

**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN, LÍNEA DE
CONDUCCIÓN Y RESERVORIO DE**

ALMACENAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA

POTABLE DEL CASERÍO YARUSH, CENTRO

**POBLADO LLUPA, DISTRITO DE INDEPENDENCIA,
PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH - 2018.**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL
GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN INGENIERIA**

CIVIL

AUTOR:

BENITES SALCEDO, CARLOS ALBERTO

ASESORA:

MGTR. ZARATE ALEGRE, GIOVANA MARLENE

CHIMBOTE – PERÚ

2018

1. Título de la tesis.

Diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento del sistema de agua potable del caserío Yarush, centro poblado Lupa, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Áncash - 2018.

2. Hoja de firma del jurado y asesor.

FIRMA DE JURADO Y ASESOR

Ing. Luis Enrique Meléndez Calvo
Miembro

Dr. Rigoberto Cerna Chávez
Miembro

Mgtr. Johanna Del Carmen Sotelo Urbano
Presidente

3. Hoja de agradecimiento

A Dios por darme la vida y la fortaleza necesaria para poder llegar hasta este momento y por encaminarme hacia las decisiones correctas.

A mis padres:

Cosme y Ruth, por apoyarme y nunca rendirse en mi educación, por enseñarme lo bueno y lo malo de la vida, por esforzarse en mi educación a pesar de las bajas disponibilidad económica y por siempre darme aliento en nunca rendirme a pesar de las dificultades que se presenten en la vida.

4. **Hoja de dedicatoria**

A mis padres y a Dios por que son los que siempre han estado a mi lado y me han apoyado y dado fuerzas para poder seguir adelante y poder cumplir con mis metas y proyectos.

5. Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo el objetivo de realizar el diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento del sistema de agua potable del caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Áncash - 2018, es de tipo descriptivo con diseño no experimental y de corte trasversal, se realizó con el propósito de dar una solución ante un abastecimiento deficiente de agua potable, que priva a la población de satisfacer sus necesidades más elementales. El Universo muestral estuvo constituido por el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Yarush, la población beneficiada es de 113 habitantes. Para la recolección de datos, se aplicaron 3 instrumentos: encuesta de diagnóstico sobre comportamiento familiar para el registro de cobertura y calidad de los servicios de agua y saneamiento, entrevista de diagnóstico con el presidente de agua y Observación estructurada de campo con protocolos como: estudio de agua, estudio de suelo y levantamiento topográfico. El análisis y procesamiento de datos se realizaron en el programa Civil 3D, WaterCAD y Excel, con el que se elaboraron tablas y gráficos simples y porcentuales, cálculos y diseños hidráulicos y estructurales para obtener las siguientes conclusiones: el caudal aforado de la fuente es 1.43 lps, cantidad suficiente para cubrir las necesidades de la población, el diseño de la cámara de captación se dimensiono con 1.20x1.20x1.10 , en la línea de conducción se propuso tuberías clase 10 y de diámetro 1”, el reservorio diseñado es de 5 m³.

Palabras clave: Sistema de abastecimiento, Zona rural, Componentes, Agua potable.

6. Abstract

The present research work had the objective of carrying out the design of the catchment chamber, conduction line and storage reservoir of the potable water system of the Yarush farmhouse, Llupa town center, Independencia district, Huaraz province, Ancash region - 2018 , is of a descriptive type with a non - experimental design and cross cutting, was made with the purpose of giving a solution to a poor supply of drinking water, which deprives the population to meet their most basic needs. The sampling universe was constituted by the potable water supply system of the Yarush farm, the beneficiary population is 113 inhabitants. For the collection of data, 3 instruments were applied: diagnostic survey on family behavior for the registration of coverage and quality of water and sanitation services, diagnostic interview with the water president and structured field observation with protocols such as: study of water, study of soil and topographic survey. The analysis and data processing were performed in the Civil 3D, WaterCAD and Excel program, with which simple and percentage tables and graphs, calculations and hydraulic and structural designs were drawn up to obtain the following conclusions: the volumetric flow rate of the source is 1.43 lps, sufficient quantity to cover the needs of the population, the design of the collection chamber was dimensioned with 1.20x1.20x1.10, in the line of conduction was proposed pipes class 10 and of diameter 1 ", the Designed reservoir is 5 m³.

Keywords: Supply system, rural area, components, drinking water.

2.2.4.	Captación.	29
2.2.5.	Sistema de abastecimiento de agua potable:.....	30
2.2.6.	Sistemas convencionales de saneamiento:.....	30
2.2.6.1.	<i>Sistema por gravedad sin tratamiento</i>	31
2.2.6.2.	<i>Sistema por gravedad con tratamiento</i>	31
2.2.6.3.	<i>Sistema por bombeo sin tratamiento</i>	31
2.2.6.4.	<i>Sistema por bombeo con tratamiento</i>	32
2.2.7.	Descripción de sistemas para abastecimiento de agua:	32
2.2.7.1.	<i>Tanque de Captación</i> :.....	32
2.2.7.2.	<i>Línea de conducción</i> :.....	34
2.2.7.3.	<i>Reservorio de almacenamiento</i> :	34
2.2.7.4.	<i>Red de distribución</i> :	35
2.2.8.	Parámetro de medición:	36
2.2.8.1.	<i>Diámetro de tuberías</i> :	36
2.2.8.2.	<i>Velocidad</i> :.....	37
2.2.8.3.	<i>Presión</i>	37
2.2.8.4.	<i>Caudal</i> :	37
III.	Hipótesis	38
IV.	Metodología	39
4.1.	Tipo de investigación.....	39
4.2.	Nivel de la Investigación.	39
4.3.	Diseño de la Investigación.....	39
4.4.	El Universo y la Muestra.	41
4.4.1.	Universo.....	41

4.4.2. Muestra.	41
4.5. Definición y operacionalización de las variables.....	42
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	43
4.6.1. Técnicas de recolección de datos.....	43
4.6.2. Instrumentos de recolección de datos.	43
4.7. Plan de análisis.....	44
4.8. Matriz de consistencia.....	45
4.9. Principios éticos.	47
V. Resultados.....	48
5.1. Resultados.....	48
5.2. Análisis de resultados.	50
VI. Conclusiones.....	50
Aspectos complementarios.....	52
Referencias bibliográficas.....	53
Anexos.....	58
Anexo 01: Instrumentos.....	59
Anexo 02: Cálculos y fichas de procesamiento de datos y obtención de resultados	93
Anexo 03: Panel fotográfico.....	104
Anexo 04: Planos.....	110
Anexo 05: Extractos de reglamentos aplicados.....	124

8. Índice de gráficos, tablas y cuadros.

Índice de gráficos.

Figura 1. Gráfico 01 ¿De dónde consigue normalmente el agua para consumo de la familia?	73
Figura 2. Gráfico 02 ¿Quién o quiénes traen el agua?.....	74
Figura 3. Gráfico 03 ¿Aproximadamente qué tiempo debe recorrer para traer agua para consumo familiar a su vivienda?.....	76
Figura 4. Gráfico 04 ¿Cuántos litros de agua consume la familia por día?	77
Figura 5. Gráfico 05 ¿Almacena o guarda agua en la casa?	78
Figura 6. Gráfico 06 ¿En qué tipo de depósitos almacena el agua?	79
Figura 7. Gráfico 07 ¿Los depósitos se encuentran protegidos con tapa?	80
Figura 8. Gráfico 08 ¿Cada qué tiempo lava los depósitos donde guarda el agua?	81
Figura 9. Gráfico 09 ¿Cómo consume el agua para tomar?.....	82
Figura 10. Fotografía de acceso al puquial procedente de la laguna llaca.....	105
Figura 11. Fotografía de puquial Llaca proyectado para abastecer al caserío Yarush.....	105
Figura 12. Fotografía de vista panorámica de tipo de terreno rocoso en la captación de ladera.....	106
Figura 13. Fotografía de tramo presente en la línea de conducción siguiente carretera interoceánica.	106
Figura 14. Fotografía de desvió hacia el caserío Yarush	107
Figura 15. Fotografía de ingreso a la comunidad del caserío Yarush.....	107
Figura 16. Fotografía de vista panorámica del caserío Yarush.....	108

Figura 17. Fotografía de casa de teniente gobernador Alejandro Rosales Clemente.	108
Figura 18. Fotografía de levantamiento topográfico.....	109
Figura 19. Fotografía de toma de muestra de agua para estudio físico, químico y bacteriológico.....	109

Índice de Tablas.

Tabla 1. Matriz de consistencia.	45
Tabla 2. ¿De dónde consigue normalmente el agua para consumo de la familia?	73
Tabla 3. ¿Quién o quiénes traen el agua?	74
Tabla 4. ¿Aproximadamente qué tiempo debe recorrer para traer agua para consumo familiar a su vivienda?	75
Tabla 5. ¿Cuántos litros de agua consume la familia por día?.....	76
Tabla 6. ¿Almacena o guarda agua en la casa?.....	77
Tabla 7. ¿En qué tipo de depósitos almacena el agua?.....	78
Tabla 8. ¿Los depósitos se encuentran protegidos con tapa?.....	79
Tabla 9. ¿Cada qué tiempo lava los depósitos donde guarda el agua?	80
Tabla 10. ¿Cómo consume el agua para tomar?	81

Índice de Cuadros.

Cuadro 1. Definición y operacionalización de las variables.....	42
Cuadro 2. Cálculos obtenidos de la Cámara de captación.....	48
Cuadro 3. Cálculos obtenidos de la línea de conducción.....	49
Cuadro 4. Cálculos obtenidos del Reservorio de almacenamiento.....	50

I. Introducción.

Según (Destefano J, 2008, p. 9)¹ explica “Teniendo en cuenta que cada población requiere un correcto suministro de abastecimiento de agua potable siendo este un derecho necesario y fundamental de todo ser humano y existiendo un problema tal como el déficit de este recurso se identifica a razón que estas poblaciones cuentan con puquios y quebradas de caudal regular para lo cual surge una propuesta el tratamiento de tales aguas como alternativa para lograr una cantidad suficiente y estable de suministro de agua potable”.

Existiendo un problema tal como el planteado acerca del déficit de este recurso se observó como alternativa a razón que estas poblaciones cuentan con fuentes superficiales y subterráneas (puquios) de caudal regular, para lo cual surge una propuesta la captación de las fuentes para lograr una cantidad suficiente y estable de suministro de agua potable.

Se tomó al caserío de Yarush, centro poblado Llupa, distrito Independencia, provincia Huaraz, región Áncash, como base de estudio; el cual no cuenta con un abastecimiento de agua potable adecuado.

Por tal motivo el presente proyecto de investigación lleva por título: Diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento del sistema de agua potable del caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, región Áncash - 2018.

Para la realización de este proyecto se formuló el siguiente **problema de investigación**: ¿En qué medida el diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento del sistema de agua potable del Caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito de independencia, provincia de

Huaraz, región Áncash, año 2018; beneficiará a la solución al problema de abastecimiento deficiente de agua potable? Para responder a este problema se planteó como **objetivo general** Realizar el diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento del sistema de agua potable del caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito Independencia, provincia Huaraz, región Áncash, año 2018.

A partir de él se generó como **objetivos específicos**: Realizar el diseño de la cámara de Captación del sistema de agua potable del caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito Independencia, provincia Huaraz, región Áncash, año 2018; Elaborar el diseño de la Línea de Conducción del Sistema de Agua Potable del caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito Independencia, provincia Huaraz, región Áncash, año 2018; Desarrollar el diseño del Reservorio de almacenamiento del sistema de agua potable del caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito Independencia, provincia Huaraz, región Áncash, año 2018.

Esta investigación se **justificó** por la necesidad de realizar el diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento del sistema de agua potable del Caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito de independencia, provincia de Huaraz, región Áncash; que permitirá dar una solución ante un abastecimiento deficiente de agua potable, que priva a la población de satisfacer sus necesidades más elementales, problemática que viene afectando a la población.

La **metodología** a utilizar fue de tipo descriptivo, nivel cualitativo, diseño no experimental y de corte transversal. Los límites temporales y espaciales del desarrollo de esta investigación de tesis se ubicaron en caserío de Yarush, centro

poblado Llupa, distrito Independencia, provincia Huaraz, región Áncash, en un período de dieciséis meses, abril 2017-diciembre 2018.

El **universo** estuvo conformado el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito Independencia, provincia Huaraz, región Áncash.

La **muestra** de la investigación se identificó por la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento del sistema de abastecimiento.

La **técnica** que se aplicó fue la observación visual para el reconocimiento en campo; el **instrumento** de evaluación fue fichas técnicas, encuestas. Se usaron así mismos protocolos como estudio de suelos, estudio bacteriológico del agua y estudio topográficos.

La investigación realizada incide en el proceso de crecimiento como ingeniero civil aportando en el conocimiento práctico en el desarrollo de proyecto de ingeniería e investigación.

La presente investigación está conformada en cinco **capítulos**, que son: Introducción, revisión de la literatura, metodología, resultados y conclusiones. El capítulo I, trata acerca de la introducción de la investigación. El capítulo II, trata acerca de la revisión de la literatura, en la cual se menciona los antecedentes y bases teóricas. El capítulo III, trata acerca de la metodología de la investigación, donde se describe el tipo, nivel y diseño de la investigación. El capítulo IV, trata acerca del resultado de la investigación. El capítulo V, trata acerca de las conclusiones.

