_{md}}{N * V_f}$$

Donde:

Q_{md} : caudal (m^3/h)

N : número de filtros

V_f : velocidad de filtración

- Cálculo de la geometría del filtro, l y b , se debe emplear el coeficiente de mínimo costo (K):

$$K = \frac{2 * N}{N + 1}, l = \sqrt{A_f * K}, b = \sqrt{\frac{A_f}{K}}$$

- Cálculo de las pérdidas de carga se producen en las tuberías, en las válvulas, lecho filtrante, drenes y vertederos, y pueden cuantificarse con las siguientes ecuaciones.

- Lecho filtrante: depende de la granulometría del material y la velocidad de filtración.
- Drenes: (< 10% del total de pérdidas)

$$h_d = \frac{0,3311}{d_h} * \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

V : velocidad del dren

d_h : diámetro hidráulico

$$d_h = \frac{4 * A_d}{P}$$

Donde:

A_d : área del dren

P : perímetro del dren

- Compuerta de entrada:

$$h_{f1} = K \frac{V^2}{2g}$$

$$V = \frac{V_f * A_f}{A_c}$$

Donde

A_c : área de la compuerta (m^2)

A_f : área de filtración (m^2)

V_f : velocidad de filtración (m/s)

- Vertedero de salida:

$$h_{f2} = \left(\frac{Q_d}{1,84 * L_v} \right)^{2/3}$$

Donde:

L_v : Longitud de cresta del vertedero general (m)

Q_d : Caudal de diseño (m^3/h)

Consideraciones específicas.

Con el funcionamiento del filtro, se desarrolla en la superficie una capa biológica por acumulación de material orgánico e inorgánico. Ello motiva el incremento de la mayor pérdida de carga durante el funcionamiento del filtro, por lo cual se requiere periódicamente la limpieza de esta, mediante el retiro o raspado de uno a dos cm. de la parte superior del medio filtrante, dependiendo de factores tales como la turbiedad del agua y la velocidad de filtración. Es por dicha razón que se recomienda instalar al menos dos unidades en paralelo.

Otras consideraciones a tener en cuenta para el diseño son:

- La sección de los filtros puede ser de forma rectangular o circular y las paredes verticales o inclinadas.
- Conviene incrementar la rugosidad de la pared en contacto con el medio filtrante para evitar las líneas de flujo o cortos circuitos entre el material filtrante y las paredes verticales del filtro.
- Para los canales y cámaras de recolección de agua filtrada se recomienda la colocación de tapas sanitarias fáciles de accionar.
- Las estructuras de entrada y de salida deben incluir los dispositivos para regular el flujo, distribuir y recolectar el agua, y controlar el nivel de agua en el filtro.
- Los canales que recolectan el agua filtrada deben disponer de un aliviadero al final, a 20 cm por encima del lecho filtrante, para evitar descargas accidentales del filtro durante la operación.
- Las estructuras deben estar dotadas de los elementos necesarios que permitan un rápido y seguro drenaje del agua de lavado.
- Se deben emplear válvulas de corte para la limpieza hidráulica del filtro y el desagüe completo de las unidades.
- Las cámaras donde se alojan los dispositivos para la operación, mantenimiento y limpieza deben permitir el fácil acceso y tener el espacio suficiente para la maniobrabilidad del operador.
- Para las tareas de operación y mantenimiento se debe incorporar una caseta o depósito para almacenar el material filtrante de remplazo, también se debe considerar un depósito/cámara para el lavado de arena filtrante retirada durante el proceso de limpieza de los filtros.
- Las cámaras de los filtros pueden ser de concreto simple, concreto reforzado, o mampostería de ladrillo o piedra, con recubrimiento de mortero impermeable.
- Filtro Grueso en capas o en serie para remoción de Fe y Mn
Se deben aplicar los principios generales descritos en: **Prefiltro de grava de flujo descendente**, con los matices que a continuación se relacionan:

- Se debe aplicar solo a aguas subterráneas
- La velocidad de filtración debe situarse entre 1,5-2 m/h.
- Si el contenido global de $F_e + M_n$ se encuentra entre 0,3 - 0,7 mg/l se debe diseñar un filtro en capas
- Si el contenido global de $F_e + M_n$ se encuentra entre 0,8 - 1,5 mg/l se deben diseñar dos filtros en serie
- La altura del medio filtrante debe ser $\leq 1,05$ m, A esta altura debe añadirse 0,20 m de agua sobrenadante y un borde libre de 0,10 m, para obtener la altura total del filtro.
- Se recomiendan las siguientes disposiciones de filtros de arriba a abajo:
 - Filtro en capas
 - 0,15 m grava 3 - 10 mm
 - 0,60 m grava 10 - 15 mm
 - 0,30 m grava 15 - 25 mm
 - Filtros en serie:

- Filtro 1
 - o 0,75 m grava 13 - 19 mm
 - o 0,30 m grava 15 - 25 mm
- Filtro 2
 - o 0,75 m grava 10-15 mm
 - o 0,30 m grava 15-25 mm

Los filtros pueden ser de concreto armado, ferrocemento, mampostería de piedra y/o ladrillo. El material filtrante debe ser de canto rodado resistente a la solubilidad.

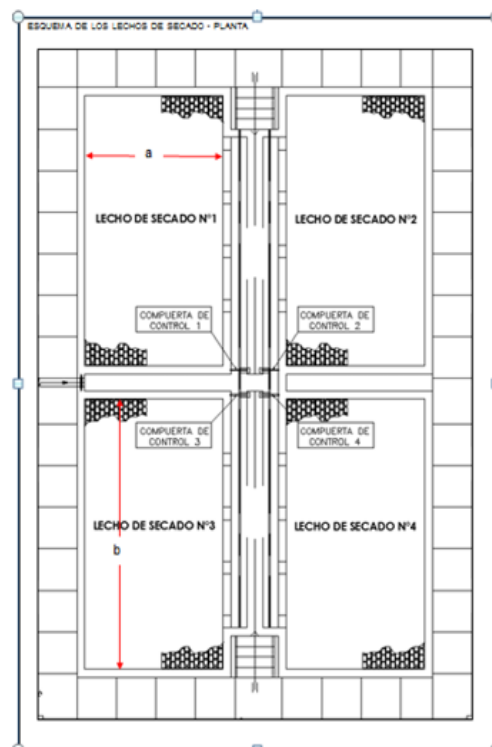
2.10.6. LECHO DE SECADO

Los residuos procedentes de plantas potabilizadoras de agua presentan en general una baja carga bacteriana; sin embargo, según el Decreto Ley N° 1278 y sus futuras modificatorias su tratamiento adecuado y disposición final son responsabilidad del sector saneamiento.

En general, el lecho de secado corresponde a un proceso natural en que el agua contenida entre las partículas de lodos es removida por evaporación y filtración a través del medio de drenaje de fondo. En este sistema no es necesario adicionar reactivos ni elementos mecánicos ya que está previsto un secado lento. En una PTAP los lechos de secado de lodos generalmente están equipados con bases de arena y grava y con tubería de drenaje.

El drenaje descarga a un pozo de bombeo para recircular el agua drenada a la planta. La eficiencia del lecho de secado de arena se puede mejorar mediante pre acondicionamiento del lodo con coagulante. De acuerdo con el clima predominante, el periodo de secado puede oscilar entre unos días y varias semanas. El lodo seco puede removerse fácilmente a mano o con un cargador frontal y ser transportado al sitio de disposición o de tratamiento adicional.

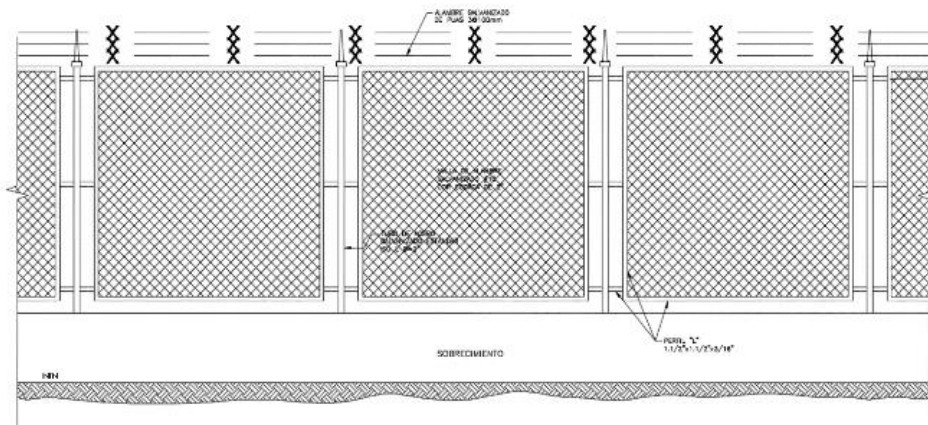
Ilustración N° 03.48. Lecho de secado



2.10.7. CERCO PERIMÉTRICO PARA PTAP

- ✓ El cerco perimétrico es de tipo malla en forma de rombo, fabricado con alambre de hierro galvanizado #10 con cocada de 2" (electrosoldada).
- ✓ Cada malla de alambre galvanizado tiene una altura de 1,90 m y será electrosoldada a los perfiles.
- ✓ El cerco perimétrico debe rodear todos los componentes de la PTAP.
- ✓ Para el cimientó se debe emplear dados de concreto ciclópeo ($f'c=175 \text{ kg/cm}^2$) + 30% PM.
- ✓ La construcción proyectada tendrá una estructura compuesta por columnas de tubo galvanizado $\varnothing 2" \times 2 \text{ mm}$ pintado con esmalte y sellado en extremo, para prevenir su deterioro por exposición.
- ✓ La malla se fija a marcos ángulo F°F° tipo "L" de $11/4" \times 11/4" \times 1/8"$.
- ✓ Los marcos se unen a los tubos galvanizados a través de conectores ángulo F°F° tipo "L" de $11/4" \times 11/4" \times 1/8"$.
- ✓ El alambre de púas es de 3 filas @ $\pm 100\text{mm}$, se fija a los brazos de extensión cada 2,30 a 2,70 m.
- ✓ La puerta de ingreso de 2,90 m x 2,40 m es de doble hoja y de tipo malla (alambre galvanizado cocada 2" BWG#8) con marco tipo L. Se fija a los postes laterales de concreto mediante bisagras empotradas a través de anclajes de $\varnothing 3/8"$ y 0,20 m de longitud.
- ✓ Para el cierre y apertura se cuenta con un cerrojo soldado al marco tipo L de la puerta y a dos tubos transversales, así mismo en la parte inferior se colocaron 2 cerrojos con ojal para candado, soldados a la estructura de la puerta.
- ✓ La puerta de ingreso se fija a dos postes de concreto de sección cuadrangular (0,25 x 0,25 m) y de 3,00 m de altura.

Ilustración N° 03.49. Cerco perimétrico de PTAP



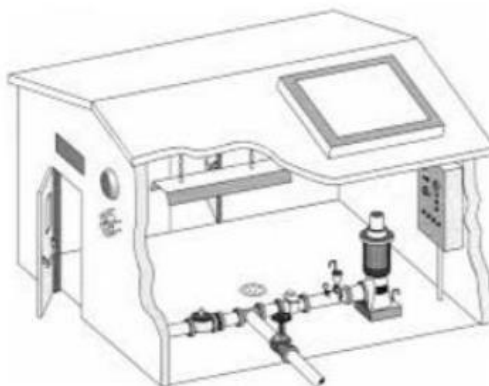
2.11. ESTACIÓN DE BOMBEO

Son un conjunto de estructuras civiles, equipos electromecánicos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o a una PTAP.