II. Revisión de la literatura.

2.1. Antecedentes.

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

- a. **Bohórquez C, (2013)²** realizo la tesis de investigación: *Diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable para los barrios: Anita Lucía y Novilleros de la parroquia de Aloasí, Cantón Mejía – Ecuador*, (para optar el título Ingeniero Civil), en la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Politécnica Salesiana que fue sustentada en Quito – Ecuador. La investigación obtuvo lo siguiente:

Tuvo como **objetivo** general: Proveer de un correcto sistema de abastecimiento sobre agua potable para los pobladores de los dos poblados tanto de distrito de Anita y de Novilleros siguiendo los parámetros especificados y cumpliendo el tiempo de seis meses. (p. 45). Se llegó a las siguientes **conclusiones**: El caudal sobre el cual se trabajo fue el siguiente, para el distrito de Novilleros con un porcentaje mayor al 90 por ciento fue de 2,1 litros por segundo. Para el distrito de Anita con un porcentaje mayor al 90 por ciento se consiguió el 0,6 litros por segundo, con estos datos se procedió a realizar el diseño de abastecimiento; De acuerdo a los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio de las aguas se concluye que respetando las especificaciones de la NTE el agua es considerada bebible pero se requiere de un sistema de tratamiento por lo cual se procederá a realizar sus respectivas plantas de

tratamiento para cada distrito; El límite de vida sobre el cual se diseñaron los sistemas de abastecimiento a los dos distritos abarca entre los veinticinco años aproximadamente. (pp. 219,220). Las **recomendaciones** fueron: En el proceso de realización del trabajo en campo es recomendable usar refuerzos para los taludes de las zanjas debido a que con respecto a las características de la zona podría producir desmoronamiento de las paredes. No debe realizarse perforaciones si es que contiene inclinaciones que no estén entre los parámetros de 75 a 80 grados sobre la horizontal para evitar accidentes; Es necesario verificar después de haber equipado las tuberías que no presente daño alguno que pueda producir fugas de agua que ocasionaría afecciones al suelo y de más peligrosidad para las zonas dentro del inicio de las estructuras necesarias; Es por ello que antes de empezar a presentar como funcionales y darles uso a los sistemas se requiere hacer pruebas en todas las tuberías presentes; Se requiere proporcionar mantenimiento y cuidado de cada una de las partes que conforman los sistemas de los distritos para que pueda cumplir con la vida útil anteriormente mencionada. (pp. 223,224).

- b. **Clavijo Y, (2013)**³ realizó la tesis de investigación: *Evaluación de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Garzón – Huila, Colombia*, (Para optar el título de Ingeniera Civil), en la Facultad de estudios a distancia del programa de

Ingeniería Civil de la Universidad Militar Nueva Granada y que fue sustentada en Garzón – Huila. La investigación obtuvo lo siguiente:

Tuvo como **objetivo** general: Llegar a proveer de agua potable y de calidad que no presente daños a la salud cumpliendo los parámetros de peligro y objetivos planteados (p. 11). Se llegó a las siguientes **conclusiones**: La calidad presente en los estudios microbiológicos realizados demuestran que el agua no cumple las especificaciones, conteniendo en le agua cruda sustancias fecales, pero luego del periodo de cloración en el sistema tanto de reserva como de distribución se llegaron a eliminar dichos sustancias; Posterior a la inspección se encontró que la red de conducción presenta algunas localizaciones con daños que producen fugas, es recomendable que se ejecute la reparación para que no influya o afecte en el caudal que se distribuye a la población; Como conclusión final se ha determinado que las tareas del equipo de trabajo que ejerce en dicho sistema cumplen con lo necesario para poder abastecer los requerimientos de una distribución de agua las 24 horas del día, además que estos están correctamente capacitados para ejercer sus labores con plenitud y para resolver situaciones que carácter critico (p. 50).

2.1.2. Antecedentes Nacionales.

a. **Díaz T, Vargas C, (2015)⁴** realizó la tesis de investigación:

Diseño del sistema de agua potable de los caseríos de Chagualito y Llurayaco, distrito de Cochorco, provincia de Sánchez Carrión aplicando el método de seccionamiento, Perú, (Para optar el título de Ingeniero Civil), en la facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego que fue sustentada en Trujillo – Perú. La investigación obtuvo lo siguiente:

Tuvo como **objetivo** general: Ejecutar el proyecto de sistema de abastecimiento agua potable para los dos caseríos tomados como muestra siendo el primero de Chagualito y de Llurayaco con la aplicación de un método característico que es el de seccionamiento (p. 14). Se llegó a las siguientes **conclusiones**: Con el diseño planteado de los sistemas se calcula que se podrá satisfacer de las necesidades básicas de consumo de agua y ayudara a mejorar la calidad y nivel de vida de los pobladores, así como un mayor cuidado de su salud; Todos los parámetros concernientes a las redes de abastecimiento de aguas han sido verificados y comprobados por hojas de cálculo .excl. y el uso del programa de computadora EPANED; En el proceso de ejecución del diseño del sistema se efectuaron acciones para mitigar el impacto generado hacia el medio ambiente y creando pensamientos colectivos de concientización sobre la relevancia de este tema en los pobladores de los distritos tanto de Chagualito

como de Llurayaco. Las **recomendaciones** fueron: Para ejecutar el proyecto presentado se deben respetar cada uno de las partes que componen el sistema y lo que conlleva su ejecución para así poder cumplir con cada uno de los objetivos que nos planteamos con anterioridad; Es recomendable realizar un estudio bacteriológico del agua para poder determinar si esta es potable o no bebible por consiguiente elaborar una planta de tratamiento y sea admisible para el consumo de la población.

- b. **Jara F, Santos K, (2014)**⁵ realizó la tesis de investigación: Diseño de abastecimiento de agua potable y del diseño de alcantarillado de las localidades: El Calvario y Rincón de Pampa Grande del distrito de Curgos – La libertad, Perú, (para optar el título profesional de Ingeniero Civil), en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego que fue sustentada en Trujillo – Perú. La investigación obtuvo lo siguiente:
- Tuvo como **objetivo** general: Ejecutar el proyecto de suministro de agua potable y el proyecto de alcantarillado para los distritos tomados como muestra, el primero de ellos Rincón de Pampa Grande, seguido del de Curgos y del Calvario (p. 10). Se llegó a las siguientes **conclusiones**: A partir de las partes del sistema de saneamiento que se planea ejecutar se podrá subir el nivel de vida de los pobladores así como aumentar en sus actividades tanto en la economía como agricultura y comercio, de esta manera habremos aportado a los caseríos de Pampa grande como del

Calvario para avanzar hacia el desarrollo; Todos y cada uno de los parámetros necesarios para la elaboración del diseño del sistema de saneamiento han sido comprobados por el software electrónico denominado FONCODES que es usado en gran medida en nuestro país (p. 329). Las **recomendaciones** fueron: Las labores de cuidado y mantenimiento (limpieza e inspección) deben de ser ejecutadas por personal capacitado con el conocimiento adecuado de todas las actividades que conllevan las diferentes obras realizadas; Es necesario cumplir con cada uno de las especificaciones técnicas presentadas en el proyecto por los ejecutores de obra para una correcta y eficaz diseño de abastecimiento; Con el uso de programas de computación es posible acortar los procesos para el desarrollo del trabajo por lo que es recomendable utilizar tales software que son muy conocidos en el mercado a la vez se convierten en una herramienta de trabajo muy poderosa y útil unida a las habilidades de un ingeniero.

2.1.3. Antecedentes Locales.

- a. **Zanabria J, (2015)⁶** realizo la tesis de investigación: *Abastecimiento de agua potable y alcantarillado para el asentamiento humano san Agustín, departamento de Arequipa, Perú*, (optar el título profesional de Ingeniero Civil), en la Escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San

Agustín y sustentada en Arequipa – Perú. La investigación obtuvo lo siguiente:

Tuvo como **objetivo** central en la investigación fue: Aumentar el nivel y condición de vida de los pobladores que habitan tal asociación para poder prevenir futuras enfermedades a causa de una ausencia de los recursos básicos como el de saneamiento y alcantarillado, elaborando correctamente cada uno de las partes del sistema de agua potable y de alcantarillado para el AA.HH. San Agustín (p. 11). Se llegó a las siguientes **conclusiones**: Con la elaboración del sistema de agua potable tanto como de alcantarillado se plantea aumentar y corregir el nivel de vida en el cual se encuentran actualmente los pobladores y apoyarlos para seguir adelante en su desarrollo como asentamiento humano; Con la ejecución del proyecto presentado se lograra complacer los requerimientos básicos y necesidades de abastecimiento de agua potable tanto como de alcantarillado para el total de más de doscientas familias presentes en el asentamiento humano San Agustín; Posterior a la inspección del reservorio presente en el asentamiento humado San Agustín se logra determinar que este tiene la capacidad necesaria para abastecer en su totalidad a la población, de esta manera no es necesario proceder a cambiar el volumen (p. 155). Las **recomendaciones** fueron: La lotización por separado de las familias deben contar con un medidor controlado de agua para un correcto uso del servicio disponible

de agua potable que se plantea realizar; Es recomendable que se proyecte conjuntamente con la municipalidad a un nuevo diseño de un reservorio de igual capacidad como el presente el asentamiento humado San Agustín y de esta manera poder satisfacer las demandas de agua de futuras poblaciones a causa del crecimiento poblacional; Por comodidad y necesidad es recomendable que se ejecute antes del sistema de agua potable el de alcantarillado ya que podrían cruzarse y es mejor que estén sobre las líneas de desagüe del sistema; Las conexiones que llevaran a los domicilios de la localidad deben de estar elaboradas conforme al diseño de vivienda para que pueda ser aprovechable de manera más óptima (p. 156).

- b. **Doroteo R, (2014)**⁷ realizo la tesis de investigación: Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano “Los Pollitos” – Ica, Perú, (para optar el título profesional de Ingeniero Civil), en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas que fue sustentada en Lima – Perú. La investigación obtuvo lo siguiente:

Tuvo como **objetivo** general en la investigación fue: Elaborar el diseño del sistema de agua potable, de las conexiones de distribución que llevan a los domicilios por medio de las líneas de conducción, las redes de alcantarillado con el fin de mejorar los servicios básicos del asentamiento humano Los Pollitos lo cual

apoyara a reducir la cantidad de enfermedades originadas por saneamiento deficiente (p. 14). Se llegó a las siguientes **conclusiones**: Validando y respetando los parámetros de la Norma OS.050 la presión de característica estática en un punto cualquiera de la red de distribución no debe de exceder de 50 metros de agua, y revisando los datos obtenidos en el sistema se encuentra que si cumple la norma vigente; Validando y respetando los parámetros de la Norma OS.050 la presión de característica estática en un punto cualquiera de la red de distribución no debe de ser menor de 10 metros de agua, y revisando los datos obtenidos en el sistema se encuentra que si cumple la norma vigente; Validando y respetando los parámetros de la Norma OS.050 la velocidad de característica máxima en un punto cualquiera de la red de distribución no debe de ser mayor de 3,17 metros por segundo, y revisando los datos obtenidos en el sistema se encuentra que si cumple la norma vigente (p. 213). Las **recomendaciones** fueron: A nivel nacional en el Perú la demanda producida por los servicios de agua potable y red de alcantarillado siendo esta una necesidad básica no se encuentran complacida, puesto que solo a nivel de la nación es aproximadamente el 80 por ciento de la población cuenta con un sistema de agua potable mientras que el 60 por ciento aproximadamente cuenta con saneamiento es a partir de este dato que concluimos que el correcto sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado se

hace imprescindible para el desarrollo sostenible; El difundir y enseñar el correcto uso de programas o software de computación pueden ser de mucha utilidad el de desarrollo del proyecto ya que facilita la ejecución del diseño, reduce considerablemente el tiempo se permite hipotéticamente medir características necesarias para determinar las redes de agua eficientes y más económica para la población. Las aguas procedentes del sistema de alcantarillado en la ciudad de Ica son llevadas hacia pozas que son llamadas lagunas de oxidación sin llevar al proceso de tratamiento, recomendamos considerar la posibilidad de diseñar una planta de tratamiento para usar estas aguas para otras disposiciones como pueden ser de regadío u otras (pp. 214, 215).

2.2. Bases teóricas de la investigación.

2.2.1. El agua:

Según (Ministerio de salud, 1993, p.6)⁸ nos explica que el agua es un recurso líquido básico y elemental en la vida de todo ser humano se especifica que forma parte de entre el 59 hasta el 66 por ciento del peso total del cuerpo del ser humano, se usa en numerosas actividades diarias de la vida del hombre como el aseo, alimentos, agricultura, ganadería, y otros.

2.2.2. Tipos de fuentes de agua:

2.2.2.1. Fuentes subterráneas:

Según (Ordoñez J, 2011, p. 9)⁹ nos expone que las fuentes de aguas subterráneas son aquellas que existen por debajo de la tierra y el hombre puede acceder a ella por medio de túneles o excavaciones que se producen en la corteza terrestre, también a veces fluyen hacia el manto terrestre como son los denominados manantiales o por acción de la lluvia por filtración.

2.2.2.2. Fuentes superficiales:

Según (Ministerio de obras públicas, 2008, p. 6)¹⁰ explica que se denomina fuentes superficiales a aquellas masas de agua que tienen de origen las corrientes de agua, quebradas, lagunas, ríos, cascadas, cuyo sabor puede ser tanto dulce con contenido de sulfatos dependiendo del origen de este.

2.2.2.3. Fuentes atmosféricas - pluviales:

Según (Organización Panamericana de la Salud, 2004, p. 3)¹¹ explica que el agua de lluvia es aquella que se recolecta y se consume para uso a veces doméstico o de agricultura, se acostumbra interceptar en la parte del techo en donde por medio de depósitos se recolecta para posterior uso, se considera que este líquido es sumamente potable y fuera de impurezas de contaminación.

2.2.2.4. Fuentes sub-superficiales (manantiales, afloramientos):

Según (Berrocal J, 2009, p. 5)¹² explica que las aguas procedentes de fuente sub-superficiales son aquellas que por medio de la filtración aparecen en la superficie de la tierra a través de los conductos o túneles subterráneos que a causa de la topografía subterránea que ya sea por elevaciones estas se muestran en forma de afloramientos de masas de agua o manantiales.

a) Manantiales

Según (Ministerio de Salud¹³, Citado por Barahona A¹⁴) se deduce que los manantiales son denominados comúnmente como ojos de agua que filtran a la superficie de la tierra, estas aguas son consideradas más potables que las superficiales ya que están en estado natural de pureza, pero también se pueden contaminar dependiendo del lugar donde broten por eso debe ser controlado y monitoreado cada cierto tiempo.

2.2.3. Agua potable:

Según (Morales J, 2008)¹⁵ explica que se le denomina agua potable a aquella que es consumible sin tener el peligro de ser nocivo para la salud y esta no contenga ningunos microorganismos que en el futuro pueda provocar enfermedades o afecciones dañinas para la salud del ser vivo.

2.2.4. Captación.

Según (Ministerio de Salud, 1993, p. 21))¹⁶ explica que la captación consiste en recolectar y almacenar agua proveniente de diversas fuentes para su uso benéfico. El agua captada de una cuenca y conducida a estanques reservorios puede aumentar significativamente el suministro de ésta para el riego de huertos, bebederos de animales, la acuicultura y usos domésticos.

- a) Captación de manantial de ladera: **Según (Ministerio de Salud, 1993, p. 21)¹⁶** explica que son aquellas aguas que se aprovechan de fuentes procedentes del subterráneo que afloran en la parte de la elevación o pendiente de las montañas.
- b) Captación de manantial de fondo o talud: **Según (Ministerio de Salud, 1993, p. 22)¹⁶** explica que esta captación procede de fuente que se originan cuando superficie de agua es cortado por la parte del fondo de un valle que da origen a estos manantiales.

2.2.5. Sistema de abastecimiento de agua potable:

Según (Sánchez I, Vidal J, García M, 2009)¹⁷ explica que se define como sistema de abastecimiento de agua potable a aquel que conforma desde la cámara de captación, línea de conducción, reservorio de agua bruta, planta de tratamiento, reservorio de agua tratada, red de distribución, y finalmente suministro para los domicilios de una localidad o domicilios.

2.2.6. Sistemas convencionales de saneamiento:

2.2.6.1. *Sistema por gravedad sin tratamiento.*

Según (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2004)¹⁸ nos expone que son sistemas cuyas fuentes son aguas subterráneas o subálveas. Las primeras afloran a la superficie del terreno bajo la forma de manantiales, y las segundas son captadas por medio de galerías filtrantes. La particularidad de este tipo de sistema de abastecimiento radica en la captación, que para casos de manantiales puede ser de ladera o de fondo, y para galerías filtrantes por drenes sub superficiales.

2.2.6.2. *Sistema por gravedad con tratamiento.*

Según (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2004)¹⁸ nos expone que las fuentes de estos sistemas son aguas superficiales que discurren por canales, acequias, ríos, etc.; y por tanto requieren ser tratadas. Estos tipos de sistemas están equipados con plantas de tratamiento, diseñadas en función de la calidad física, química y bacteriológica del agua cruda y del caudal requerido.

2.2.6.3. *Sistema por bombeo sin tratamiento.*

Según (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2004)¹⁸ explica que son sistemas cuyas fuentes de aguas subterráneas o subálveas afloran o se encuentran por debajo de la cota mínima de abastecimiento

de la localidad a ser servida, demandando algún tipo de equipo electromecánico para impulsar el agua hasta el nivel donde pueda atender a la comunidad.

2.2.6.4. Sistema por bombeo con tratamiento.

Según (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2004)¹⁸ explica que son sistemas cuyas fuentes de agua son superficiales y están ubicadas por debajo del nivel de las localidades a ser atendidas, y que requieren de estaciones de bombeo para impulsar el agua hasta el nivel donde pueda atender a la comunidad, y de plantas de tratamiento, para el acondicionamiento de las aguas crudas para consumo humano.

2.2.7. Descripción de sistemas para abastecimiento de agua:

2.2.7.1. Tanque de Captación:

Según (Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales, 1994)¹⁹ explica que el tanque de captación o cámara de captación es una estructura hecha de cemento y otros elementos estructurales que recoge el agua procedente de la fuente de captación para almacenarla y evitar que pueda ser contaminada por el medio ambiente a su alrededor para posterior paso al reservorio de almacenamiento.

A.- Calculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda (L)

$$V = \quad * (2 H)^{1/2} \dots (0)$$

$$H_0 = 1.56 \left(\frac{V^2}{2g} \right) \dots (1)$$

$$H_f = H - h_0 \dots (2)$$

$$L = \frac{H_f}{0.30} \dots (3)$$

B.- Calculo del ancho de la pantalla (b)

$$= \frac{rm}{xV}$$

$$1 = \left[\frac{4}{\pi} \right]^{1/2}$$

$$N = \left(\frac{1}{2} \right)^2 + 1$$

$$= 2(6) + N * + 3 (N - 1)$$

C.- Calculo de altura de la cámara húmeda Ht

$$H = 1.56 * \frac{md^2}{2 \cdot 2^2}$$

$$Ht = + + H + +$$

D.- Calculo de dimensionamiento de la canastilla y tubería

de conducción

$$= \frac{\pi \cdot 2}{4}$$

$$t = 2 *$$

$$N^{\circ} = \frac{\hat{A}t}{\hat{A}}$$

$$50\% = 0,5 * i * * L$$

E.- Calculo de Rebose y limpieza

$$= \frac{3 - 4}{}$$

L

$$= \left(\frac{r m}{0,2785 * * 0,54} \right)^{0,38}$$

$$V = \frac{r}{\frac{i * ^2}{4}}$$

2.2.7.2. Línea de conducción:

Según (Fragoso L, Ruiz J, Juárez A, 2103)²⁰ explica que la línea de conducción es aquella que forma las tuberías que trasladan el agua captada en la cámara de captación de la fuente de abastecimiento y luego es llevada a un lugar en donde pueda ser almacenada y posteriormente distribuida.

$$= \frac{0.71x^{0.38}}{h^{0.21}}$$

$$V = 1.9735 \frac{1}{2}$$

$$\frac{2}{\gamma} = 1 - 2 - H$$

$$= 2.8639x^{2.71} x h^{0.57}$$

2.2.7.3. Reservorio de almacenamiento:

Según (Gonzales H, 1965)²¹ explica que los reservorios de almacenamiento son en donde es almacenada el agua ya sea bruta o tratada y este distribuye de manera que pueda satisfacer las demandas según las necesidades de la población.

=

$$x \quad t \quad i$$

$$V = x0.25$$

2.2.7.4. *Red de distribución:*

Según (Comisión Nacional del Agua, n.p)²² explica que la red de distribución es la agrupación de las tuberías que llevan el agua desde el almacenamiento hasta las tomas domiciliarias.

Componentes de una red

- a) Tubería: **Según (Comisión Nacional del Agua, n.p)**²² expone que se le llama así al conjunto formado por los tubos (conductos de sección circular) y su sistema de unión o ensamble. Para fines de análisis se denomina tubería al conducto comprendido entre dos secciones transversales del mismo.
- b) Piezas especiales: **Según (Comisión Nacional del Agua, n.p)**²² expone que se les llama cruceros a las piezas o conjuntos de accesorios especiales que, conectados a la tubería, forman deflexiones pronunciadas, cambios de diámetro, derivaciones y ramificaciones. También permiten el control del flujo cuando se colocan válvulas.
- c) Válvulas. **Según (Comisión Nacional del Agua, n.p)**²² explica que son accesorios que se utilizan para disminuir o evitar el flujo en la tubería. Pueden ser clasificadas de acuerdo con su función en dos categorías:

Aislamiento o seccionamiento. **Según (Comisión Nacional del Agua, n.p)**²² explica que son utilizadas

para separar o cortar el flujo del resto del sistema de abastecimiento en ciertos tramos de tubería, bombas y dispositivos de control con el fin de revisarlos o repararlos.

Control.: **Según (Comisión Nacional del Agua, n.p)**²² explica que usadas para regular el gasto o la presión, facilitar la entrada de aire o la salida de sedimentos aire atrapados en el sistema.

- d) Hidrantes. **Según (Comisión Nacional del Agua, n.p)**²² explica que se le llama así a una toma o conexión especial instalada en ciertos puntos de la red, con el propósito de abastecer de agua a varias familias (hidrante público) o conectar una manguera o una bomba destinados a proveer agua para combatir el fuego (hidrante contra incendio).

2.2.8. Parámetro de medición:

2.2.8.1. Diámetro de tuberías:

Según (Tecno Converting Engineering, 2016)²³ explica que el diámetro de las tuberías es aquella parte de la sección o corte que comprende el doble del radio del área transversal y con este se puede estudiar la manera del comportamiento o movimiento y sus características del agua como si esta tuviera una forma circular.

$$= \frac{0.71x^{0.38}}{h^{0.21}}$$

2.2.8.2. *Velocidad:*

Según (Asensio F, 1990)²⁴ explica que las velocidades sobre las que circula el agua dentro de las tuberías tienden a establecerse sobre valores mínimos y máximos dependiendo de las necesidades o longitud de la red de distribución hacia donde se distribuirá el agua.

$$V = 1.9735 \frac{H}{L}$$

2.2.8.3. *Presión.*

Según (Asensio F, 1990)²⁴ explica que la presión generada a causa del empuje del agua sobre la superficie interior o pared del tubo que la contiene se origina a causa de las fuerzas de las masas de agua.

$$\frac{2}{\gamma} = 1 - 2 - H$$

2.2.8.4. *Caudal:*

Según (Asensio F, 1990)²⁴ explica que el caudal es la cantidad de agua en distribución que fluye a través de una red de tuberías y es un factor que no se puede definir fácilmente a causa de las diferentes características que llevan.

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

III. Hipótesis.

No aplica

IV. Metodología.

4.1. Tipo de investigación.

La investigación que se realizó fue de tipo descriptivo, porque la investigación consistió en tomar datos, encontrar, describir, especificar y diseñar, lo que luego llevó a presentar un proyecto que servirá de base de antecedentes descriptivos para otras tesis y para la comunidad en cuestión.

4.2. Nivel de la Investigación.

Con respecto al tipo de investigación, según el grado de cuantificación el nivel de la presente Investigación es cualitativo.

4.3. Diseño de la Investigación.

El diseño de investigación es no experimental, porque se estudió y analizó las variables de manera teórica sin ejecutar en campo el proyecto; y también es de corte transversal, porque se consumó el análisis en el periodo de tiempo de abril 2017 – diciembre 2018.

El procedimiento a utilizar, para el desarrollo del proyecto de investigación fue:

Recopilación de información previa:

Búsqueda, ordenamiento, análisis y evaluación de los datos existentes que ayuden a cumplir con los objetivos de este proyecto.

Reconocimiento de campo y toma de datos:

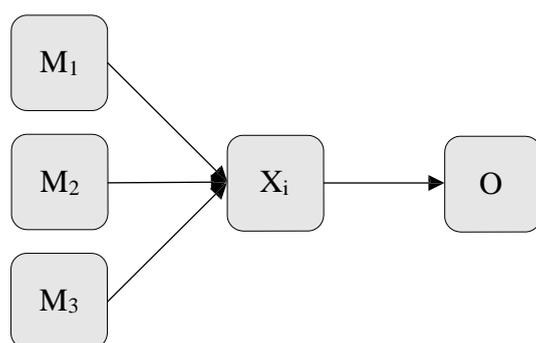
Visitar e identificar la comunidad (caserío), reconocer y seleccionar puquio más óptimo en la parte más alta del centro poblado para un sistema de distribución por gravedad del cual se aprovechará la fuente para el sistema de abastecimiento de agua potable para la elaboración del presente proyecto;

Registro fotográfico en vista panorámica de la fuente de abastecimiento, línea de conducción y la comunidad beneficiaria para identificar aspectos generales de su ubicación y topografía.

Reunión de información complementaria:

Recolección de información sobre nombre completo de la comunidad y ubicación política, recursos de abastecedor de materiales, fuentes de materiales locales y otra información sobre características particulares de la comunidad.

En tal sentido la investigación se realizó de manera visual y tomando el orden secuencial siguiente.



Descripción:

M₁: Representa la muestra que es el diseño de la cámara de captación.

M₂: Representa la muestra que es el diseño de la línea de conducción.

M₃: Representa la muestra que es el diseño del reservorio de almacenamiento.

X_i: Representa la variable independiente que es el sistema de agua potable.

O: Observación de los resultados.

4.4. El Universo y la Muestra.

4.4.1. Universo.

Para la presente investigación el universo está conformado el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito Independencia, provincia Huaraz, región Áncash - 2018.

4.4.2. Muestra.

La muestra de la investigación se identifica por la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento del sistema de abastecimiento.

4.5. Definición y operacionalización de las variables.

Cuadro 1. *Definición y operacionalización de las variables.*

Tipo de variable	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente	Sistema de abastecimiento de agua potable	Según (Sánchez I, Vidal J, García M, 2009) ¹⁷ explica que “Se define como sistema de abastecimiento de agua potable a aquel que conforma desde la cámara de captación, línea de conducción, reservorio de agua bruta, planta de tratamiento, reservorio de agua tratada, red de distribución, y finalmente suministro para los domicilios de una localidad o domicilios”.	Se procederá a ir a campo y realizar la encuesta de diagnóstico, para recolección de información y los estudios de agua, mecánica de suelos, levantamiento topográfico para posterior diseño de la cámara, línea de conducción y reservorio de almacenamiento.	Diagnostico	Encuesta de diagnostico Estudio de agua Estudio de mecánica de suelos Levantamiento Topográfico	Nominal
				Diseño	Diseño de la cámara de captación Diseño de la línea de conducción Diseño del reservorio de almacenamiento	Nominal

Nota. Fuente: Elaboración propia (2018)

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

4.6.1. Técnicas de recolección de datos.

Para la realización de la investigación se usó la técnica de observación de campo no experimental ya que se obtuvo información que fue analizada para poder obtener e identificar el nivel de beneficio que podrá traer a la comunidad, sin ser llevado a campo en la ejecución del proyecto al solo ser no experimental, para la recolección de información también se usó la técnica de la encuesta que da lugar a establecer contacto con las unidades de observación (población del caserío Yarush) por medio de los cuestionarios previamente establecidos de tal manera que, se obtuvo la información necesaria para la identificación, localización y descripción para posterior diseño de cada una de las partes que componen el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito Independencia, provincia Huaraz, región Áncash.

4.6.2. Instrumentos de recolección de datos.

Para la recolección de información se empleó el instrumento de cuestionarios destinados a recoger, procesar y analizar información sobre hechos estudiados pretendiendo alcanzar información mediante las respuestas de la población; y las escalas de actitudes para la validación y confiabilidad.

Se usaron protocolos de investigación dentro de los cuales tenemos: estudio de agua, estudio de suelos, estudio topográfico.

4.7. Plan de análisis.

Para el análisis de los datos recolectados en la inspección visual y técnicas de esta investigación de tipo descriptivo y de naturaleza cualitativa se recurrió a distintos protocolos como:

Estudio de agua, donde se tomó una muestra representativa de agua que posteriormente se trasladó a laboratorio para determinar sus propiedades con la intención que se determine si cumple las condiciones de salubridad, calidad y limpieza.

Estudio de suelos se procedió a realizar una calicata en campo de donde se extraerán muestras de cada capa del suelo a una altura determinada para identificar la naturaleza y propiedades del terreno, necesarios para definir el tipo y condiciones de cimentación para cada uno de los componentes estructurales necesarios para el proyecto.

Estudio topográfico se procedió a llevar el equipo topográfico en campo en donde se identificó los tramos de la línea de conducción con una franja de 20 metros, el levantamiento de la ubicación del reservorio y de la cámara de captación con curvas cada 1 metro según ministerio de construcción y saneamiento destinado a zonas rurales.

Las características correspondientes se usarán como premisas para contrastar el logro de objetivos, establecer las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

Las características y conclusiones resultantes del análisis fundamentarán cada parte de la propuesta de solución al problema que dio lugar al inicio de la investigación.