Las estaciones de bombeo pueden ser:

- Fijas, cuando la bomba se localiza en un punto estable y no es cambiada de posición durante su período de vida útil.
- Flotantes, cuando los elementos de bombeo se localizan sobre una plataforma flotante. Se emplea sobre cuerpos de agua que sufren cambios significativos de nivel (Caissons o balsas).

Ilustración N° 03.50. Estación de Bombeo



Se deben ubicar en zonas estables, seguras y protegidas contra peligros de inundaciones y deslizamientos. Deben tener una ventilación que permita la renovación constante del aire, así como contar con iluminación natural o artificial de mediana intensidad.

En general, las estaciones de bombeo deben tener forma en planta rectangular. Todos los compartimentos deben ser accesibles, debiendo tener capacidad para poder extraer o introducir los equipos instalados en caso de avería o sustitución.

Por ello es recomendable que en los techos de los distintos compartimentos se dispongan suficientes accesos a los mismos mediante registros o losas desmontables.

En la entrada de la cámara de aspiración deben disponerse pantallas deflectoras para tranquilizar el agua y permitir una aspiración uniforme.

Criterios de Diseño

- Los componentes principales que deben ser diseñados son la sumergencia mínima, la potencia del equipo de bombeo y el volumen de la cámara de bombeo, todo ello en base a los caudales de diseño. Para el diseño de las estaciones de bombeo, deben determinarse dos caudales:
 - Caudal de ingreso desde la fuente de agua: debe ser igual o superior al caudal medio diario.
 - Caudal de bombeo: el equipo de bombeo y tubería de impulsión deben ser calculadas con base en el caudal máximo diario y el número de horas de bombeo.

- El número de horas de bombeo y el número de arranques en un día, depende del rendimiento de la fuente, el consumo de agua, la disponibilidad de energía y el costo de operación.
- Se debe diseñar una sola unidad con una capacidad de bombeo suficiente para cubrir el 100% de la capacidad requerida más una de reserva de la misma capacidad que funcione alternadamente.
- Se debe estudiar la programación de las bombas en función del caudal para que el consumo energético sea el menor posible.

Dimensionamiento

- Volumen de la cámara de bombeo
Debe emplearse cámara de bombeo cuando la instalación impulsora se encuentra en un sitio distinto a un pozo perforado o excavado.

Si el rendimiento de la fuente no es suficiente para suministrar el caudal de bombeo, debe diseñarse la cámara de bombeo para paliar este déficit, realizando un balance o diagrama de masas considerando el caudal mínimo de la fuente de agua y el caudal de bombeo, o bien, considerando el volumen que se requiere para almacenar el caudal máximo diario, para el período más largo de descanso de las bombas, mediante la siguiente relación:

$$V_a = Q_{md} * T$$

Donde:

V_a : volumen de almacenamiento para bombeo en m^3

Q_{md} : caudal máximo diario en m^3/s

T : tiempo más largo de descanso de las bombas en s.

Para el diseño de la cámara de bombeo sin almacenamiento, deben considerarse los siguientes criterios:

- El volumen de la cisterna o cámara de almacenamiento debe ser calculado considerando un tiempo de retención entre 3 a 5 minutos, para el Q_{md} .
 - En las cisternas con deflectores la distancia entre el eje de la canalización y las paredes adyacentes debe ser fijada como mínimo en 1,5 D. En las cámaras sin deflectores, la distancia entre el eje de la canalización y las paredes adyacentes laterales debe ser como mínimo de 1,5 D, y la distancia entre el eje de la canalización y la pared de fondo debe ser del orden de 1,1 D a 1,2 D.
 - Cuando las bombas sean dispuestas ortogonalmente a la dirección de la corriente líquida, los cantos de las paredes que limitan cada bomba deben formar ángulos de 45° con relación a cada una de las paredes y los catetos deben ser fijados en 0,5 D para las cámaras con deflectores y en 0,75 para las cámaras sin deflectores.
 - El ingreso del agua no debe producir turbulencias que hagan oscilar el nivel mínimo del agua sobre la boca de ingreso. La velocidad de aproximación del agua a la sección de entrada en la cámara de succión no debe exceder de 0,6 m/s.
 - Se deben guardar las dimensiones mínimas para la instalación, operación y mantenimiento del equipo de bombeo y accesorios.
 - Las distancias entre la tubería de succión o las bombas sumergibles con las paredes de la cámara deben permitir el flujo libre del agua sin crear obstrucciones o la succión del aire.
- Sumergencia mínima.
Cuando se emplean bombas centrífugas de eje horizontal se debe verificar la sumergencia, esto es el desnivel entre el nivel mínimo de agua en el cárcamo y la parte superior del colador o criba.

Se debe considerar el mayor valor que resulte de las siguientes alternativas:

- Para impedir el ingreso de aire:

$$S = 2,5 * D + 0,10$$

- Condición hidráulica:

$$S > 2,5 * \left(\frac{v^2}{2 * g} \right) + 0,20$$

Donde:

S : Sumergencia mínima en m

D : Diámetro en la tubería de succión en m

V : Velocidad del agua en m/s

g : Aceleración de la gravedad en m/s²

Aspiración, impulsión y elementos complementarios

- Las tuberías de aspiración e impulsión instaladas dentro de la estación de bombeo deben ser preferentemente de fierro galvanizado, y deben disponerse con las bridas y elementos de unión necesarios para que puedan desmontarse en su totalidad.
- En el tramo anterior a cada bomba se debe instalar una válvula de interrupción y en el tramo posterior una válvula de interrupción y otra de retención. Adicionalmente se deben instalar los presostatos o transductores de presión necesarios para el control de esta.
- En la tubería de impulsión se recomienda la instalación de un caudalímetro electromagnético o eléctrico, situado en el último tramo, en el interior de un alojamiento.
- En la tubería de impulsión común a todas las bombas se deben disponer, en caso necesario, válvulas de alivio para minimizar los efectos en las mismas de un posible golpe de ariete.
- Cuando las estaciones de bombeo dispongan de bombas sumergidas, el colector de impulsión se debe alojar en una cámara de las dimensiones necesarias para instalar el árbol hidráulico. La solera de esta cámara debe disponerse a una cota superior que el nivel máximo que pueda alcanzar el agua en la cámara de aspiración.
- En cualquier caso, para la instalación de las bombas, se deben seguir las recomendaciones facilitadas por los fabricantes, especialmente las relativas a las distancias que deben cumplir elementos como codos, derivaciones, etc., que puedan provocar perturbaciones en el bombeo.
- En el interior de la cámara seca se debe colocar un armario que contenga el cuadro eléctrico con los automatismos necesarios para, al menos, las siguientes operaciones:
 - Parada de las bombas por sobrepresiones.
 - Protecciones térmicas de los motores.
 - Alarmas.
 - Nivel en la cámara.
- Se debe dotar a la instalación de:
 - Medidor de nivel, colocado en las estaciones con cámara de aspiración.
 - Medidor de flujo opcional.
 - Manómetro.

Equipamiento Electromecánico

- Criterios de diseño
 - Las bombas por utilizar deben ser preferentemente centrífugas horizontales y verticales, y las bombas sumergibles.
 - El dimensionamiento de los equipos de bombeo se debe realizar considerando los siguientes parámetros:
 - Caudal de bombeo, dependiente del Q_{md} y el número de horas de bombeo (las horas de bombeo deben tomarse en función de la disponibilidad de energía y el caudal de la fuente).

- Altura dinámica total.
 - Número de bombas. (Mínimo una de reserva).
 - Fuente de energía.
 - Esquema de funcionamiento de las bombas.
 - Altura sobre el nivel del mar.
 - NPSH (columna de succión neta positiva) disponible en metros.
 - Se debe diseñar una sola unidad con una capacidad de bombeo suficiente para cubrir el 100% de la capacidad requerida más una de reserva de la misma capacidad que funcione alternadamente.
 - Por tanto, el número mínimo de bombas a instalar debe ser de 2, salvo en captaciones, donde se pueden disponer 2+1 bombas (2 trabajando alternadamente +1 reserva), previo sustento del proyectista y aprobación de la supervisión del proyecto.
 - Todas las bombas (incluida la de reserva) deben estar instaladas y conectadas de manera adecuada para que puedan utilizarse cuando se requieran.
 - Deben disponerse una distancia libre mínima de un 0,50 m en todo el perímetro de cada equipo.
 - Las bombas sumergibles se deben instalar acopladas a un pedestal y deben ir siempre dispuestas con un tubo guía y una cadena para facilitar las operaciones de montaje y desmontaje de estas.
 - Las bombas instaladas en seco se deben montar sobre una base soporte, pudiendo o no disponerse carril guía. En cualquier caso, los equipos de bombeo nunca deben instalarse anclados directamente mediante pernos a la solera.
- Dimensionamiento
 - Potencia del equipo de bombeo.
 - La potencia de la bomba se determinará por la siguiente fórmula:

$$P_b = \frac{Q_b * H_t}{76 * \varepsilon}$$

Donde:

P_b : Potencia del equipo de bombeo en HP

Q_b : Caudal de bombeo en l/s

H_t : Altura dinámica total en m

ε : Eficiencia teórica 70% a 90%

- La altura dinámica total (H_t) se calcula como sigue:

$$H_t = H_g + H_{f_{total}} + P_s$$

Donde:

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

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

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

$$H_s + H_d = H_g$$

Donde:

$H_{f_{total}}$: Pérdida de carga (totales).

P_s : Presión de llegada al reservorio (se recomienda 2 m).

- Tipología
 - Las bombas más frecuentemente usadas en el abastecimiento de agua son:
 - Bombas centrifugas horizontales. Se pueden ubicar en lugares secos, protegidos de inundaciones, ventilados, de fácil acceso, etc. Su bajo costo de operación y

mantenimiento es una ventaja adicional, pero tienen limitada la carga de succión (< 7 mca).

- Bombas centrífugas verticales. Deben ubicarse directamente sobre el punto de captación, por lo cual casi se limita su uso a pozos profundos. La ventaja principal de estos equipos es su versatilidad y su capacidad para trabajar en un amplio rango de velocidades. Entre sus desventajas se encuentran, que son ruidosas y la estricta verticalidad que exige a los pozos para su instalación.
 - Bombas sumergibles. Tienen la desventaja del acceso complicado para mantenimiento.
 - El Ingeniero Sanitario Proyectista de acuerdo a las características del proyecto, debe seleccionar el tipo de bomba más adecuada a las necesidades de este. El fabricante de la bomba debe facilitar el catálogo técnico en el que se debe incluir como mínimo las curvas características (caudal-altura), NPSH requerido, tensión, intensidad, potencia y velocidad de funcionamiento de la bomba.
 - Los motores de las bombas pueden ser eléctricos o de combustión. Estos últimos se recomiendan para el accionamiento de bombas en lugares muy apartados en donde no se dispone de suministro eléctrico o este es muy poco fiable. Los motores de combustión más empleados son los diésel y gasolina.
 - Los motores diésel suelen trabajar a bajo número de revoluciones, se autorregulan bien bajo cargas variables y soportan más horas de trabajo que las unidades motoras a gasolina o butano. En su contra tienen una inversión inicial superior, las reparaciones más caras y mayor dificultad de arranque. Los motores de gasolina se caracterizan por su comodidad, la facilidad de su arranque, y la ligereza de los motores que la emplean, siendo útiles para aplicaciones que necesiten poca potencia o que se haga de manera intermitente.
- Suministro Eléctrico.
 - La disponibilidad eléctrica debe existir en el momento de formulación del proyecto. En caso contrario, la disponibilidad eléctrica se debe implantar de forma conjunta con las obras de abastecimiento.
 - Si no es posible el suministro continuo desde una línea eléctrica, se debe analizar la posibilidad del empleo de energía eólica o solar.
 - Si se optara por el empleo de fuentes de energía renovables, se debe disponer de un generador de gasoil para garantizar en todo momento el suministro.