4.8. Matriz de consistencia.

Tabla 1. *Matriz de consistencia.*

Variable	Formulación del Problema	Objetivos	Justificación	Metodología	Población
<p>Variable Independiente: Sistema de abastecimiento de agua potable</p>	<p>¿En qué medida el diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento del sistema de agua potable del Caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito de independencia, provincia de Huaraz, región Áncash, año 2018; beneficiará a la solución al problema de abastecimiento deficiente de agua potable?</p>	<p>Objetivo General: Realizar el diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento del sistema de agua potable del caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito Independencia, provincia Huaraz, región Áncash, año 2018.</p> <hr/> <p>Objetivos específicos: Realizar el diseño de la cámara de Captación del sistema de agua potable del caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito Independencia, provincia Huaraz, región Áncash, año 2018.</p>	<p>Esta investigación se justificó por la necesidad de realizar el diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento del sistema de agua potable del Caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito de independencia, provincia de Huaraz, región Áncash; que permitirá dar una solución ante un abastecimiento deficiente de agua potable, que priva a la población de satisfacer sus necesidades más elementales, problemática que viene afectando a la población.</p>	<p>Tipo: La investigación que se Descriptivo</p> <hr/> <p>Nivel: El nivel de investigación es Cualitativo.</p>	<p>Universo: El Universo estuvo constituido por el Sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito Independencia, provincia Huaraz, región Áncash - 2018.</p> <hr/> <p>Muestra: Para el desarrollo de nuestra investigación se identifica por la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento del sistema de abastecimiento.</p>

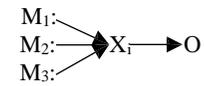
Tabla 2...*Continuación.*

Elaborar el diseño de la Línea de Conducción del Sistema de Agua Potable del caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito Independencia, provincia Huaraz, región Áncash, año 2018.

Desarrollar el diseño del Reservorio de almacenamiento del sistema de agua potable del caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito Independencia, provincia Huaraz, región Áncash, año 2018

Diseño:

La investigación que se realizó presenta el diseño no experimental y de corte transversal.



Donde:

M₁: Muestra que es el diseño de la cámara de captación.

M₂: Muestra que es el diseño de la línea de conducción.

M₃: Muestra que es el diseño del reservorio de almacenamiento.

Xⁱ: Variable independiente que es el sistema de agua potable.

O: Observación de los resultados.

Nota. Fuente: elaboración propia 2018

4.9. Principios éticos.

Todo profesional tiene deberes típicos la mayoría de ellos basados en su moral, al profesional se le exige cumplir con ellos y no originar o apoyar causas injustas, el acto honesto le ayudara en su desempeño y traerá confianza y estímulo que lo impulsara a ser mejor (Beneito J, n.p) ²⁵.

(Campos V, 2009) ²⁶ afirma que el código de ética del investigador concluye en:

Eficiente selección y manejo de fuentes de consulta.

Tener bien claros los objetivos de la investigación.

Observar claridad y transparencia en los datos recabados.

Observar estricta la confidencialidad de los resultados.

Profundizar a lo máximo el desarrollo del tema.

V. Resultados.

5.1. Resultados.

5.1.1. Diseño Hidráulico de la Cámara de captación.

Cuadro 2. Cálculos obtenidos de la Cámara de captación.

CÁMARA DE CAPTACIÓN									
Distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda (l)		Ancho de la pantalla (b)		Altura de la cámara húmeda ht		Dimensionamiento de la canastilla y tub. De conducción		Calculo de rebose y limpieza	
H (m)	0.50	Q _{rm} (m ³ /s)	0.0019 9	Q _{md} (m ³ /s)	0.0005	D _c (Plg)	1 1/2	C	150
g (m/s ²)	9.81	V (m/s)	0.60	A (cm)	10.00	AnchR (m)	0.005	Q _{max} (LPS)	1.99
C _d	0.80	A (m ²)	0.0041	B (cm)	3.81	LarR (m)	0.007	h _f (m/m)	0.015
V _{2t} (m/s)	2.51	DC (Plg)	3.00	D (cm)	5.00	L _g (cm)	25		
V ₂ (m/s)	0.60	Da (Plg)	1 1/2	E (cm)	30.00	3D _c (cm)	12		
V ₃ (m/s)	0.48	Na	5	A ₂ (m ²)	$\frac{0.0011}{4}$	6D _c (cm)	23		
h _o (m)	0.03			C (m)	0.015	D _g (Plg)	3		
H _f (m)	0.47					Ac (m ²)	0.00114		
						At (m ²)	0.00228		
						Alg (m ²)	0.00953		
						AR (m ²)	0.00004		
L (m)	1.60	b	1.20	H _t (m)	1.00	N°	66.00	Dr (Plg)	2 1/2

Nota. Fuente: elaboración propia 2018

5.1.2. Diseño hidráulico de línea de conducción.

Cuadro 3. Cálculos obtenidos de la línea de conducción.

LINEA DE CONDUCCION															
	CAUDAL		COTA TERRENO		Desnivel terreno m (6)	Pérdida de carga disponible hf (m/m) (7)	Diámetro (8)	Diámetro asumido	TIPO/ TUBERIA	Velocidad (9)	Pérdida de carga hf (m/m) (10)	Pérdida de Tramo Hf (m) (11)	COTA PIEZOMET.		Presión (m)
	(L.P.S) (2)	(M) (3)	INICIAL (msnm) (4)	FINAL (msnm) (5)									INICIAL (msnm) (12)	FINAL (msnm) (13)	
CAPTACION - CRP1	0.10387	600.84	3825.64	3770.87	54.77	0.0912	0.50	1	PVC 10	0.20	0.0028	1.68	3825.64	3823.96	53.09
CRP1 - CRP2	0.10387	760.07	3770.87	3712.43	58.44	0.0769	0.51	1	PVC 10	0.20	0.0028	2.13	3770.87	3768.74	56.31
CRP2 - CRP3	0.10387	1040.45	3712.43	3650.19	62.24	0.0598	0.54	1	PVC 10	0.20	0.0028	2.91	3712.43	3709.52	59.33
CRP3 - CRP4	0.10387	377.69	3650.19	3598.83	51.36	0.1360	0.46	1	PVC 10	0.20	0.0028	1.06	3650.19	3649.13	50.30
CRP4 - CRP5	0.10387	292.07	3598.83	3548.96	49.87	0.1707	0.44	1	PVC 10	0.20	0.0028	0.82	3598.83	3598.01	49.05
CRP5 - CRP6	0.10387	256.76	3548.96	3497.36	51.6	0.2010	0.42	1	PVC 10	0.20	0.0028	0.72	3548.96	3548.24	50.88
CRP8 - RESERV.	0.10387	208.4	3497.36	3464.6	32.76	0.1572	0.44	1	PVC 10	0.20	0.0028	0.58	3497.36	3496.78	32.18

Nota. Fuente: elaboración propia 2018

5.1.3. Diseño hidráulico de Reservorio de almacenamiento

Cuadro 4. *Cálculos obtenidos del Reservorio de almacenamiento*

RESERVORIO
Volumen de regulación
1.73 m ³
Volumen contra incendio
0.00 m ³
Volumen de reserva
0.575 m ³
Volumen Total
5.00 m ³

Nota. Fuente: elaboración propia 2018

5.2. Análisis de resultados.

Para el diseño de la cámara de captación según el Ministerio de vivienda construcción y saneamiento siguiendo sus parámetros cumple con las dimensiones mínimas en tubería y protección de la captación.

Para el diseño de la línea de conducción siguiendo el Manual de FONCODES Y FONDO PERU ALMENIA en el diseño de tuberías a presión para una conducción por gravedad sigue las presiones mínimas requeridas.

Para el diseño del reservorio de almacenamiento según los criterios del manual de Sedapal para reservorios apoyados, cumple con las demandas requeridas y el volumen necesario para abastecer al caserío.

VI. Conclusiones

Habiendo concluido satisfactoriamente con cada uno de los objetivos planteado en esta investigación se concluye que:

Para el diseño de la cámara de captación la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda es de 1.60 m, con un ancho de pantalla de 1.20 m, un total de 5 orificios con

un diámetro de 1 ½ pulgadas, la altura total de la cámara húmeda es 1.10 m, la tubería de rebose y limpieza se diseñó con 2 ½ pulgadas.

Para el diseño de la línea de conducción se tiene un total de 8 cámaras rompe presión, con presiones máximas de diseño de 70 mca, tubería de 1 pulgadas tipo PVC Clase 10.

Para el diseño del reservorio de almacenamiento un volumen de regulación de 1.48m³, el volumen contra incendios es de 0.00m³ ya que la población es menor a 10 000 habitantes, según recomendación del RNE, un volumen de reserva de 0.492 m³, y un volumen de emergencia de 3.024 m³, en total el reservorio obtuvo el volumen de 5.00m³ por estandarización.

Aspectos complementarios

RECOMENDACIONES

Se recomienda que para la cámara de captación tenga un cerco perimétrico que pueda proteger la estructura hidráulica, además de un canal de derivación en la parte superior en caso de lluvia y no se pueda contaminar el agua captado.

Antes de limpiar internamente la cámara de captación debemos cerrar la válvula de salida y quitar la red de distribución, dejar salir toda el agua, limpiar y enjuagar la cámara húmeda.

El filtro en la cámara de captación debe estar entre tres capas, la primera a 2", la segunda a 1" y por último la tercera entre $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ".

Para la línea de conducción la profundidad de enterramiento tiene que estar entre 1.00 m a 1.20 m de enterramiento sobre la clave del tubo, con una cama, antes de colocar la tubería esta debe estar sobre arena gruesa o material selecto denominada cama de apoyo entre 10 y 15 cm, no debe usarse tierra vegetal, y evitar que las piedras grandes estén cerca del borde de la zanja para que no caigan sobre la tubería y puedan dañarla, el relleno final puede ser material propio del lugar seleccionado.

Para el reservorio de almacenamiento al igual que la cámara de captación debe tener un cerco perimétrico, y la caseta de válvulas debe estar debidamente protegida con una tapa sanitaria.

Para la limpieza del reservorio se tiene que cerrar la válvula de By pass y la de entrada que abastece de agua del reservorio a la línea de conducción, y antes de empezar el corte se debe avisar previamente a los usuarios de agua potable de este acto, se cierra la válvula de salida y luego se abre la válvula de desagüe.

Referencias bibliográficas

- (1). Destefano Molero, J. (2008). *Diseño preliminar de una planta de tratamiento de agua para el consumo humano en los distritos de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera de la Reyna, provincia de Andahuaylas, Región Apurímac* (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil) [Versión Pdf Reader]. Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/123456789/977/1/DESTEFANO_MOLERO_JAVIER_PLANTA_TRATAMIENTO_AGUA_APURIMAC.pdf.
- (2). Bohórquez Barba, C. (2103). *Diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable para los barrios: Anita Lucía y Novilleros de la parroquia de Aloasí, Cantón Mejía. (Proyecto previo a la obtención del título de ingeniero civil)* [Versión Pdf Reader]. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4168/1/UPS-ST000943.pdf>
- (3). Clavijo Angarita, Y. (2013). *Evaluación de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Garzón – Huila. (Proyecto para optar el grado de Ingeniera Civil)*. [versión Pdf Reader]. Universidad Militar Nueva Granada. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/11706/1/Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20planta%20de%20tratamiento%20de%20agua%20potable%20del%20municipio%20de%20Garz%C3%B3n%20-%20Huila.pdf>
- (4). Díaz Malpartida, T. Vargas Pastor, C. (2105). *Diseño del sistema de agua potable de los caseríos de Chagualito y Llurayaco, distrito de Cochorco, provincia de Sánchez Carrión aplicando el método de seccionamiento. (para optar el título de Ingeniero Civil)*. [Versión Pdf Reader]. Universidad Privada Antenor Orrego, Perú. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2035/1/RE_ING.CIVIL_TITULO.DIAZ_CRISTHIAN.VARGAS_DISE%C3%91O%20DEL.SISTEMA.DE_AGUA.POTABLE_DATOS_T046_47823737T.PDF

- (5). Jara Sagardia, F. Santos Mundaca, K. (2014). *Diseño de abastecimiento de agua potable y del diseño de alcantarillado de las localidades: El Calvario y Rincón de Pampa Grande del distrito de Curgos – La libertad. (para optar el título profesional de Ingeniero Civil)*. [Versión Pdf Reader]. Universidad Privada Antenor Orrego, Perú. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/689/1/JARA_FRANCESCA_DISE%C3%91O_AGUA%20POTABLE_ALCANTARILLADO.pdf
- (6). Zanabria Motta, J. (2015). *Abastecimiento de agua potable y alcantarillado para el asentamiento humano San Agustín (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil)*. [Versión Pdf Reader]. Universidad Nacional de San Agustín, Perú. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/121/B2-C-1670-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- (7). Doroteo, R. (2014). *Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano “Los Pollitos” – Ica, usando los programas watercad y sewerCAD (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil)* [Versión Pdf Reader]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/581935/1/DORO_TEO_CF.pdf
- (8). Atención Primaria y Saneamiento Básico (APRISABAC). (1993-1997). *Manual de Procedimientos Técnicos en Saneamiento*. [Versión Pdf Reader]. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de <http://www.minsa.gob.pe/publicaciones/aprisabac/44.pdf>
- (9). Ordoñez Gálvez, J. Sociedad Geográfica de Lima (2011). *Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico. Wobal Water Partnership South America, 1era ed.* [Versión Pdf Reader]. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de http://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/aguas_subterranas.pdf

- (10). Ministerio de obras públicas. (2008). Agua potable – Fuentes de abastecimiento y obras de captación – Parte 1: Terminología, clasificación y requisitos generales. *Diario de Superintendencia de Servicios Sanitarios*. [Versión Pdf Reader]. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de http://www.siss.gob.cl/577/articles-6083_recurso_1.pdf
- (11). Organización Panamericana de la salud (OPS). (2004). Guía de diseño para captación del agua de lluvia. *Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud ambiental BVSDE*. [Versión Pdf Reader]. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/cd47/lluvia.pdf>
- (12). Berrocal Mayhua, J. (n.p). Fuente de Abastecimiento Trabajo Ppt. [Versión Pdf Reader]. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/349542610/Fuente-de-Abastecimiento-Trabajo-Ppt>
- (13). Ministerio de Salud. (2001). Manual de mantenimiento y operaciones de acueductos. Fascículo 3. Proyecto de Salud Rural MINSA / Banco Mundial. 50 p.
- (14). Barahona Martínez, A. (2010). Mecanismos e instrumentos para el monitoreo de la calidad del agua. *Laboratorio de análisis de Suelos y Agua*. [Versión Pdf Reader]. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de http://lasa.ciga.unam.mx/monitoreo/images/biblioteca/29%20mecanismos_monitoreo_calidad_agua.pdf
- (15). Morales, J. (2013). El Agua Potable. *Organización Nacional de Salvamento y Seguridad Marítima de los espacios Acuáticos ONG*. [Versión Pdf Reader]. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de <http://www.onsa.org.ve/comunidad/forum/viewtopic.php?f=119&t=2745>
- (16). International Center For Aquaculture. (n.p). *Introducción a la captación del agua*. [Versión Pdf Reader]. *Acuicultura y aprovechamiento del agua para el desarrollo rural*[Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de <http://www.auburn.edu/~clinedj/Spanish%20Publications%20Website/publications/Spanish%20WHAP/GT3%20Water%20Harvesting.pdf>

- (17). Sánchez Machado, I. Vidal Cárdenas, J. Garcia Bello, M. (2009). Proyectos de abasto de agua potable y sus implicaciones para ser evaluados. *Eumed.net. Contribución a las ciencias sociales CCCSS*. Universidad de Malaga. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de <http://www.eumed.net/rev/cccss/05/mcb.htm>
- (18). Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2004). *Criterios para la selección de opciones técnicas y niveles de servicio en sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento en zonas rurales*. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/4_Criterios_seleccin_opciones_y_niveles_de_Servic_%20sistemas_de_agua_y_saneam_zonas_rurales.pdf
- (19). Nimatui, O. Sánchez, V. Quiñonez, M. (1994). El sistema de agua potable y sus componentes [Versión Pdf Reader]. Unidad Ejecutara del Programa de Acueductos Rurales UNEPAR. *Water and Sanitation Centre*. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de <https://www.ircwash.org/sites/default/files/204.1-94MO-14-12557.pdf>
- (20). Fragoso Sandoval, L. Ruiz Zurvia-Flores, J. Juárez León, A. *Sistema para control y gestión de redes de agua potable de dos localidades de México, vol. 3*. Instituto Politécnico Nacional, México D.F. [Versión Pdf Reader]. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v34n1/riha09113.pdf>
- (21). Gonzales Santos, H. (1965). *Curso intensivo sobre abastecimiento y distribución de agua - Almacenamiento y Regularización* [Versión Pdf Reader]. Universidad Nacional de Nuevo León, México. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de <http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020082534/1020082534.PDF>
- (22). Comisión Nacional Del Agua (CONAGUA). (n.p) Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento - Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable [Versión Pdf Reader]. *Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento A.C. (ANEAS), México*. [Internet][Consultado 2017 Julio 06].

Recuperado de <http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-libro12.pdf>

- (23). Tecno Converting Engineering (n.p). *¿Qué son el diámetro y el radio hidráulicos?* [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de <http://www.tecnoconverting.com/que-son-el-diametro-y-el-radio-hidraulicos/>
- (24). Asensio Cerver, F. (1990). *Biblioteca Atrium de las instalaciones: Agua. Fontanería [Versión Pdf Reader]*. Oceano-Centrum. Vol. 3. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de <http://cidta.usal.es/residuales/libros/logo/pdf/hidraulica.pdf>
- (25). Benito, J. (n.p). *Ética en la Profesión: La conexión ética*. Universidad Pontificia Comillas, Madrid España.
- (26). Campos Martínez, V. (2009). *Código de Ética del Investigador*. [Internet] [Consultado 2017 Julio 06]. Recuperado de <http://prospeedu.blogspot.com/2009/05/codigo-de-etica-del-investigador.html>

Anexos

ANEXOS

ANEXO 01: INSTRUMENTOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 1. *Matriz de consistencia.*

Variable	Formulación del Problema	Objetivos	Justificación	Metodología	Población
<p>Variable Independiente: Sistema de abastecimiento de agua potable</p>	<p>¿En qué medida el diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento del sistema de agua potable del Caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito de independencia, provincia de Huaraz, región Áncash, año 2018; beneficiará a la solución al problema de abastecimiento deficiente de agua potable?</p>	<p>Objetivo General: Realizar el diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento del sistema de agua potable del caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito Independencia, provincia Huaraz, región Áncash, año 2018.</p> <hr/> <p>Objetivos específicos: Realizar el diseño de la cámara de Captación del sistema de agua potable del caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito Independencia, provincia Huaraz, región Áncash, año 2018.</p>	<p>Esta investigación se justificó por la necesidad de realizar el diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento del sistema de agua potable del Caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito de independencia, provincia de Huaraz, región Áncash; que permitirá dar una solución ante un abastecimiento deficiente de agua potable, que priva a la población de satisfacer sus necesidades más elementales, problemática que viene afectando a la población.</p>	<p>Tipo: La investigación que se Descriptivo</p> <hr/> <p>Nivel: El nivel de investigación es Cualitativo.</p>	<p>Universo: El Universo estuvo constituido por el Sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito Independencia, provincia Huaraz, región Áncash - 2018.</p> <hr/> <p>Muestra: Para el desarrollo de nuestra investigación se identifica por la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento del sistema de abastecimiento.</p>

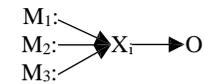
Tabla 1...*Continuación.*

Elaborar el diseño de la Línea de Conducción del Sistema de Agua Potable del caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito Independencia, provincia Huaraz, región Áncash, año 2018.

Desarrollar el diseño del Reservorio de almacenamiento del sistema de agua potable del caserío Yarush, centro poblado Llupa, distrito Independencia, provincia Huaraz, región Áncash, año 2018.

Diseño:

La investigación que se realizó presenta el diseño no experimental y de corte transversal.



Donde:

M₁: Muestra que es el diseño de la cámara de captación.

M₂: Muestra que es el diseño de la línea de conducción.

M₃: Muestra que es el diseño del reservorio de almacenamiento.

Xⁱ: Variable independiente que es el sistema de agua potable.

O: Observación de los resultados.

Nota. Fuente: elaboración propia 2018

VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS

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

FORMATO N° 02

**ENCUESTA SOBRE COMPORTAMIENTO FAMILIAR
(PARA FAMILIAS)**

Aspectos Generales

Provincia: Distrito:.....
 Caserío:
 Nombres y apellidos de la madre de familia:
 Nombres y apellidos del jefe de familia:
 Número de integrantes de la familia:

Abastecimiento y manejo del agua

60. ¿De dónde consigue normalmente el agua para consumo de la familia? (marcar sólo una opción)

- | | |
|---|---|
| - De manantial o puquio... <input type="checkbox"/> | - Conexión o grifo domiciliario... <input type="checkbox"/> |
| - De río..... <input type="checkbox"/> | - Pileta Pública..... <input type="checkbox"/> |
| - De pozo..... <input type="checkbox"/> | - Otro <input type="checkbox"/> |

61. ¿Quién o quiénes traen el agua?

- | | | |
|--|---|--|
| - La madre..... <input type="checkbox"/> | - Madre y padre..... <input type="checkbox"/> | - Las niñas <input type="checkbox"/> |
| - El padre..... <input type="checkbox"/> | - Madre e hijos..... <input type="checkbox"/> | - Los niños..... <input type="checkbox"/> |

62. ¿Aproximadamente qué tiempo debe recorrer para traer agua para consumo familiar a su vivienda?

- | | |
|---|--|
| - Menor a 30 minutos <input type="checkbox"/> | - De 1 a 2 horas..... <input type="checkbox"/> |
| - Entre 30 y 60 minutos <input type="checkbox"/> | - Mayor a 2 horas.... <input type="checkbox"/> |

63. ¿Cuántos litros de agua consume la familia por día?

- | | |
|--|--|
| - Menor o igual a 20 lts..... <input type="checkbox"/> | - De 81 a 120 lts <input type="checkbox"/> |
| - De 21 a 40 lts..... <input type="checkbox"/> | - Mayor a 120 lts <input type="checkbox"/> |
| - De 41 a 80 lts..... <input type="checkbox"/> | |

64. ¿Almacena o guarda agua en la casa? SI..... NO.....

65. ¿En qué tipo de depósitos almacena el agua?

- | | | |
|--|---|---------------------------------------|
| - Tinajas o vasijas de barro..... <input type="checkbox"/> | - Galoneras..... <input type="checkbox"/> | - Pozo..... <input type="checkbox"/> |
| - Baldes..... <input type="checkbox"/> | - Cilindro..... <input type="checkbox"/> | - Otro <input type="checkbox"/> |

GONZALO EDUARDO FRANCE CERNA
 INGENIERO CIVIL
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 1344
 REGISTRO DE CONSULTOR N° 0 5612

Leticia De la Cruz Calderón Arteaga
 ING. CIVIL C.I.P. 46642

¿Puede mostrármelos? (observación)

LIMPIOS SUCIOS

66. ¿Los depósitos se encuentran protegidos con tapa? (observación)

SI NO

67. ¿Cada qué tiempo lava los depósitos donde guarda el agua?

- Todos los días - Una vez a la semana - Al mes
- Interdiario - Cada quince días - Otro

68. ¿Cómo consume el agua para tomar?

- Directo del depósito donde almacena - Hervida
- Directo del grifo (agua sin clorar) - La cura o desinfecta antes de tomar...
- Directo del grifo (agua clorada por la JASS) .. - Otro

69. Anotar el dato de lectura de cloro residual

- Menor a 5 mg/lit
- Entre 5 y 8 mg/lit
- Mayor a 8 mg/lit

NOTA: Si no se dispone de reactivo y comparador de cloro en ese momento, anotar el dato de la evaluación del estado de la infraestructura, ya que también tomará el dato de cloro residual

Disposición de excretas, basuras y aguas grises

70. ¿Dónde hacen normalmente sus necesidades?

- Campo abierto - Acequia - Baños con desagüe
- Hueco (letrina de gato) - Letrina - Otros

71. Si tiene letrina preguntar: ¿Qué echa al hueco de la letrina para evitar el mal olor?

- Cal - Kerosene - Otros
- Ceniza - Estiércol de caballo o burro

72. ¿Me podría enseñar su letrina? (De lo observado anote)

72a) Tiene paredes, techo, puerta, losa, tapa, tubo (todos) SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	72c) Eliminan heces y papeles en el hoyo SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
72b) La letrina tiene mal olor SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	72d) Condición de la letrina: Letrina completa, sin mal olor y limpia SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

73. ¿Dónde eliminan la basura de la casa?

- Chacra - La quema
- Microrelleno sanitario - Alrededor de la casa
- Acequia o río - Otros

74. ¿Dónde eliminan el agua usada de la cocina, lavado de ropa, servicios, etc.?

- Chacra
- Alrededor de la casa
- Acequia o río
- Pozo de drenaje
- Otro

Aspectos de salud

75. ¿Tiene niños menores de cinco años?

- SI NO Cuántos?

76. ¿En los últimos quince (15) días, alguno de estos niños ha tenido diarrea?

- SI NO Cuántos niños?

Recuerde que el Programa Nacional de Enfermedad Diarreica y Cólera considera que una persona tiene diarrea cuando presenta deposiciones líquidas o semilíquidas en número de 3 o más en 24 horas. Puede tener varios días de duración.

77. Se lava las manos con: jabón, ceniza o detergente?

- SI NO

78. ¿En qué momentos usted se lava las manos?

- Antes de comer
- Antes de preparar los alimentos
- Después de usar la letrina
- En todas las anteriores
- Ninguna de las anteriores

79. ¿En qué momentos sus niños se lavan las manos?

- | | Niño 1 | Niño 2 | Niño 3 |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| - Antes de comer | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Después de usar la letrina | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - En todas las anteriores | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - Ninguna de las anteriores..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

80. ¿Estado de higiene (observación)?

- | | Limpia | Descuidada |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| - De la madre..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - De los niños <5 años..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| - De la vivienda..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

(Agradecer gentilmente por su colaboración)

Fecha: / /

Nombre del encuestador.....

GONZALEZ EDUARDO FRANCE CERNA
INGENIERO CIVIL
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 7352
REGISTRO DE CONSULTOR N° C-5842

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

FORMATO N° 06

**ENCUESTA PARA CASERÍOS QUE NO CUENTAN
CON SISTEMA DE AGUA POTABLE**

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

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

11. ¿Qué servicios públicos tiene el caserío? Marque con una X
- > Establecimiento de Salud SI NO
 - > Centro Educativo SI NO
 - Inicial Primaria Secundaria
 - > Energía Eléctrica SI NO
12. ¿Cuenta con fuentes de agua identificadas el caserío? SI NO
13. ¿Cuántas fuentes de agua tiene? []
14. Descripción de las fuentes de agua:

Fuentes	Nombre del dueño	Caudal (lt /seg.)	Nombre del manantial	Voluntad para donar el manantial		
				SI	NO	Por conversar
Fuente 1						
Fuente 2						
Fuente 3						
Fuente 4						

15. ¿Tiene algún proyecto para agua potable?
- NO
 - SI en Gestión
 - SI en formulación
 - SI en Ejecución

Nombre del encuestado:

Fecha: / / Nombre del encuestador:

GONZALO EDUARDO FRANCE CERNA
INGENIERO CIVIL
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 7352
REGISTRO DE CONSULTOR N° C-5692

Loli Deiss Calderón Arteaga
ING. CIVIL C.I.P. 46642

FICHA TÉCNICA Nº 01

TESIS DE INVESTIGACIÓN

F.T. 001

Version: 1993

FICHA TÉCNICA CÁMARA DE CAPTACIÓN



"UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE"

Preparado por: Benites Salcedo Carlos

Fecha: Julio de 2018

Nombre del proyecto:

DISEÑO DE LA CAMARA DE CAPTACION, LINEA DE CONDUCCION Y RESERVIORIO DE ALMACENAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERIO YARUSH, CENTRO POBLADO LLUPA, DISTRITO INDEPENDENCIA, PROVINCIA HUARAZ, REGION ANCASH - 2018.