2.12. LÍNEAS DE IMPULSIÓN

La línea de impulsión se utiliza para conducir agua desde una menor cota hasta una cota ubicada en una zona más alta. La única forma de elevar el agua es a través de equipos de bombeo, generalmente del tipo centrífugo en sistemas de abastecimiento de agua.

La línea de impulsión es el tramo de tubería desde la captación hasta el reservorio o PTAP.

Antes de realizar el cálculo de las dimensiones y parámetros del diseño de la línea de impulsión y de la selección del sistema de bombeo, se debe realizar actividades de recolección de información. Una inspección visual de la zona y reconocimiento de las instalaciones, con el propósito de determinar las condiciones para satisfacer la demanda futura de la población y con una garantía de funcionamiento a bajo costo de mantenimiento.

De la línea de impulsión

Para las líneas de impulsión se tiene como base criterios y parámetros, cuyo origen depende de las condiciones a las que se someterá la tubería, como su entorno y forma de instalación. Para ello se requiere datos como caudal, longitud y desnivel entre el punto de carga y descarga.

✓ Material de la tubería

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 el momento de su operación.

- PVC, clase 10 o clase 15 (Normas ISO 4422).
- FFD, clase k-9 (Normas ISO 2531).
- Accesorios de FFD k-9 en todos los casos, para presiones de servicio mayores a 10 bar (Normas ISO 2531).

Se evaluará el material de tubería a utilizar cuando la corrosividad sea especialmente agresiva, es decir para cuando el contenido de sales solubles, ion sulfatos y ion cloruros del terreno sean superiores a 1000 ppm y el pH del subsuelo este fuera de los límites comprendidos entre 6 y 8. En el presente caso será de PVC.

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.

Las velocidades recomendables son:

- Líneas de Impulsión de 0.6 m/s a 2.0 m/s.

✓ Criterios de diseño de la Línea de Impulsión

- Para el cálculo del caudal de bombeo (l/s)

$$Q_b = Q_{md} \times \frac{24}{N}$$

Donde:

Q_{md} : caudal máximo diario (l/s)

N : número de horas de bombeo al día

- Para el cálculo del diámetro de la tubería de impulsión (m)

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

Donde:

D : Diámetro interior aproximado (m).

N : Número de horas de bombeo al día.

Q_b : Caudal de bombeo obtenido de la demanda horaria por persona, del análisis poblacional y del número de horas de bombeo por día en (m^3/s).

- Velocidad Media de Flujo

$$V = 4 * \frac{Q_b}{(\pi * D_c^2)}$$

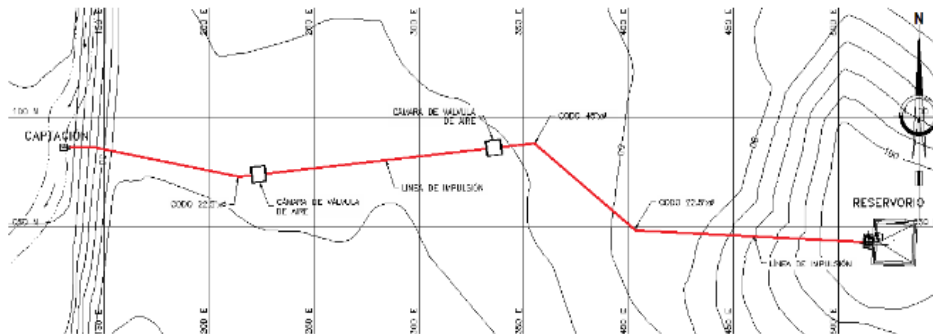
Dónde:

V : Velocidad media del agua a través de la tubería (m/s).

D_c : Diámetro interior comercial de la sección transversal de la tubería (m).

Q_b : Caudal de bombeo igual al caudal de diseño (m^3/s).

Ilustración N° 03.51. Línea de Impulsión



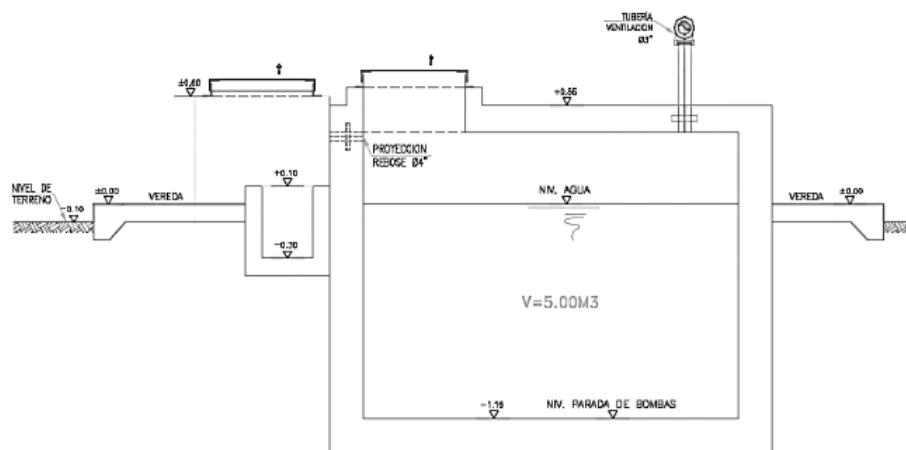
2.13. CISTERNA

Para las dimensiones internas de la cisterna, se ha considerado la forma rectangular, además de presentar el ingreso lo más alejado posible de la succión con el fin de que no ingrese aire al sistema de bombeo, optimizándose además la longitud del encofrado.

Para la selección de la bomba se ha tenido en cuenta, los niveles máximos de agua y parada de bombas, para el caso de la zona rural, lo más recomendable es el uso de bombas de eje horizontal en succión positiva por su facilidad de operación y mantenimiento, además de su bajo costo de operación y mantenimiento es una ventaja adicional. Con esta disposición se tendrá menos problemas con la succión al no ser necesario el cebar la bomba y no requerir válvula de retención en la succión (válvula de pie). El número de bombas serán dos, uno estará en funcionamiento y otro en reserva cumpliendo con una seguridad al 100%.

El nivel de sumergencia recomendable es de 0,35 m, para impedir el ingreso de aire y las condiciones hidráulicas de instalación.

Ilustración N° 03.52. Cisterna de 5 m³



- ✓ Equipo de bombeo de agua para consumo humano, para su selección se debe considerar la altura dinámica total y el caudal de bombeo requerido, además que la energía disponible en la zona rural es en su mayoría del tipo monofásico. Las características son:
 - Línea de impulsión
Debe ser de F°G°, para su selección debe considerarse la energía disponible del tipo monofásico en la zona, y no tener elevadas pérdidas de carga en la línea que puede ser asumida por una línea de impulsión de mayor diámetro posible.
 - Línea de succión
Debe ser de F°G°, para su selección se ha considerado un diámetro mayor al diámetro de succión de la bomba.
- ✓ Línea de entrada, el ingreso de agua es por gravedad y estará definida por la línea de conducción, debe estimarse teniendo en cuenta una velocidad no menor de 0,6 m/s y una gradiente entre 0,5% y 30%. Debe considerarse una válvula de interrupción, una válvula flotadora, la tubería y accesorios deben ser de fierro galvanizado para facilitar su desinstalación y mayor durabilidad.
- ✓ Línea de rebose, según el Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma IS.010, se considera una descarga libre y directa a una cajuela de concreto con una brecha libre de 0,15 m para facilitar la inspección de pérdida de agua y revisión de la válvula

flotadora, la tubería y accesorios son de F°G° para facilitar su desinstalación y mayor durabilidad. La descarga de esta línea será al sistema pluvial de la zona.

- ✓ Línea de limpia, se debe considerar una tubería con descarga al pozo de la bomba sumidero, a través de una válvula de compuerta, para que se asegure que no haya filtración o fuga de esta línea, considerar el uso de un tapón en su parte final, para que sea operada de forma manual. La descarga de esta línea será a un pozo percolador.

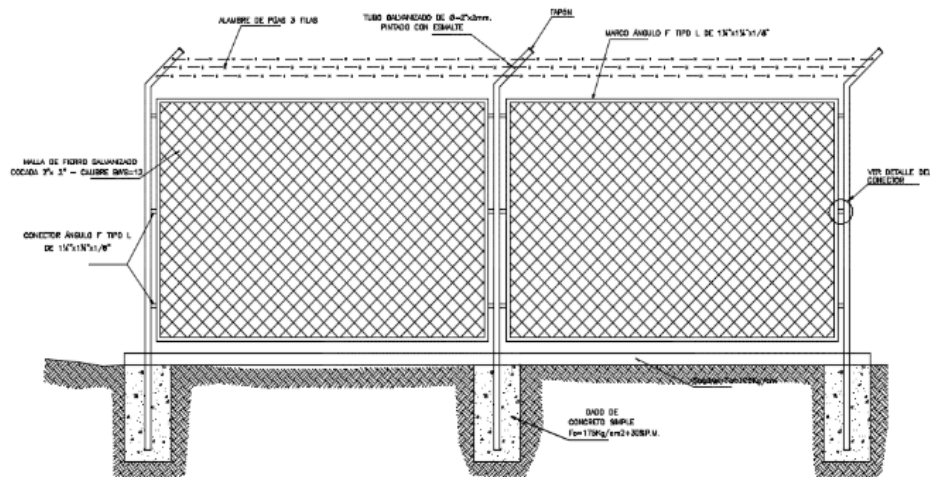
La cisterna proyectada, considera dos ambientes una donde se almacena el volumen útil de agua para consumo humano y otro ambiente de caseta de bombeo que albergará al sistema de bombeo y tableros eléctricos. La cisterna debe ser tarrajada interna y externamente, y pintado externamente con pintura látex.

Debe incluirse una vereda perimetral con escalera de concreto hacia el techo de la cisterna. Para el acceso interno a la cisterna se debe considerar una escalera de peldaños anclados al muro del recinto de material inoxidable, tipo marinera de F°G°.