Docente tutor:

1.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA

Region:	Ancash	Centro Poblado:	Llupa
Povincia:	Santa	Casero:	Yarush
Distrito:	Independencia	Año:	2018

CUADRO PARA CALCULO HIDRAULICO DE CÁMARA DE CAPTACIÓN PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES

Ficha técnica: 01

Resumen del cálculo hidráulico de Cámara de captación

DISNTACIA ENTRE EL AFLORAMIENTO Y LA CAMARA HUMEDA (L)	ANCHO DE LA PANTALLA (b)	ALTURA DE LA CAMARA HUMEDA Ht	Dimensionamiento de la camastilla y tub. De conducción	Calculo de reboso y limpieza
H	Q _{rm}	Q _{md}	D _c	C
g	V	A	AnchR	Q _{max}
Cd	A	B	LarR	hf
V2t	DC	D	Lg	
V2	Da	E	3Dc	
V3	Na	A2	6Dc	
ho		C	Dg	
Hf			Ac	
			At	
			Alg	
			AR	
L	b	Ht	Nº	DR

Leyenda	
H	Altura entre el afloramiento y el orificio
g	Aceleración de la gravedad
V2t	Velocidad de paso teorica en la entrada
V2	Velocidad de paso asumida
ho	Carga necesaria sobre el orificio de entrada
Hf	Pérdida de carga
L	Distancia entre el afloramiento y la cámara
Leyenda	
Q _{rm}	Caudal maximo de la fuente esp
Cd	Coefficiente de descarga
A	Area del orificio de pantalla
D _c	Diámetro calculado para los orificios
Da	Diámetro asumido para los orificios
NA	Número de orificios
b	Ancho de la pantalla
Leyenda	
A	Altura minima que permita la salida
B	Medad del diámetro de la camastilla
D	Desnivel minimo entre el nivel de ingreso y el nivel de salida
E	Borde libre
A2	Area del D2 asumido en m2
C	Altura del agua o carga requerida
Ht	Altura de la cámara humeda
Leyenda	
D _c	Diámetro de la tubería de salida a la cámara
AnchR	Ancho de la ramura
LarR	Largo de la ramura
Lg	Longitud de la camastilla asumido
Dg	Diámetro de granada o camastilla
Ac	Area de la sección transversal de la cámara
At	Area total de las ramuras
AR	Area de la ramura
Nº	Numero de ramuras
Alg	Area lateral de granada

FICHA TÉCNICA Nº 03

	<h3>FICHA TÉCNICA RESERVOIRIO DE ALMACENAMIENTO</h3>	TESIS DE INVESTIGACIÓN
"UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE"		F.T. 003
Preparado por: Benites Salcedo Carlos	Fecha: Julio de 2018	Version: 1993

Nombre del proyecto:

DISEÑO DE LA CAMARA DE CAPTACION, LINEA DE CONDUCCION Y RESERVOIRIO DE ALMACENAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERIO YARUSH, CENTRO POBLADO LLUPA, DISTRITO INDEPENDENCIA, PROVINCIA HUARAZ, REGION ANCASH - 2018.

Docente tutor:

1.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA

Region:	Ancash	Centro Poblado:	Llupa
Povincia:	Santa	Caserio:	Yarush
Districto:	Independencia	Año:	2018

CUADRO PARA CALCULO HIDRAULICO DE LINEA DE CONDUCCION PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES

Ficha técnica: 02

Resumen del cálculo hidráulico de Reservoirio de almacenamiento

QMD:

QD:

VOLUMEN TOTAL DE ALMACENAMIENTO	CRITERIOS
VOLUMEN DE REGULACION	RNE
VOLUMEN CONTRA INCENDIO	RNE
VOLUMEN DE RESERVA	
VOLUMEN DE EMERGENCIA	SEDAPAL

Tabulación de Encuesta socioeconómica

Tabla 2. ¿De dónde consigue normalmente el agua para consumo de la familia?

Cuestionario sobre comportamiento familiar		
ITEMS	CRITERIOS	%
1	¿De dónde consigue normalmente el agua para consumo de la familia?	
De manantial o puquio	29	63%
De río	5	11%
De pozo	0	0%
Conexión o grifo domiciliario	0	0%
Pileta Pública	4	9%
Otro	8	17%
TOTAL	46	100%

Nota. Fuente: Encuesta socioeconómica aplicada a los pobladores del Caserío Yarush - 2018

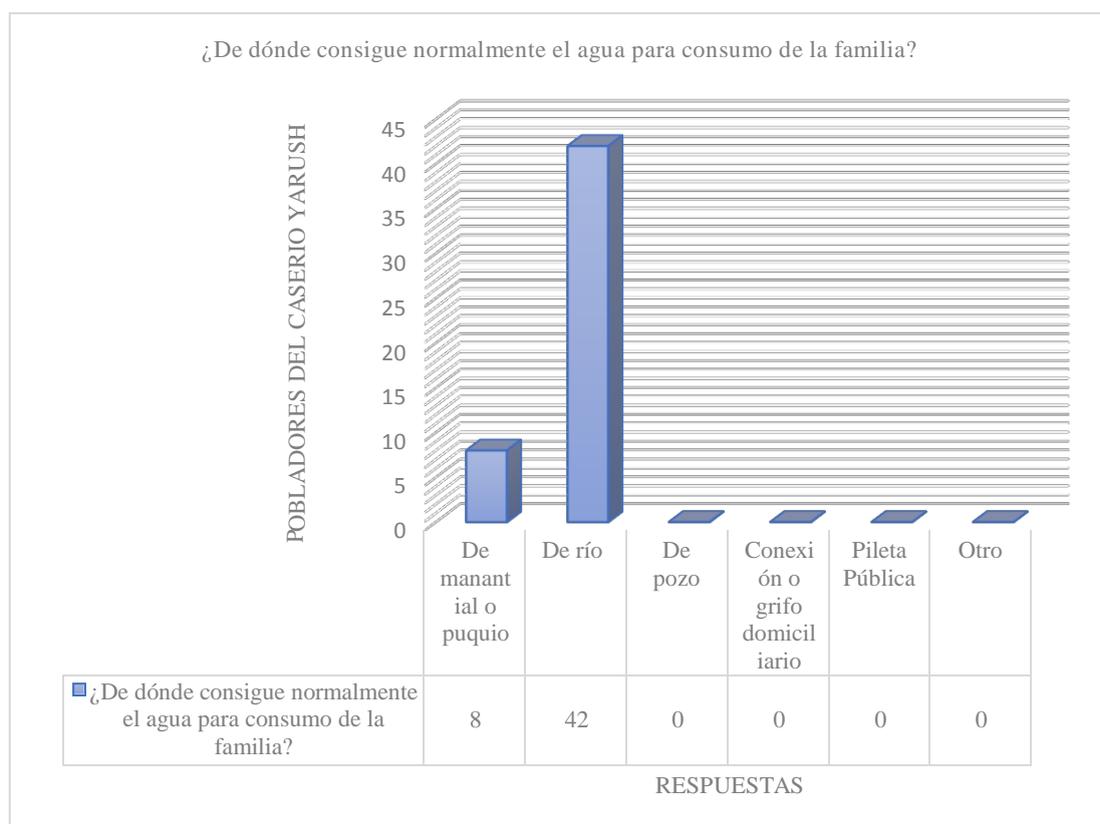


Figura 1. Gráfico 01 ¿De dónde consigue normalmente el agua para consumo de la familia?

Interpretación: Según la Tabla 2 y la Figura 1, se muestra que el 63% de las familias consigue normalmente el agua para consumo de un manantial o puquio, mientras que el 11% lo hace del río.

Tabla 3. *¿Quién o quiénes traen el agua?*

Cuestionario sobre comportamiento familiar		
ITEMS	CRITERIOS	%
2	¿Quién o quiénes traen el agua?	
La madre	8	16%
El padre	24	48%
Madre y padre	10	20%
Madre e hijos	0	0%
Las niñas	0	0%
Los niños	8	16%
TOTAL	50	100%

Nota. Fuente: Encuesta socioeconómica aplicada a los pobladores del Caserío Yarush - 2018

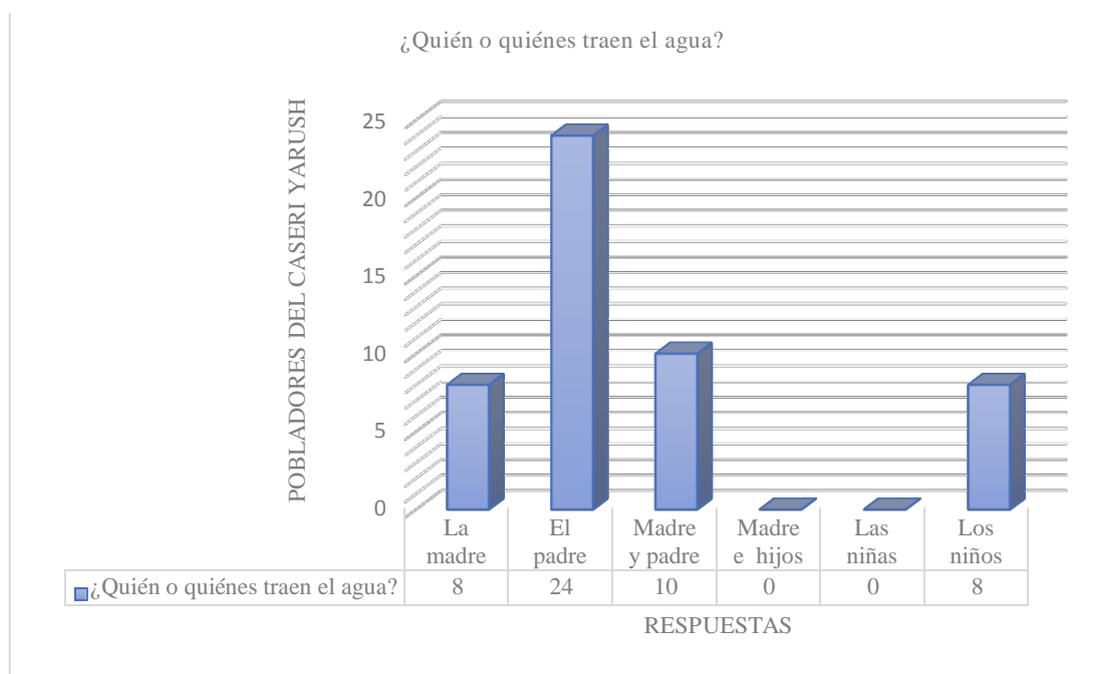


Figura 2. Gráfico 02 *¿Quién o quiénes traen el agua?*

Según la Tabla 3 y Figura 2 el 48% de las familias respondieron a que el padre del hogar es quien trae el agua a la vivienda, mientras que en un 16% respondieron que es la madre y para un 20% fueron ambos ,mientras que con un 16% su respuesta fue de los hijos.

Tabla 4. *¿Aproximadamente qué tiempo debe recorrer para traer agua para consumo familiar a su vivienda?*

Cuestionario sobre comportamiento familiar		
ITEMS	CRITERIOS	%
3	¿Aproximadamente qué tiempo debe recorrer para traer agua para consumo familiar a su vivienda?	
Menor a 30 minutos	12	24%
Entre 30 y 60 minutos	38	76%
De 1 a 2 horas	0	0%
Mayor a 2 horas	0	0%
TOTAL	50	100%

Nota. Fuente: Encuesta socioeconómica aplicada a los pobladores del Caserío Yarush - 2018

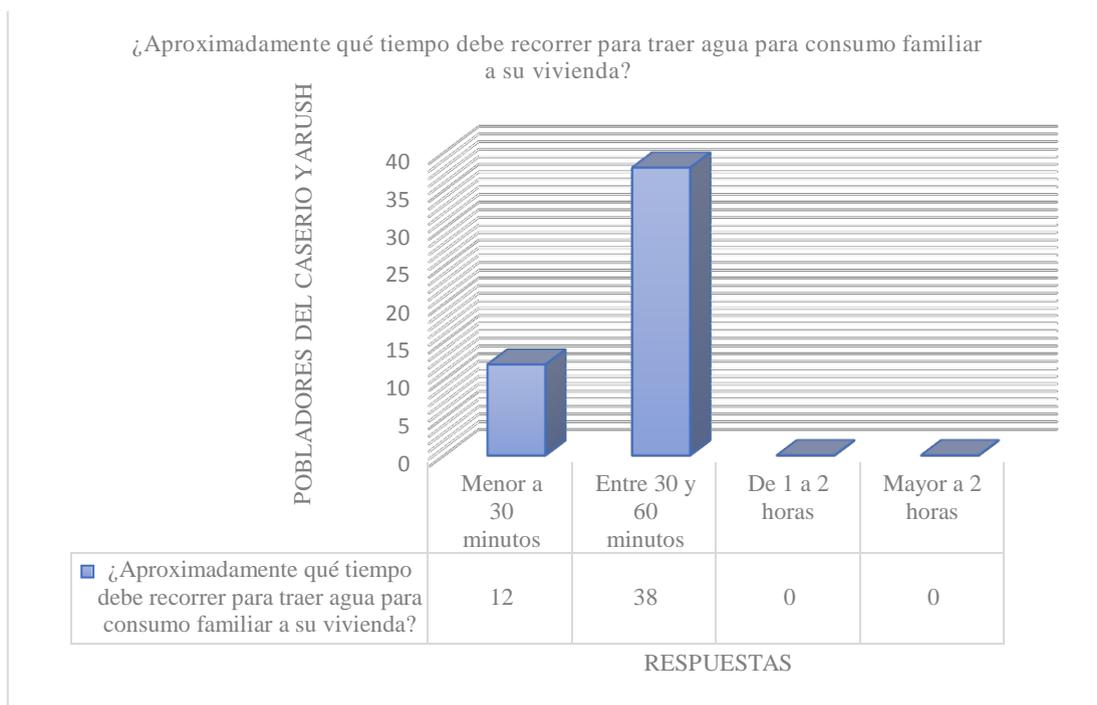


Figura 3. Gráfico 03 ¿Aproximadamente qué tiempo debe recorrer para traer agua para consumo familiar a su vivienda?

Según la Tabla 4 y Figura 3, se demuestra que el 76% de las familias encuestadas aproximadamente demoran de entre 30 y 60 minutos en recorrer para traer el agua para consumo en su vivienda, mientras que un 24% con un tiempo menor a 30 minutos.

Tabla 5. ¿Cuántos litros de agua consume la familia por día?