2.13.1. CERCO PERIMÉTRICO DE CISTERNA

- ✓ El cerco perimétrico debe ser de una altura de 2,30 m, estará dividido en paneles de separación máxima entre postes metálicos de 3,00 m y de tubo de 2" de F°G°,
- ✓ Los postes deben asentarse con dado de concreto simple $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 30\%$ de P.M.
- ✓ La malla será de F°G° con una cocada 2" x 2" calibre BWG = 12, soldadas al poste metálico con un conector de Angulo F tipo "L" de 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8".
- ✓ Los paños están coronados en la parte superior con tres hileras de alambres de púas y en la parte inferior estarán sobre un sardinel de $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

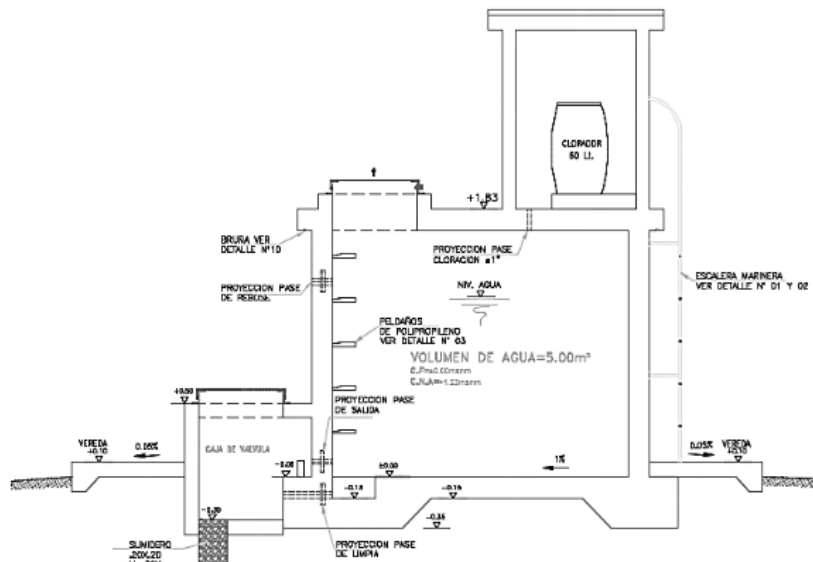
Ilustración N° 03.53. Cerco perimétrico de cisterna



2.14. RESERVORIO

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

Ilustración N° 03.54. Reservorio de 5 m³



Aspectos generales

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

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

Criterios de diseño

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

Se deben aplicar los siguientes criterios:

- Disponer de una tubería de entrada, una tubería de salida una tubería de rebose, así como una tubería de limpia. Todas ellas deben ser independientes y estar provistas de los dispositivos de interrupción necesarios.
 - La tubería de entrada debe disponer de un mecanismo de regulación del llenado, generalmente una válvula de flotador.
 - La tubería de salida debe disponer de una canastilla y el punto de toma se debe situar 10 cm por encima de la solera para evitar la entrada de sedimentos.

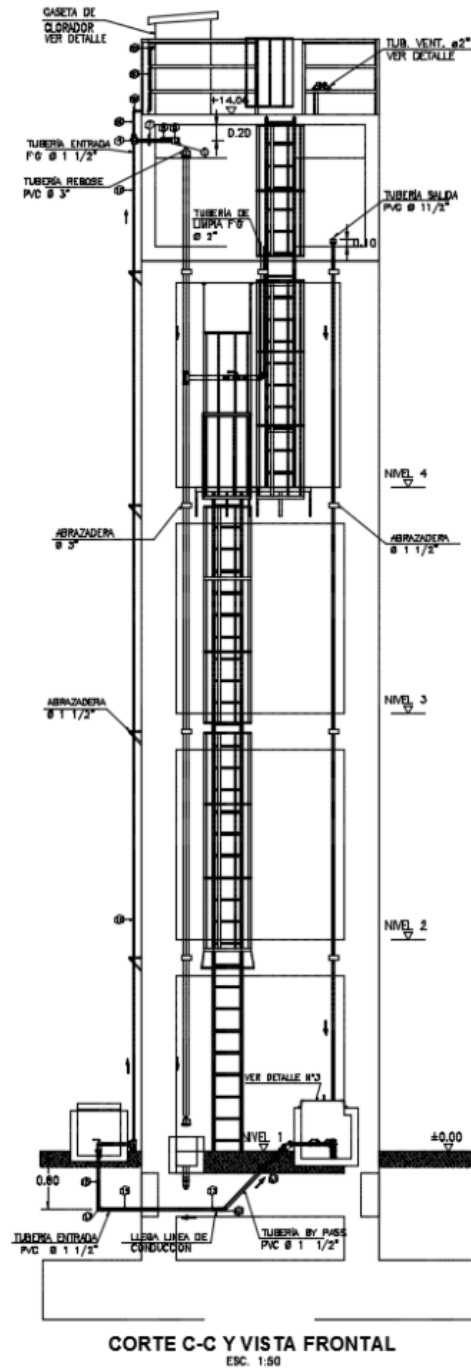
- La embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar en posición opuesta para forzar la circulación del agua dentro del mismo.
- El diámetro de la tubería de limpia debe permitir el vaciado en 2 horas.
- Disponer de una tubería de rebose, conectada a la tubería de limpia, para la libre descarga del exceso de caudal en cualquier momento. Tener capacidad para evacuar el máximo caudal entrante.
- Se debe instalar una tubería o bypass, con dispositivo de interrupción, que conecte las tuberías de entrada y salida, pero en el diseño debe preverse sistemas de reducción de presión antes o después del reservorio con el fin de evitar sobre presiones en la distribución. No se debe conectar el bypass por períodos largos de tiempo, dado que el agua que se suministra no está clorada.
- La losa de fondo del reservorio se debe situar a cota superior a la tubería de limpia y siempre con una pendiente mínima del 1% hacia esta o punto dispuesto.
- Los materiales de construcción e impermeabilización interior deben cumplir los requerimientos de productos en contacto con el agua para consumo humano. Deben contar con certificación NSF 61 o similar en país de origen.
- Se debe garantizar la absoluta estanqueidad del reservorio.
- El reservorio se debe proyectar cerrado. Los accesos al interior del reservorio y a la cámara de válvulas deben disponer de puertas o tapas con cerradura.
- Las tuberías de ventilación del reservorio deben ser de dimensiones reducidas para impedir el acceso a hombres y animales y se debe proteger mediante rejillas que dificulten la introducción de sustancias en el interior del reservorio.
- Para que la renovación del aire sea lo más completa posible, conviene que la distancia del nivel máximo de agua a la parte inferior de la cubierta sea la menor posible, pero no inferior a 30 cm a efectos de la concentración de cloro.
- Se debe proteger el perímetro del reservorio mediante cerramiento de fábrica o de valla metálica hasta una altura mínima de 2,20 m, con puerta de acceso con cerradura.
- Es necesario disponer una entrada practicable al reservorio, con posibilidad de acceso de materiales y herramientas. El acceso al interior debe realizarse mediante escalera de peldaños anclados al muro de recinto (inoxidables o de polipropileno con fijación mecánica reforzada con epoxi).
- Los dispositivos de interrupción, derivación y control se deben centralizar en cajas o casetas, o cámaras de válvulas, adosadas al reservorio y fácilmente accesibles.
- La cámara de válvulas debe tener un desagüe para evacuar el agua que pueda verterse.
- Salvo justificación razonada, la desinfección se debe realizar obligatoriamente en el reservorio, debiendo el proyectista adoptar el sistema más apropiado conforme a la ubicación, accesibilidad y capacitación de la población.

Recomendaciones

- Solo se debe usar el bypass para operaciones de mantenimiento de corta duración, porque al no pasar el agua por el reservorio no se desinfecta.
- En las tuberías que atraviesen las paredes del reservorio se recomienda la instalación de una brida rompe-aguas empotrado en el muro y sellado mediante una impermeabilización que asegure la estanquidad 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 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 acabara con ladrillo pastelero asentados en torta de barro y tendrán junta de dilatación según el esquema de techos.
- **Paredes**
Los cerramientos laterales serán de concreto armado en el caso de los reservorios de menor tamaño, en el caso del reservorio de 70 m³, la pared estará compuesto por ladrillo K.K. de 18 huecos y cubrirán la abertura entre las columnas estructurales del edificio. Éstos estarán unidos con mortero 1:4 (cemento: arena gruesa) y se prevé el tarrajeo frotachado interior y exterior con revoque fino 1:4 (cemento: arena fina).

Las paredes exteriores serán posteriormente pintadas con dos manos de pintura látex para exteriores, cuyo color será consensuado entre el Residente y la Supervisión. El acabado de las paredes de la caseta será de tarrajeo frotachado pintado en látex y el piso de cemento pulido bruñado a cada 2 m.
- **Pisos**
Los pisos interiores de la caseta serán de cemento pulido y tendrán un bruñado a cada 2 m en el caso de reservorios grandes.
- **Pisos en Veredas Perimetrales**
En vereda el piso será de cemento pulido de 1 m de ancho, bruñado cada 1 m y, tendrá una junta de dilatación cada 5 m.

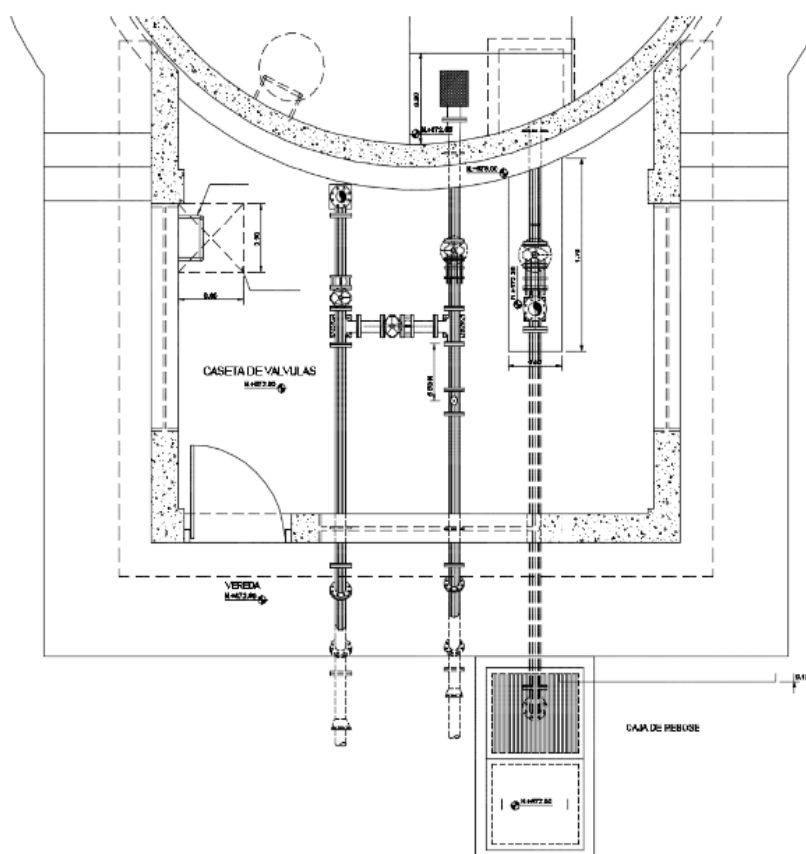
El contrazócalo estará a una altura de 0,30 m del nivel del piso acabado y sobresaldrá 1 cm al plomo de la pared. Estos irán colocados tanto en el interior como en el exterior de la caseta de válvulas.
- **Escaleras**
En el caso sea necesario, la salida de la caseta hacia el reservorio, se debe colocar escaleras marineras de hierro pintadas con pintura epóxica anticorrosivas con pasos espaciados a cada 0.30 m.
- **Escaleras de Acceso**
Las escaleras de acceso a los reservorios (cuando sean necesarias), serán concebidas para una circulación cómoda y segura de los operadores, previendo un paso aproximado

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

- Veredas Perimetrales
Las veredas exteriores serán de cemento pulido, bruñado cada 1 m y junta de dilatación cada 5 m.
- Aberturas
Las ventanas serán metálicas, tanto las barras como el marco y no deben incluir vidrios para así asegurar una buena ventilación dentro del ambiente, sólo deben llevar una malla de alambre N°12 con cocada de 1".

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

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



2.14.2. SISTEMA DE DESINFECCIÓN

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

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

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

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

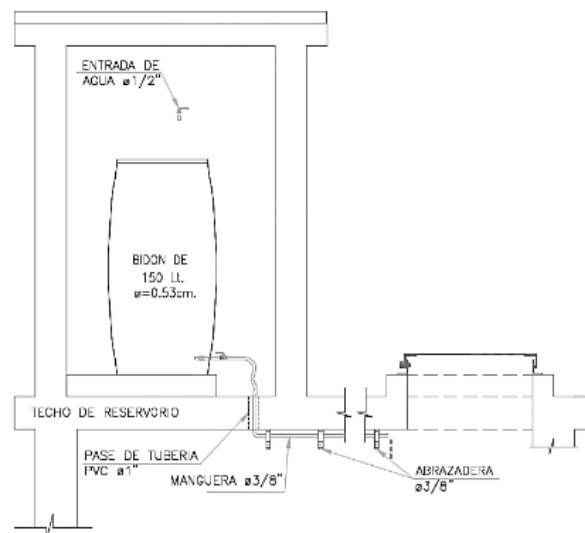
Desinfectantes empleados

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

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

a. Sistema de Desinfección por Goteo

Ilustración N° 03.57. Sistema de desinfección por goteo



- Cálculo del peso de hipoclorito de calcio o sodio necesario

$$P = Q * d$$

Donde:

P : peso de cloro en gr/h

Q : caudal de agua a clorar en m³/h
d : dosificación adoptada en gr/m³

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

$$P_c = P * 100/r$$

Donde:

P_c : peso producto comercial gr/h

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

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

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

Donde:

P_c : peso producto comercial gr/h

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

c : concentración solución (%)

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

$$V_s = q_s * t$$

Donde:

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

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

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

b. Sistema de Desinfección por erosión

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

Ilustración N° 03.58. Dosificador por erosión de tableta



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

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

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

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

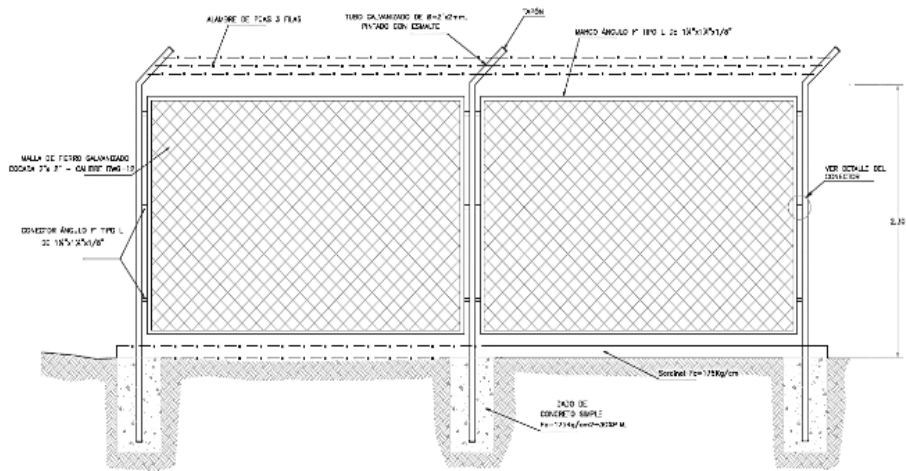
El mecanismo del dosificador de tabletas se debe inspeccionar con regularidad para detectar obstrucciones; se tendrá cuidado de limpiarlo bien, volver a ponerlo en la posición correcta y calibrarlo. La inspección y el relleno de tabletas dependerán de la instalación específica, de la dosificación de 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 ¼" x 1 ¼" x 1/8".
- Los paños están coronados en la parte superior con tres hileras de alambres de púas y en la parte inferior estarán sobre un sardinel de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Ilustración N° 03.59. Cerco perimétrico de reservorio



2.15. LÍNEA DE ADUCCIÓN

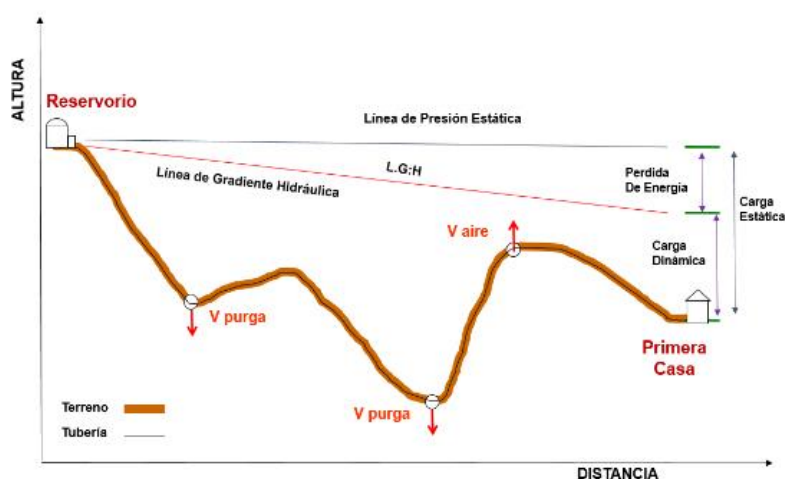
Para el trazado de la línea debe tenerse en cuenta lo siguiente:

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

Diseño de la línea de aducción

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

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



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

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

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

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

Donde:

- H_f : pérdida de carga continua (m)
- Q : caudal en (m^3/s)
- D : diámetro interior en m (ID)
- C : coeficiente de Hazen Williams (adimensional)
 - Acero sin costura $C=120$
 - Acero soldado en espiral $C=100$
 - Hierro fundido dúctil con revestimiento $C=140$
 - Hierro galvanizado $C=100$
 - Polietileno $C=140$
 - PVC $C=150$
- L : longitud del tramo (m)

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

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

Donde:

- H_f : pérdida de carga continua (m)
- Q : caudal en (l/min)
- D : diámetro interior (mm)
- L : longitud (m)

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

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

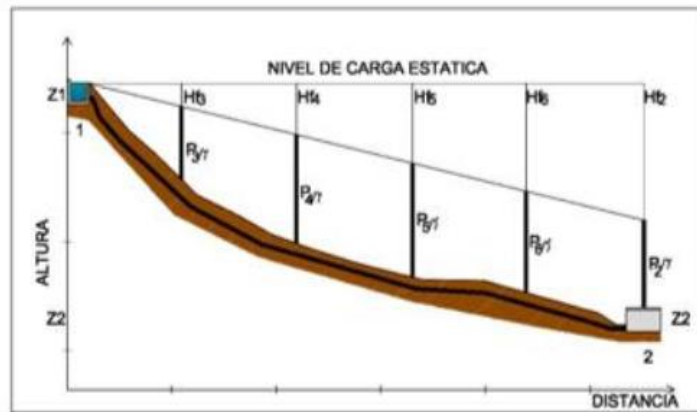
✓ Presión

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

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

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

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



Donde:

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

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

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

Dónde:

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

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

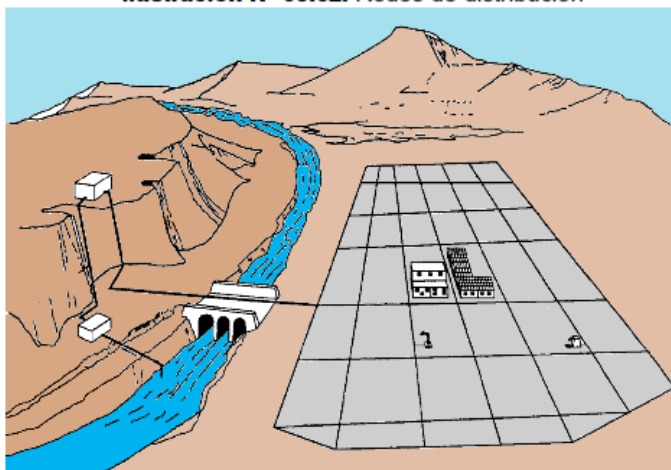
V : máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial o de la válvula (m/s)

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

2.16. REDES DE DISTRIBUCIÓN

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

Ilustración N° 03.62. Redes de distribución



Aspectos Generales

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

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

Velocidades admisibles

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

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

Trazado

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

Materiales

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

Presiones de servicio.

Para la red de distribución se deberá cumplir lo siguiente:

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

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

Criterios de Diseño

Existen dos tipos de redes:

a. Redes malladas

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

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

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

El caudal en el nudo es:

$$Q_i = Q_p * P_i$$

Donde:

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

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

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

Donde:

Q_t : Caudal máximo horario en l/s.

P_t : Población total del proyecto en hab.

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

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

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

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

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

En sistemas anillados se deben admitir errores máximos de cierre:

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

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

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

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

b. Redes ramificadas

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

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

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

Donde:

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

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

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

Donde:

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

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

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

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

Donde:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.16.1. CÁMARA ROMPE PRESIÓN PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN

- ✓ En caso exista un fuerte desnivel entre el reservorio y algunos sectores o puntos de la red de distribución, pueden generarse presiones superiores a la presión máxima que puede soportar la tubería. Es por ello que se sugiere la instalación de cámaras rompe presión (CRP) cada 50 m de desnivel.
 - ✓ Se recomienda una sección interior mínima de 0,60 x 0,60 m, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.
 - ✓ La altura de la cámara se calculará mediante la suma de tres conceptos:
 - Altura mínima de salida, mínimo 10 cm.
 - Resguardo a borde libre, mínimo 40 cm.
 - Carga de agua requerida, calculada aplicando la ecuación de Bernoulli para que el caudal de salida pueda fluir.
 - ✓ La tubería de entrada a la cámara estará por encima de nivel del agua y debe preverse de un flotador o regulador de nivel de aguas para el cierre automático una vez que se encuentre llena la cámara y para periodos de ausencia de flujo.
 - ✓ La tubería de salida dispondrá de una canastilla de salida, que impida la entrada de objetos en la tubería.
 - ✓ La cámara debe incluir un aliviadero o rebose.
 - ✓ El cierre de la cámara debe ser estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.
- Cálculo de la altura de la Cámara Rompe Presión (H_t)

$$H_t = A + H + BL$$

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

Donde:

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

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

Donde:

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

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

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

$$H_t = A + H$$

Donde:

A : altura de la canastilla (cm)

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

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

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

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

Donde:

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

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

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

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

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

$$A_b = a \times b$$

Donde:

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

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

- Cálculo del volumen

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

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

- Dimensionamiento de la canastilla

Debe considerarse lo siguiente:

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

$$3D_c < L_{diseño} < 6D_c$$

Donde:

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

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

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

$$A_t = 2 \times A_c$$

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

Donde:

A_t : área total de las ranuras (m^2)

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

$$A_r = AR \times LR$$

Donde:

AR : área de la ranura (mm^2)

AR : ancho de la ranura (mm)

LR : largo de la ranura (mm)

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

Donde:

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

NR : número de ranuras de la canastilla (und)