Cuestionario sobre comportamiento familiar		
ITEMS	CRITERIOS	%
4	¿Cuántos litros de agua consume la familia por día?	
	Menor o igual a 20 lts	5 10%
	De 21 a 40 lts	27 54%
	De 41 a 80 lts	18 36%
	De 81 a 120 lts	0 0%
	Mayor a 120 lts	0 0%
	TOTAL	50 100%

Nota. Fuente: Encuesta socioeconómica aplicada a los pobladores del Caserío Yarush - 2018

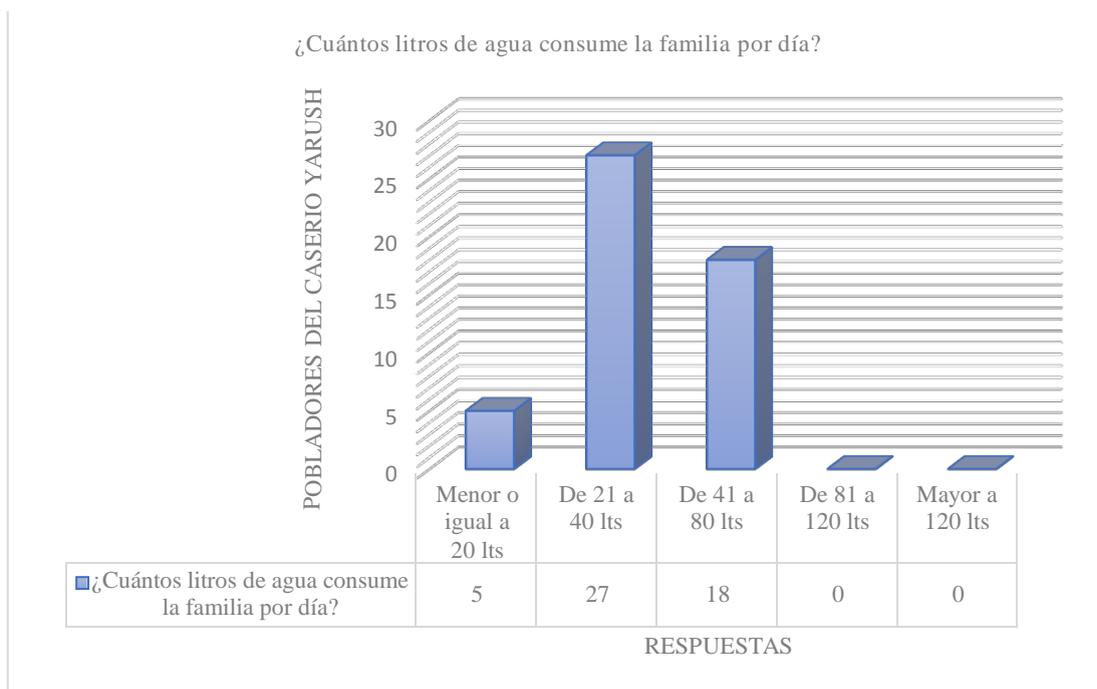


Figura 4. Gráfico 04 ¿Cuántos litros de agua consume la familia por día?

Según la Tabla 5 y Figura 4, se demuestra que el 54% de las familias encuestadas consumen de entre 21 a 40 litros de agua por día, mientras que un 36% de entre 41 a 80 litros.

Tabla 6. ¿Almacena o guarda agua en la casa?

Cuestionario sobre comportamiento familiar		
ITEMS	CRITERIOS	%
5	¿Almacena o guarda agua en la casa?	
SI	46	92%
NO	4	8%
TOTAL	50	100%

Nota. Fuente: Encuesta socioeconómica aplicada a los pobladores del Caserío Yarush - 2018

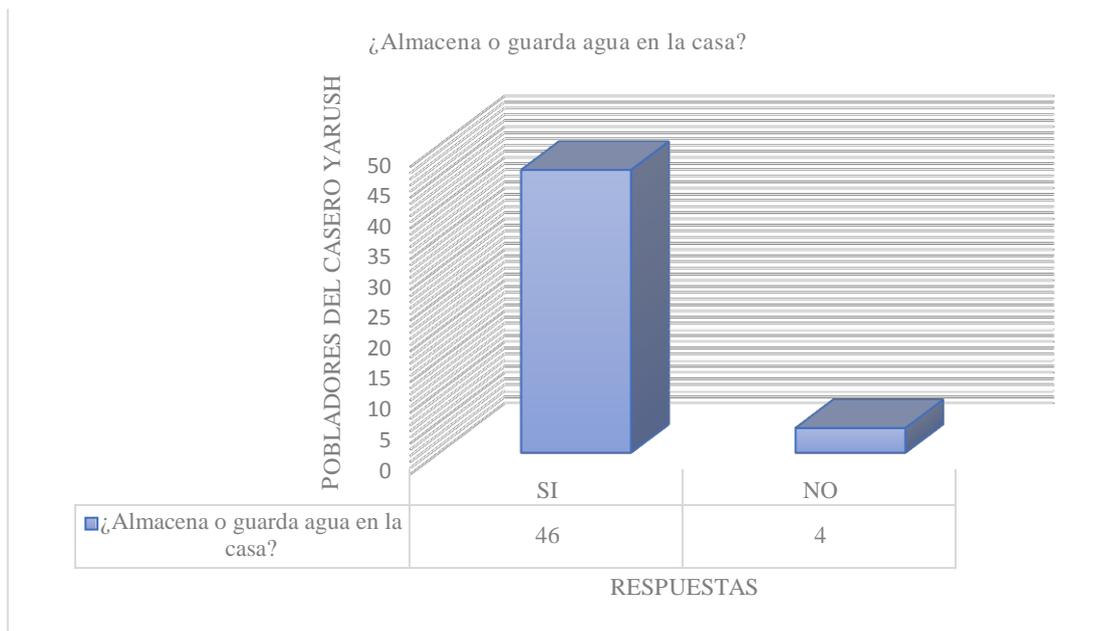


Figura 5. Gráfico 05 ¿Almacena o guarda agua en la casa?

Según la Tabla 6 y Figura 5, se demuestra que el 92% de las familias encuestadas almacena o guarda el agua en casa, mientras que un 8% no.

Tabla 7. ¿En qué tipo de depósitos almacena el agua?

Cuestionario sobre comportamiento familiar		
ITEMS	CRITERIOS	%
6	¿En qué tipo de depósitos almacena el agua?	
	Tinajas o vasijas de barro	0
	Baldes	41
	Galonerías	3
	Cilindro	2
	Pozo	0
	Otro	4
	TOTAL	50
		100%

Nota. Fuente: Encuesta socioeconómica aplicada a los pobladores del Caserío Yarush - 2018

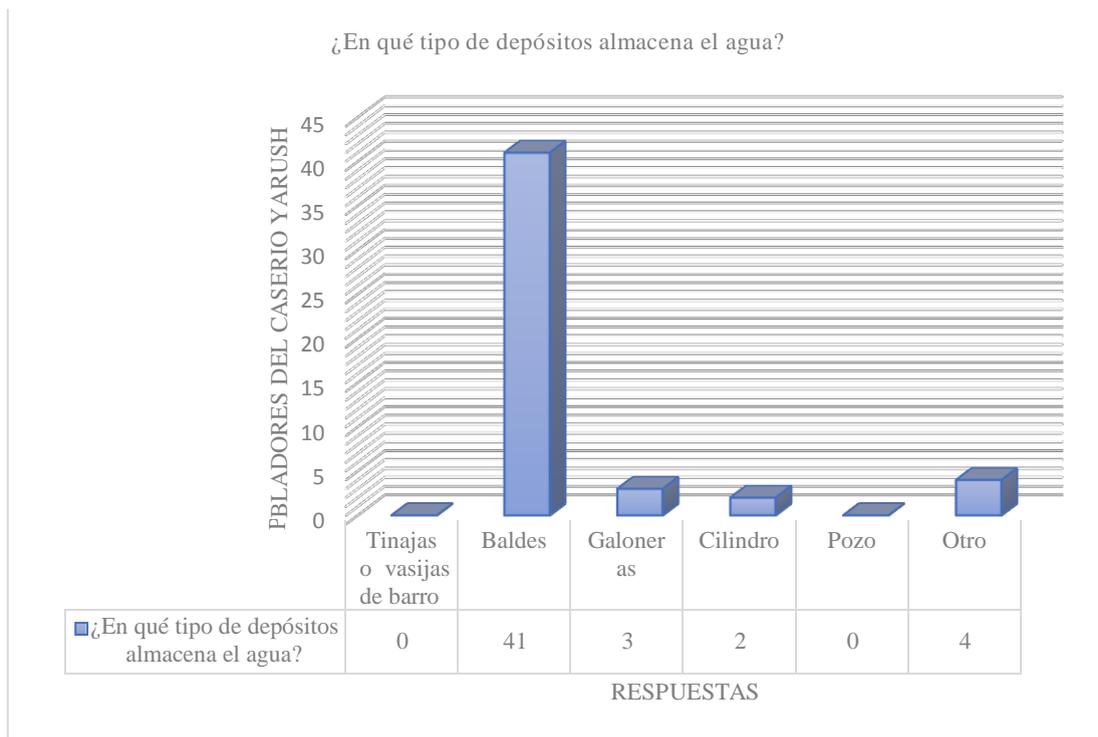


Figura 6. Gráfico 06 ¿En qué tipo de depósitos almacena el agua?

Según la Tabla 7 y Figura 6, se demuestra que el 82% de las familias encuestadas almacenan su agua en baldes, mientras que en un 6% en galoneras.

Tabla 8. ¿Los depósitos se encuentran protegidos con tapa?

Cuestionario sobre comportamiento familiar		
ITEMS	CRITERIOS	%
7	¿Los depósitos se encuentran protegidos con tapa?	
SI	47	94%
NO	3	6%
TOTAL	50	100%

Nota. Fuente: Encuesta socioeconómica aplicada a los pobladores del Caserío Yarush - 2018

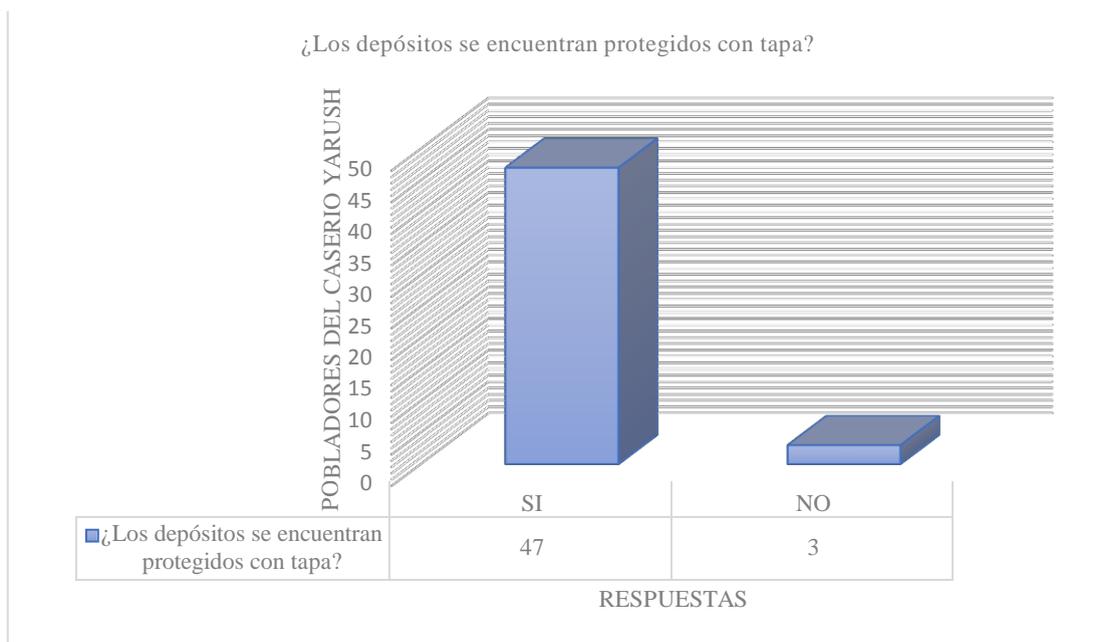


Figura 7. Gráfico 07 ¿Los depósitos se encuentran protegidos con tapa?

Según la Tabla 8 y Figura 7, se demuestra que el 94% de las familias encuestadas respondieron a que si se encuentran protegidos con tapa los depósitos donde almacena agua, mientras que en un 6% no.

Tabla 9. ¿Cada qué tiempo lava los depósitos donde guarda el agua?

Cuestionario sobre comportamiento familiar		
ITEMS	CRITERIOS	%
8	¿Cada qué tiempo lava los depósitos donde guarda el agua?	
	Todos los días	36 72%
	Inter diario	4 8%
	Una vez a la semana	6 12%
	Cada quince días	4 8%
	Al mes	0 0%
	Otro	0 0%
	TOTAL	50 100%

Nota. Fuente: Encuesta socioeconómica aplicada a los pobladores del Caserío Yarush - 2018

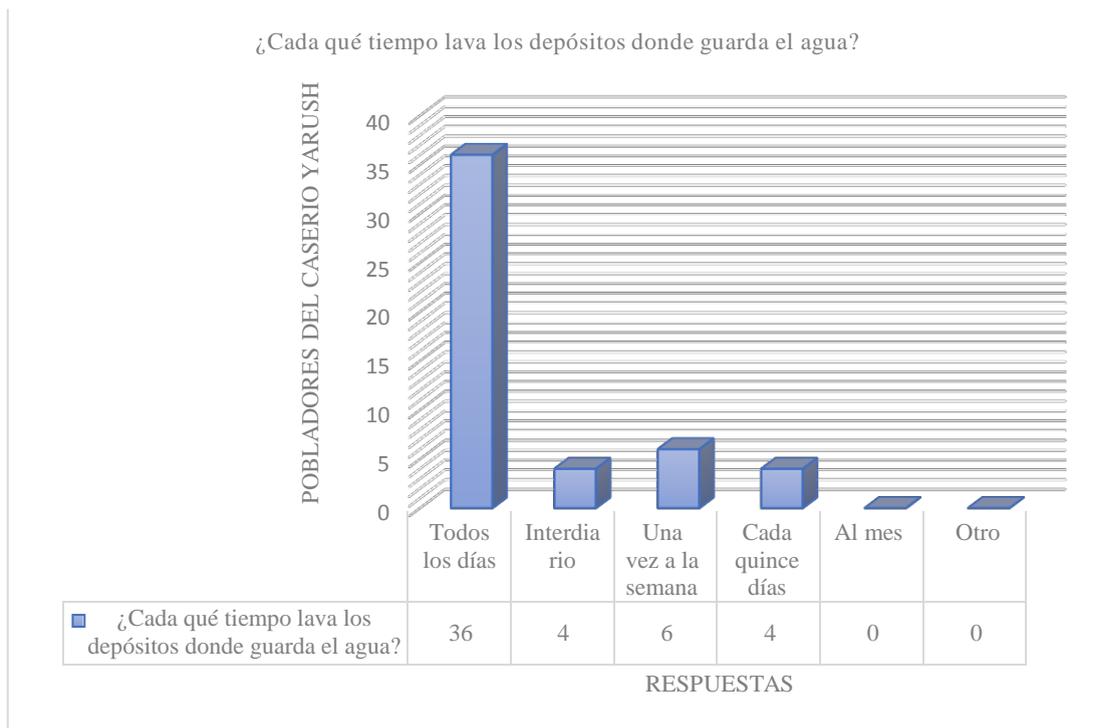


Figura 8. Gráfico 08 ¿Cada qué tiempo lava los depósitos donde guarda el agua?