- Cálculo del diámetro de tubería del cono de rebose y limpieza

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

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

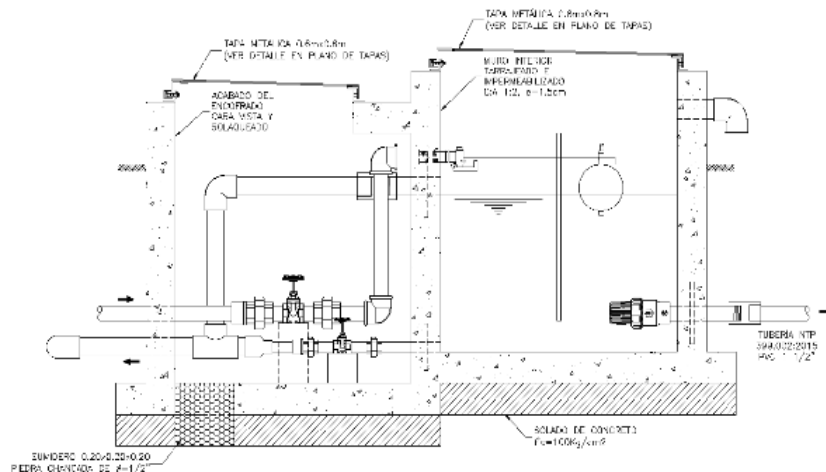
Donde:

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

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

h_f : pérdida de carga unitaria (m/m)

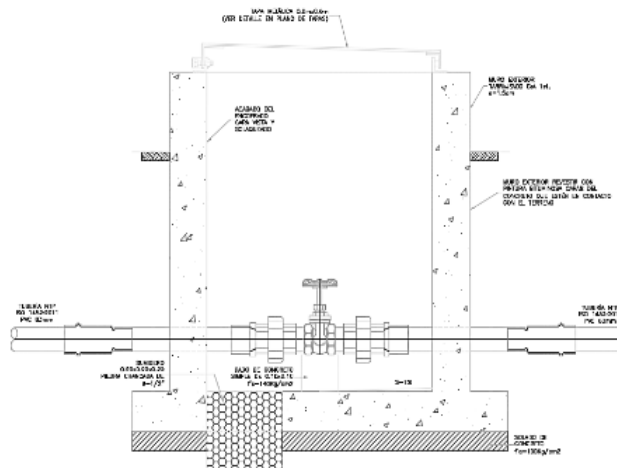
Ilustración N° 03.63. Cámara Rompe Presión para red de distribución



2.16.2. VÁLVULA DE CONTROL

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

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



Tipos de válvulas de interrupción

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

a. Válvulas de compuerta

- Las válvulas de compuerta se usan preferentemente en líneas de agua de circulación ininterrumpida y poca caída de presión. Estas válvulas solo trabajan abiertas o cerradas, nunca reguladas.
- Las válvulas de compuerta pueden ser de material metálico dúctil y resistente, de asiento elástico y cumplirán las normas.
 - NTP ISO 7259 1998. Válvulas de compuerta de hierro fundido predominantemente operadas con llave para uso subterráneo.
 - NTP ISO 5996 2001. Válvulas de compuerta de hierro fundido
 - NTP ISO 5996:2001. Válvulas de compuerta de hierro fundido.
 - NTP 350.112:2001. Válvulas de compuerta con asiento elástico para sistemas de agua de consumo humano.
- Se establecen las siguientes prescripciones técnicas adicionales para las válvulas de compuerta:
 - Presión normalizada: $PN \geq 1,0$ 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: Embridadas o junta automática flexible.

b. Válvulas de mariposa

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

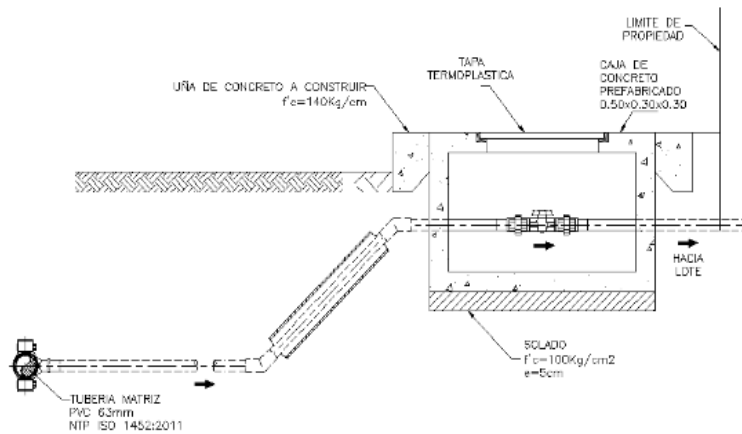
- Accionamiento: Palanca, desmultiplicador manual, o accionador (neumático, eléctrico o hidráulico).
 - Instalación: Embridada.
 - Salvo que existan dificultades para ello, las válvulas se deben instalar con el eje en posición vertical, con el fin de evitar posibles retenciones de cuerpos extraños o 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 METALICAS 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 4. Cálculos hidráulicos

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE LÍNEA DE IMPULSION TRAMO POZO TUBULAR - RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO

PROY: "DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERIO VILLA MERCEDES, DISTRITO DE RAYMONDI, PROVINCIA DE ATALAYA, UCAYALI - 2022"

LOC: CASERIO VILLA MERCEDES

MEMORIA DE CALCULO

3.1 DATOS DE DISEÑO

Número de viviendas	24 viv.
Densidad poblacional	6.96 Habs/viv.
Periodo de diseño (hasta el 2042)	20 años
Dotación de agua por conexión	100 lts/hab/día
Dotación de agua por pileta	0 lts/hab/día
Número de familias por piletas	0 lts/pil
Tasa de crecimiento (r)	3.16%

3.2 CALCULOS

Población actual 2022 (año 0)	167 Habs
Población futura 2042 (año 20)	273 Habs
Número de viviendas al 2042	39 viv.

3.3 CAUDALES DE DISEÑO

AL AÑO 2042

1 Caudal promedio	$Qp = \text{Dot}(\text{conexs}) \times \text{Pobx}\% \text{Cobert} + \text{Dot}(\text{piletas}) \times \text{Pobx}\% \text{Cobert}$	lps
	$Qp =$	0.32 lps
2 Caudal de Consumo Máx. diario agua	$Qmd = Qp \times K1 = Qp \times 1,3$	0.42 lps
3 Caudal Máx. horario agua	$Qmh = Qp \times K2 = Qp \times 2,0$	0.64 lps
4 Caudal Máx. horario desague	$Qmh \times 0,8$	0.51
5 Caudal de Bombeo (2.6 horas)	$Qb = Qmd \times 24 / 2,6$	2.93
6 Volumen de Regulación 20% Qmd		7.26 m3
7 Volumen de Reserva 25% Vregulacion		1.82 m3
8 Volumen de Almacenamiento Proyectado	$V \text{ Regulacion} + V \text{ Reserva}$	9.08 m3
9 Volumen Adoptado		10.00 m3

Ficha: Memoria de datos de diseño.

Fuente: Elaboración propia 2022.

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
LINEA DE IMPULSION TRAMO POZO TUBULAR - RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO**

PROY:

"DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERIO VILLA MERCEDES, DISTRITO DE RAYMONDI,
PROVINCIA DE ATALAYA, UCAYALI - 2022"

LOC: CASERIO VILLA MERCEDES

PARAMETROS DE DISEÑO	ESTIMACION	UNIDADES
Pob. Futura	273.00	hab.
Dot.	100.00	l/(hab.*dia)
Qp	0.32	l/s
Qp	27.65	m3/dia
k1	1.30	
k2	2.00	
Altitud promedio, msnm	176.00	msnm
Temperatura mes mas frio, en ° C	18.00	° C

RESULTADOS DE DISEÑO

1) LINEA DE IMPULSION (TRAMO: NIVEL DINAMICO POZO-NIVEL AGUA TANQUE ELEVADO)

CT. POZO TUBULAR (Cota de terreno del Pozo)	175.84	msnm
CT RESERVORIO ELEVADO(Cota de Terreno del Reservoirio de Almacenamiento)	176.00	msnm
C N.A. RESERVORIO (Cota del Nivel de agua del Reservoirio)	188.20	msnm
Altura de Agua del Reservoirio (Nivel Maximo - Nivel de Fondo)	1.70	m.
Desnivel entre Cot. Fondo Tanque Elev. - Cot. Terr. Tanque Elev.	10.50	m.
Desnivel entre Cot. Terr. Tanque Elev. - Cot. Terr. Pozo Tubular	0.16	m.
H ESTATICA (Altura Estatica)	12.56	m.
H descarga (diseño: cota terreno - altura dinamica)	11.90	m.
H tubería ingreso impulsión - Nivel Agua Tanque Elevado	0.20	m.
Profundidad enterrada de tramo Tubería de Impulsión	50.00	m.
Longitud Total del Tramo: caseta de valvulas - Tanque Elevado	11.30	m.

a) Caudal Maximo Diario

$$Q_{md} = \text{Pob. Futura} * \text{Dot.} * K1 / 86,400$$

Qmd (Caudal maximo diario)	0.42	l/seg.
----------------------------	------	--------

b) Tiempo de Funcionamiento del Equipo de Bombeo

T (Tiempo de funcionamiento del equipo de bombeo)	3.44	hrs
---	------	-----

c) Caudal de Bombeo

$$Q_b = (24 / T) * Q_{md}$$

Qb (Caudal de bombeo)	2.93	l/seg.
-----------------------	------	--------

d) Velocidad en la Tubería de Impulsión

V (Velocidad de Impulsión recomendable)	1.50	m/seg.
---	------	--------

e) Diametro de la Tubería de Impulsión

$$\varnothing = 1.2 * (T / 24)^{1/4} * (Q_b / 1000)^{1/2}$$

D (Diametro tentativo)	0.04	m.
D (Diametro tentativo)	1.57	Pulg.
D (Diametro comercial calculado)	2.00	Pulg.

Ficha: Memoria de cálculo de línea de impulsión.

Fuente: Elaboración propia 2022.

2) ANALISIS PARA LA LINEA DE IMPULSION (F°G° UR Ø 2" - PVC-UFØ 2" - PVC URØ 2")

a) Diametro

Tramo: Pie de Tanque Elevado-Nivel Agua T.E. (L m, PVC-UF Ø")	10.40	2
Longitud Pie Tanque Elev. - N.A.de Tanque Elev.	62.40	m.
Profundidad enterrada de tramo Tubería de Impulsion	50.00	m.
Desnivel entre Cot. Fondo Tanque Elev. - Cot. Terr. Tanque Elev.	10.50	m.
Altura de Agua del Reservoirio (Nivel Maximo - Nivel de Fondo)	1.70	m.
H tubería ingreso impulsión - Nivel Agua Tanque Elevado	0.20	m.
D (Diámetro comercial Línea de Impulsión en pulgadas)	2.00	Pulg.
D (Diámetro comercial impulsión en metros)	0.0508	m.

Tramo: Caseta de Valvulas - Pie de Reservoirio Elevado (L = m, PVC-UF, Ø ")	11	2
	11.30	m.
D (Diámetro comercial Línea de Impulsión en pulgadas)	2.00	Pulg.
D (Diámetro comercial impulsión en metros)	0.0508	m.

Tramo: Nivel Dinam.Tub. Columna interna Pozo Tub.-Caseta. Valvulas (L = m, PVC-UR, Ø ")	23	2
Longitud Nivel Din. Tub. Columna int. Pozo Tub. - Caseta de Valv.	23.20	m.
Longitud de Columna interna del Pozo Tubular	11.90	m.
Longitud del Pozo Tubular - Caseta de Valvulas	11.30	m.
D (Diámetro comercial Línea de Impulsión en pulgadas)	2.00	Pulg.
D (Diámetro comercial impulsión en metros)	0.0508	m.

b) Velocidad corregida

$$V_c = 1.974 * Q_b / (D)^2$$

Tramo: Pie de Tanque Elevado-Nivel Agua T.E. (L m, PVC-UF Ø")	10.40	2
Vi (Velocidad Corregida)	1.45	m/seg.

Tramo: Caseta de Valvulas - Pie de Reservoirio Elevado (L = m, PVC-UF, Ø ")	11	2
Vi (Velocidad Corregida)	1.45	m/seg.

Tramo: Nivel Dinam.Tub. Columna interna Pozo Tub.-Caseta. Valvulas (L = m, PVC-UR, Ø ")	23	2
Vi (Velocidad Corregida)	1.45	m/seg.

c) Gradiente Hidraulica Línea de Impulsión (S)

$$S = (Q_b / (1000 * 0.2785 * C * D^{2.63})$$

$$K = D^{2.63}$$

Tramo: Pie de Tanque Elevado-Nivel Agua T.E. (L m, PVC-UF Ø")	10	2
C (Coeficiente de rugosidad HD)	150	
K (Constante del diámetro)	0.00039	
S (Gradiente Hidraulica)	0.041	m/m

Tramo: Caseta de Valvulas - Pie de Reservoirio Elevado (L = m, PVC-UF, Ø ")	11	2
C (Coeficiente de rugosidad PVC-UF)	150	
K (Constante del diámetro)	0.00039	
S (Gradiente Hidraulica)	0.041	m/m

Tramo: Nivel Dinam.Tub. Columna interna Pozo Tub.-Caseta. Valvulas (L = m, PVC-UR, Ø ")	23	2
C (Coeficiente de rugosidad F°G°)	150	
K (Constante del diámetro)	0.00039	
S (Gradiente Hidraulica)	0.041	m/m

Ficha: Memoria de cálculo de línea de impulsión.

Fuente: Elaboración propia 2022.

d) Perdida de Carga por Friccion en las Tuberias de la Linea de Impulsion (Hf IMPULSION)

$$H_f = S * L_i$$

Tramo: Pie de Tanque Elevado-Nivel Agua T.E. (L m, PVC-UF Ø")	10	2
Li(Longitud)	62.40	m.
Hf ₁ (Perdida de Carga por Friccion en las Tuberias)	2.55	m.
Tramo: Caseta de Valvulas - Pie de Reservoirio Elevado (L = m, PVC-UF, Ø ")	11	2
Li(Longitud)	0.00	m.
Hf ₂ (Perdida de Carga por Friccion en las Tuberias)	0.00	m.
Tramo: Nivel Dinam.Tub. Columna interna Pozo Tub.-Casel. Valvulas (L = m, PVC-UR, Ø ")	23	2
Li(Longitud)	23.20	m.
Hf ₃ (Perdida de Carga por Friccion en las Tuberias)	0.95	m.

$$H_{f_T} = H_{f_1} + H_{f_2} + H_{f_3}$$

Hf _T (Perdida de Carga Total por Friccion en las Tuberias)	3.50	m.
---	------	----

e) Perdida de Carga Local por Accesorios

$$H_L = \sum K * (V^2 / 2g)$$

Tramo: Pie de Tanque Elevado-Nivel Agua T.E. (L m, PVC-UF Ø")	10	2
V ² / 2g =	0.11	m.
∑K =	1.80	
Accesorios:		
02 Codo 1"x 90° =	1.80	Adimensional
HL ₁ =	0.19	m.
Tramo: Caseta de Valvulas - Pie de Reservoirio Elevado (L = m, PVC-UF, Ø ")	11	2
V ² / 2g =	0.11	m.
∑K =	0.80	
Accesorios:		
02 Codo 1"x 45° =	0.80	Adimensional
HL ₂ =	0.09	m.
Tramo: Nivel Dinam.Tub. Columna interna Pozo Tub.-Casel. Valvulas (L = m, PVC-UR, Ø ")	23	2
V ² / 2g =	0.11	m.
∑K =	1.30	
Accesorios:		
01 Codo 1"x 90° =	0.90	Adimensional
01 Valvula Compuerta 2" abierta =	0.20	Adimensional
01 Valvula Compuerta 2" abierta =	0.20	Adimensional
HL ₃ =	0.14	m.

$$H_{L_T} = H_{L_1} + H_{L_2} + H_{L_3}$$

Hf (Perdida de Carga Total por Accesorios)	0.42	m.
--	------	----

f) Perdida de Carga Total

$$H_{f_{TOTAL}} = H_{f_{TUBERIAS}} + H_{f_{ACCESORIOS}}$$

Hf _{TOTAL} (Perdida de Carga Total)	3.92	m.
--	------	----

g) Altura Dinamica Total (H_{DT})

$$H_{DT} = H_{ESTATICA} + H_{NIVEL\ DINAMICO} + H_{f_{TOTAL}} + P_{RESERV.\ ALM.}$$

P _{RESERV. ALM.} (Presion de llegada al Reservoirio)	1.50	m.
HDT (Altura Dinamica Total)	29.88	m.

h) Potencia del Equipo de Bombeo

$$Pot. B = H_{DT} * Q_b / (75 * 0.75)$$

Pot B (Potencia de la Bomba)	1.56	HP
Pot B (Potencia de la Bomba)	2.00	HP

Ficha: Memoria de cálculo de línea de impulsión.

Fuente: Elaboración propia 2022.

MEMORIA DE CÁLCULO DE LA RED DE AGUA

PROY:

"DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERIO VILLA MERCEDES, DISTRITO DE RAYMONDI,
PROVINCIA DE ATALAYA, UCAYALI - 2022"

LOCALIDAD: CASERIO VILLA MERCEDES

1. POBLACIÓN DE DISEÑO

Tasa de crecimiento(r)	3.16%	%
Periodo de diseño (t)	20.00	años
Nº viviendas	24.00	viviendas
Densidad de vivienda	6.96	hab./viv.
Población Actual (Pa)	167.00	hab

Población Diseño (Pd) 273 hab

$$Pd = Pa * (1 + r * t)$$

2. CAUDALES DE DISEÑO

Población Diseño (Pd)	273	hab
Dotación (Dot)	100	lt/hab/día
Coef. variación máx. diaria (k1)	1.3	
Coef. variación máx. horaria (k2)	2.0	

Caudal promedio (Qp) 0.32 lps

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

Caudal máx. diario (Qmd) 0.41 lps

$$Qmd = k1 * Qp$$

Caudal máx. horario (Qmh) 0.63 lps

$$Qmh = k2 * Qp$$

3. CAUDALES EN MARCHA POR TRAMOS

Caudal unitario (Qunit) 0.00035 lps

$$Qunit = \frac{Qmm}{Ltotal}$$

Ficha: Memoria de cálculo de línea de aducción.

Fuente: Elaboración propia 2022.

MEMORIA DE CÁLCULO DE LA RED DE AGUA

PROY:

"DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERIO VILLA MERCEDES, DISTRITO DE RAYMONDI,
PROVINCIA DE ATALAYA, UCAYALI - 2022"

LOCALIDAD: CASERIO VILLA MERCEDES

1. POBLACIÓN DE DISEÑO

Tasa de crecimiento (r)	3.16%	%
Periodo de diseño (t)	20.00	años
Nº viviendas	24.00	viviendas
Densidad de vivienda	6.96	hab./viv.
Población Actual (Pa)	167.00	hab

Población Diseño (Pd) 273 hab

$$Pd = Pa * (1 + r * t)$$

2. CAUDALES DE DISEÑO

Población Diseño (Pd)	273	hab
Dotación (Dot)	100	lt/hab/día
Coef. variación máx. diaria (k1)	1.3	
Coef. variación máx. horaria (k2)	2.0	

Caudal promedio (Qp) 0.32 lps

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

Caudal máx. diario (Qmd) 0.41 lps

$$Qmd = k1 * Qp$$

Caudal máx. horario (Qmh) 0.63 lps

$$Qmh = k2 * Qp$$

3. CAUDALES EN MARCHA POR TRAMOS

Caudal unitario (Qunit) 0.00035 lps

$$Qunit = \frac{Qmm}{Ltotal}$$

Caudal en marcha

$$Qma = Qunit * Ltramo$$

Ficha: Memoria de cálculo de línea de aducción.

Fuente: Elaboración propia 2022.

4. LINEA DE ADUCCION

1.-	Qdiseño	0.63	lps
2.-	Cota terreno tanque elevado	176.00	msnm
3.-	Longitud Total de la Linea de Aduccion	21.1	m.
	Longitud de tubería F°G° (Aereo)	10.50	m.
	Longitud de tubería PVC-UF (Enterrado)	10.6	m.
4.-	V(velocidad de la línea de aducción)	0.8	m/s
5.-	Diametro calculado	1.29	pulg
	$D = \sqrt{\frac{1.9735 * Q_{diseño}}{V}}$		
6.-	Diametro comercial asumido	2	pulg
	Velocidad recalculada	0.31	m/s
7.-	Coeficiente de H-W		
	Coeficiente de H-W para Tub. F°G°	100	√pie/seg
	Coeficiente de H-W para Tub. PVC-UF	150	√pie/seg
8.-	Gradiente Hidarulica		
	Gradiente hidarulica, Tub. F°G° (S1)	4.96	%
	Gradiente hidarulica, Tub. PVC-UF (S2)	2.34	%
	$h_f = \left(\frac{Q}{.0004264 * C * D^{2.64}} \right)^{\frac{1}{0.54}}$		
9.-	Perdida de Carga Total (m)	0.08	m.
	Perdida de carga en el tramo de tub F°G°	0.0520	m
	Perdida de carga en el tramo de tub PVC-UF	0.0249	m
10.-	Cota de terreno en A (inicio de la red distrib.)	175.5	msnm
11.-	Cota Piezometrica en el inicio de Red	186.42	msnm
12.-	Carga disponible al inicio de la Red	10.92	m

Ficha: Memoria de cálculo de línea de aducción.

Fuente: Elaboración propia 2022.

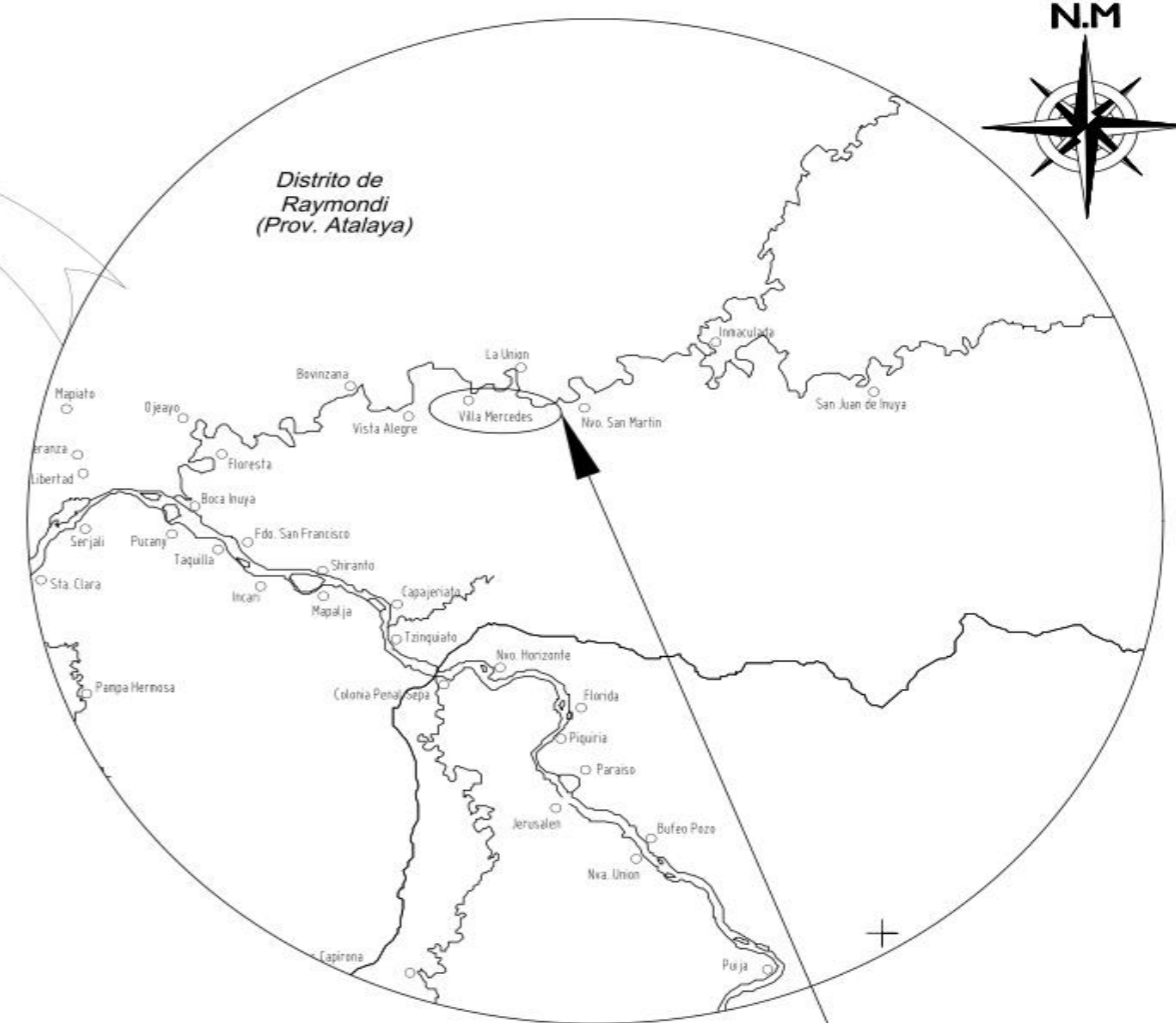
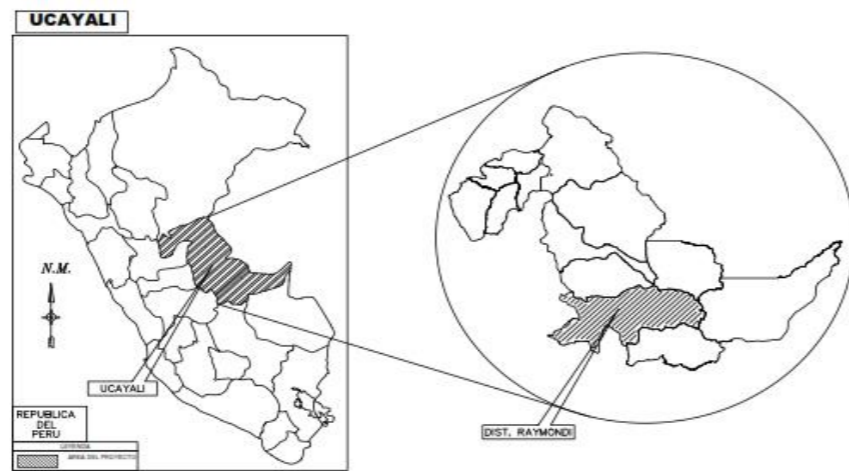
Anexo 5. Planos del diseño

Plano de ubicación y localización



UBICACION

ESCALA : 1/2.500



CASERIO VILLA MERCEDES - LOCALIDAD DONDE SE EJECUTARA EL PROYECTO

LOCALIZACION

ESCALA : 1/250,000

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE			
PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERIO VILLA MERCEDES, DISTRITO DE RAYMONDI, PROVINCIA DE ATALAYA - UCAYALI"			
PLANO:	ESPECIALIDAD:	UBICACION:	SERIE:
UBICACION Y LOCALIZACION CASERIO VILLA MERCEDES	UBICACION	Raymondi	U-01
PROYECTA:	FECHA:	ESCALA:	
BEYSON F. FLORES PULCHA	BYPP	SEPTIEMBRE 2022	INDICADA
			LOC.: CAS. VILLA MERCEDES

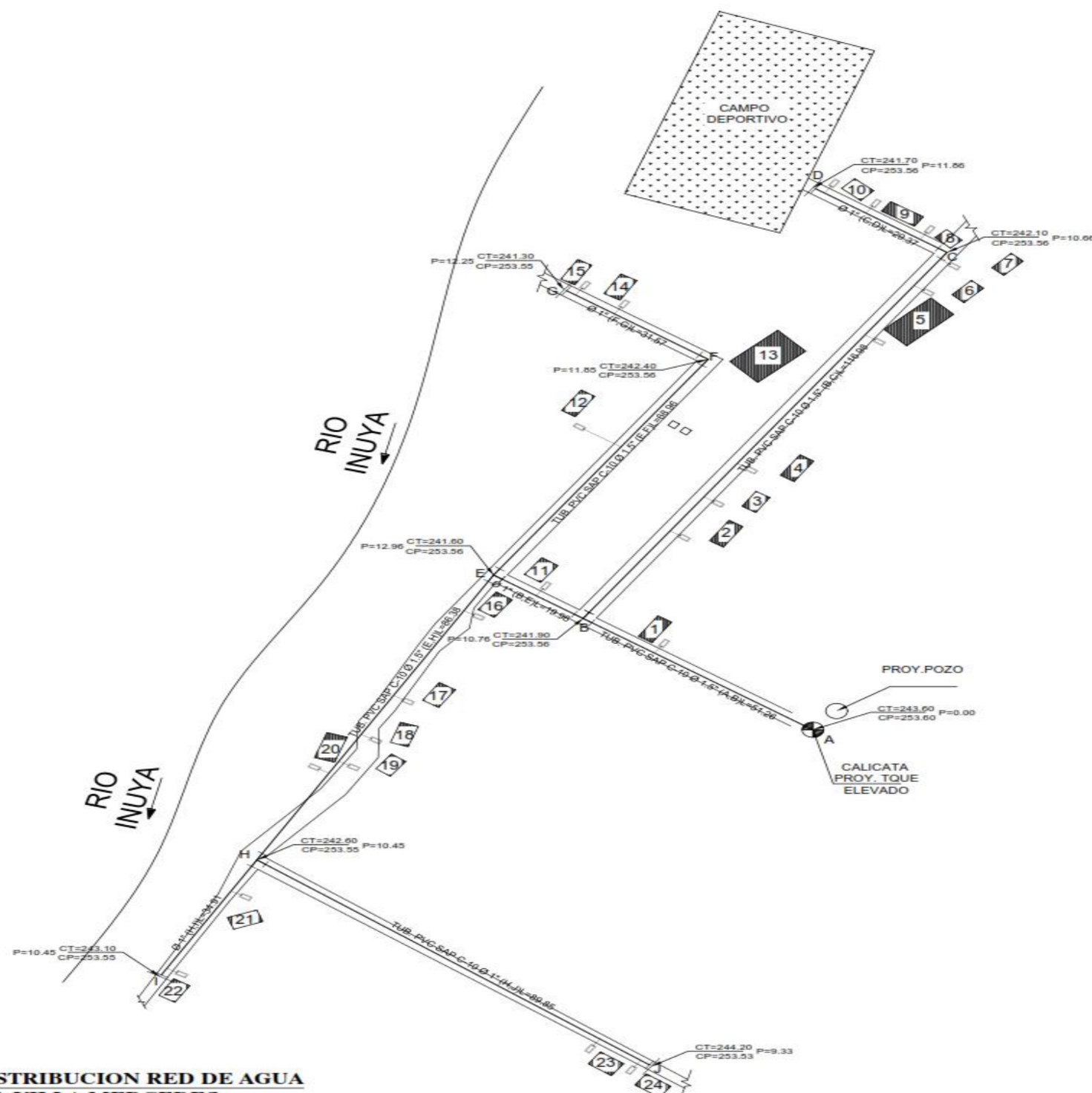
Plano de topografía



Plano de red de distribución

**PLANTA DISTRIBUCION RED DE AGUA
CAS. VILLA MERCEDES**

Escala 1/750



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
—	Red Projectada
— —	Valvula Compuerta
→	Direccion de Flujo
P	Presion de Agua (m)
CT	Cota Terreno
CP	Cota Piezometrica
□	Conexion Domiciliaria
— —	Tapon Projectado
▣	Viviendas y Locales

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES Y ACCESORIOS REDES DE AGUA POTABLE	
<p>— Todos los Materiales, Tuberías y Accesorios a Utilizarse en las Redes de Agua Potable, Serán de Buena Calidad de Acuerdo con las Normas Técnicas de ITWTEC y con las Normas Estipuladas en el Reglamento Nacional de Edificaciones del Peru.</p> <p>— Las Tuberías para Agua Potable de PVC/SAP Clase-10 Incluyendo sus Accesorios.</p> <p>— Se Utilizara Pegamento Para PVC.</p> <p>— Las Valvulas de Compuerta Seran de FT, en Cada Valvula se Instalara una Union Universal, Cuando se Trate de Tuberías Viebles y dos Uniones Universales Cuando se Instale la Valvula en Caja o Nicho.</p> <p>— Caja Protección para Valvula de "A"</p> <p>— Tee de PVC/SAP</p> <p>— Las Redes de Agua Potable Seran Probadas con Bombas de Mano a 100LB/pulg2 Durante 15 Minutos sin que Presenten Fugas o perdidos de presion.</p>	
<p>CONEXIÓN DOMICILIARIA</p> <p>— Caja de Valvula Compuerta de C'S' inc./Tapa de FG' de 9"x11" con Cerradura.</p> <p>— Tubería y accesorios de conexon Segun Detalle de Planos.</p>	

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERIO VILLA MERCEDES, DISTRITO DE RAYMONS, PROVINCIA DE ATALAYA - UCAJALI

PLANTA DISTRIBUCION RED DE AGUA CAS. VILLA MERCEDES		AUTOR		FECHA		LUGAR	
INGENIERO	PROYECTO	SANTARA	PROJ. ALIUNA	18/02/2021	INDICADA	CAS. VILLA MERCEDES	INDICADA

RA-01

Anexo 6. Panel fotográfico



Fotografía 01. Vista paronímica del caserío Villa Mercedes.



Fotografía 02. Vista de la condición sanitaria de la población.



Fotografía 03. Institución educativa – Caserío Villa Mercedes.



Fotografía 04. Autoridades del caserío Villa Mercedes.