Según la Tabla 9 y Figura 8, se demuestra que el 72% de las familias encuestadas respondieron que lavan todos los días los depósitos donde almacenan agua, mientras que en un 12% respondieron que una vez a la semana.

Tabla 10. ¿Cómo consume el agua para tomar?

Cuestionario sobre comportamiento familiar		
ITEMS	CRITERIOS	%
9	¿Cómo consume el agua para tomar?	
Directo del depósito donde almacena	43	86%
Directo del grifo (agua sin clorar)	0	0%
Directo del grifo (agua clorada por la JASS)	0	0%

La cura o desinfecta antes de tomar	7	14%
Otro	0	0%
TOTAL	50	100%

Nota. Fuente: Encuesta socioeconómica aplicada a los pobladores del Caserío Yarush - 2018

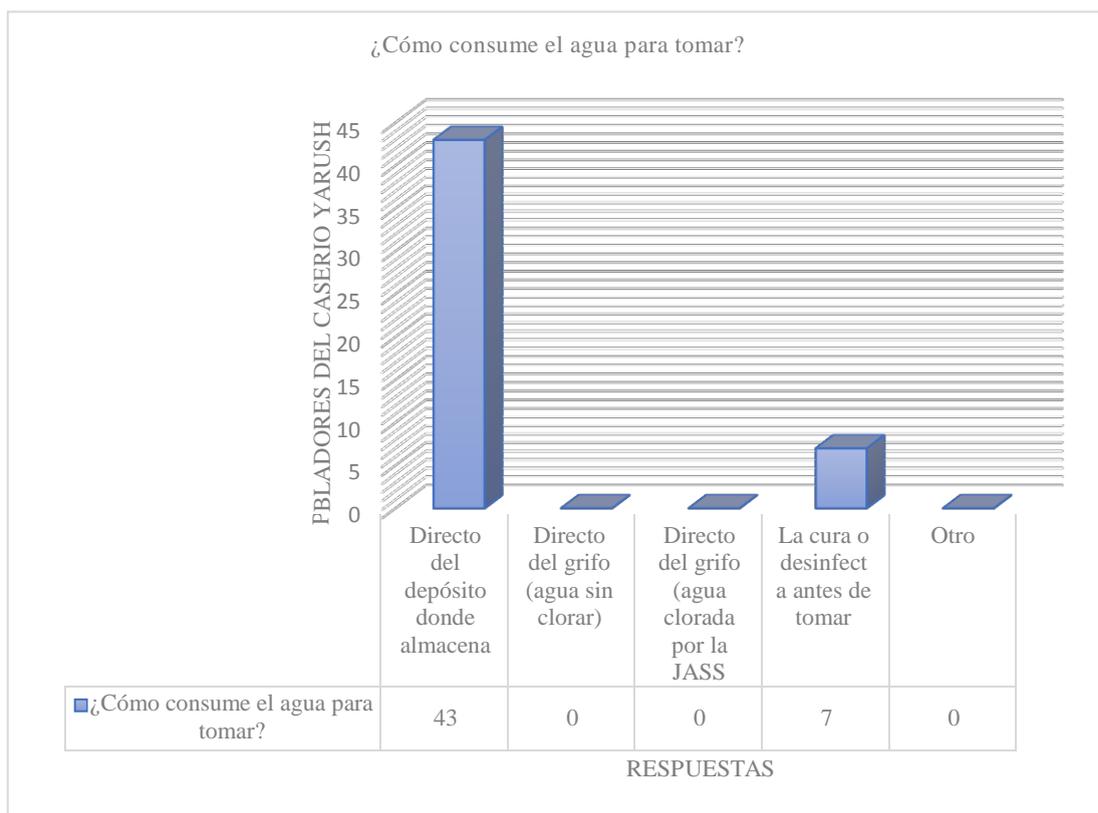


Figura 9. Gráfico 09 ¿Cómo consume el agua para tomar?

Según la Tabla 10 y Figura 9, se demuestra que de las familias encuestadas en un 86% respondieron que consumen el agua para tomar directamente del depósito donde almacenan, mientras que en un 14% respondieron que la curan o desinfectan antes de tomar.

PROCOLOS

AUTORIZACION PARA LA
EJECUCION DE LA
INVESTIGACION.



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES
CHIMBOTE



SOLICITUD: Consentimiento y acreditación
Chimbote, 12 de agosto de 2018

SR. Alejandro Rosales Clemente
TENIENTE GOBERNADOR DEL CASERIO YARUSH

Presente. -
De mi consideración

Por medio del presente, es grato dirigirme a usted a fin de saludarlo muy cordialmente y presentarme como **BENITES SALCEDO CARLOS ALBERTO** alumno de bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote (ULADECH), identificado con DNI- **75793529** y código de estudiante **0101151053**.

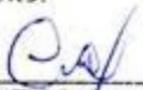
Como estudiante **BENITES SALCEDO CARLOS ALBERTO**, estoy realizando la tesis de investigación "**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO YARUSH, CENTRO POBLADO LLUPA, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH – 2018**", el cual será presentado en dos partes, la primera etapa (inicial) en el curso de Taller 4 con "diseño de cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento", la segunda etapa (final) en el curso de Tesis 4 con los temas de "diseño de línea de aducción y red de distribución", cuyo proyecto **no es financiado** por ninguna entidad sino corre por disponibilidad económica propia como estudiante, este proyecto **no se ejecutara**, pero se hará los cálculos hidráulicos necesarios para cada estructura. Es por ello solicitando su consentimiento y acreditación para que pueda brindar las facilidades para la investigación con el siguiente permiso:

- Realizar la tesis de investigación en el caserío Yarush
- Transitar y movilizarse dentro y fuera del caserío Yarush
- Realizar encuesta de Diagnostico para recolección de información sobre la situación actual de abastecimiento de agua de la localidad.

Por mi lado como parte interesada le hago presente esta solicitud para fines que estimo conveniente y necesario como requisito en mi investigación.

Seguro de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Atentamente.


BENITES SALCEDO
Carlos
DNI 75793529




31611603

ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Numero de punto	Datum	Este	Norte	Altitud
Punto 01	18 L	230427	8949918	3831
Punto 02	18 L	230408	8949908	3829
Punto 03	18 L	230393	8949896	3827
Punto 04	18 L	230377	8949884	3825
Punto 05	18 L	230361	8949872	3823
Punto 06	18 L	230344	8949862	3821
Punto 07	18 L	230327	8949851	3819
Punto 08	18 L	230311	8949839	3816
Punto 09	18 L	230293	8949830	3814
Punto 10	18 L	230277	8949818	3812
Punto 11	18 L	230260	8949806	3811
Punto 12	18 L	230245	8949795	3810
Punto 13	18 L	230229	8949781	3808
Punto 14	18 L	230214	8949770	3806
Punto 15	18 L	230197	8949758	3803
Punto 16	18 L	230181	8949746	3801
Punto 17	18 L	230168	8949731	3799
Punto 18	18 L	230154	8949717	3797
Punto 19	18 L	230138	8949705	3796
Punto 20	18 L	230123	8949692	3793
Punto 21	18 L	230107	8949678	3791
Punto 22	18 L	230089	8949673	3790
Punto 23	18 L	230071	8949662	3788
Punto 24	18 L	230055	8949651	3786
Punto 25	18 L	230039	8949639	3785
Punto 26	18 L	230022	8949627	3784
Punto 27	18 L	230008	8949614	3782
Punto 28	18 L	229993	8949601	3780
Punto 29	18 L	229977	8949587	3779
Punto 30	18 L	229962	8949575	3777
Punto 31	18 L	229946	8949563	3774
Punto 32	18 L	229930	8949551	3773
Punto 33	18 L	229914	8949540	3771
Punto 34	18 L	229896	8949531	3771
Punto 35	18 L	229880	8949518	3771
Punto 36	18 L	229865	8949505	3769
Punto 37	18 L	229849	8949492	3768
Punto 38	18 L	229832	8949483	3766
Punto 39	18 L	229814	8949473	3764
Punto 40	18 L	229796	8949464	3763
Punto 41	18 L	229780	8949453	3762
Punto 42	18 L	229764	8949441	3760
Punto 43	18 L	229750	8949426	3758
Punto 44	18 L	229737	8949411	3756
Punto 45	18 L	229724	8949397	3754
Punto 46	18 L	229710	8949381	3751

Punto 47	18 L	229698	8949366	3749
Punto 48	18 L	229684	8949352	3748
Punto 49	18 L	229671	8949337	3746
Punto 50	18 L	229656	8949323	3744
Punto 51	18 L	229644	8949307	3742
Punto 52	18 L	229630	8949293	3740
Punto 53	18 L	229616	8949278	3739
Punto 54	18 L	229604	8949262	3739
Punto 55	18 L	229593	8949246	3738
Punto 56	18 L	229582	8949229	3737
Punto 57	18 L	229568	8949214	3736
Punto 58	18 L	229555	8949199	3735
Punto 59	18 L	229542	8949184	3734
Punto 60	18 L	229531	8949167	3734
Punto 61	18 L	229518	8949152	3733
Punto 62	18 L	229509	8949134	3732
Punto 63	18 L	229500	8949117	3730
Punto 64	18 L	229491	8949099	3729
Punto 65	18 L	229481	8949081	3727
Punto 66	18 L	229472	8949063	3726
Punto 67	18 L	229465	8949045	3725
Punto 68	18 L	229455	8949027	3724
Punto 69	18 L	229446	8949009	3722
Punto 70	18 L	229437	8948992	3720
Punto 71	18 L	229428	8948974	3719
Punto 72	18 L	229420	8948955	3717
Punto 73	18 L	229412	8948937	3715
Punto 74	18 L	229406	8948918	3714
Punto 75	18 L	229399	8948899	3713
Punto 76	18 L	229393	8948880	3712
Punto 77	18 L	229386	8948861	3711
Punto 78	18 L	229382	8948842	3710
Punto 79	18 L	229377	8948822	3708
Punto 80	18 L	229372	8948803	3707
Punto 81	18 L	229368	8948783	3706
Punto 82	18 L	229365	8948763	3704
Punto 83	18 L	229362	8948743	3702
Punto 84	18 L	229360	8948724	3700
Punto 85	18 L	229356	8948704	3698
Punto 86	18 L	229352	8948685	3696
Punto 87	18 L	229347	8948665	3693
Punto 88	18 L	229342	8948646	3691
Punto 89	18 L	229337	8948627	3689
Punto 90	18 L	229332	8948607	3687
Punto 91	18 L	229326	8948588	3685
Punto 92	18 L	229319	8948569	3683
Punto 93	18 L	229315	8948549	3682

Punto 94	18 L	229312	8948530	3681
Punto 95	18 L	229310	8948510	3681
Punto 96	18 L	229308	8948490	3682
Punto 97	18 L	229303	8948471	3681
Punto 98	18 L	229296	8948452	3681
Punto 99	18 L	229286	8948434	3681
Punto 100	18 L	229280	8948416	3681
Punto 101	18 L	229267	8948400	3680
Punto 102	18 L	229254	8948385	3679
Punto 103	18 L	229242	8948369	3679
Punto 104	18 L	229228	8948355	3679
Punto 105	18 L	229213	8948341	3678
Punto 106	18 L	229196	8948330	3676
Punto 107	18 L	229179	8948320	3674
Punto 108	18 L	229164	8948306	3672
Punto 109	18 L	229151	8948292	3670
Punto 110	18 L	229133	8948281	3668
Punto 111	18 L	229116	8948270	3666
Punto 112	18 L	229100	8948259	3665
Punto 113	18 L	229083	8948250	3661
Punto 114	18 L	229065	8948240	3659
Punto 115	18 L	229048	8948229	3656
Punto 116	18 L	229033	8948215	3654
Punto 117	18 L	229015	8948207	3652
Punto 118	18 L	228998	8948197	3650
Punto 119	18 L	228981	8948187	3647
Punto 120	18 L	228964	8948176	3645
Punto 121	18 L	228947	8948166	3644
Punto 122	18 L	228928	8948157	3641
Punto 123	18 L	228910	8948149	3639
Punto 124	18 L	228892	8948140	3635
Punto 125	18 L	228875	8948129	3633
Punto 126	18 L	228857	8948120	3630
Punto 127	18 L	228841	8948109	3628
Punto 128	18 L	228823	8948101	3627
Punto 129	18 L	228808	8948087	3625
Punto 130	18 L	228791	8948076	3623
Punto 131	18 L	228772	8948069	3620
Punto 132	18 L	228755	8948060	3617
Punto 133	18 L	228659	8948020	3600
Punto 134	18 L	228559	8947966	3582
Punto 135	18 L	228412	8947920	3553
Punto 136	18 L	228323	8947837	3535
Punto 137	18 L	228211	8947794	3510
Punto 138	18 L	228121	8947737	3487
Punto 139	18 L	228115	8947736	3485
Punto 140	18 L	228070	8947742	3473

Punto 141	18 L	228069	8947808	3470
Punto 142	18 L	228073	8947885	3467
Punto 143	18 L	228058	8947899	3457
Punto 144	18 L	228008	8947834	3448
Punto 145	18 L	227985	8947880	3435
Punto 146	18 L	228031	8947954	3432
Punto 147	18 L	228078	8947987	3438
Punto 148	18 L	228138	8948036	3442
Punto 149	18 L	228192	8948076	3442
Punto 150	18 L	228246	8948142	3444

ESTUDIO DE AGUA

**PERU****Ministerio
de Salud****Red de Salud
Pacífico Norte**"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"**LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
INFORME DE ENSAYO FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO
N° 101505_18 – LABCA/USA/DRSPN**

SOLICITANTE: Sr. CARLOS BENITES SALCEDO – "DISEÑO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN, LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RESERVOIRIO DE ALMACENAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERIO YARUSH, CENTRO POBLADO LLUPA, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, PROVINCIA DE HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH - 2018."					
LOCALIDAD: CENTRO POBLADO DE YARUSH		FECHA DE MUESTREO: 14/10/2018			
DISTRITO: INDEPENDENCIA		FECHA DE INGRESO AL LABORATORIO: 15/10/2018			
PROVINCIA: HUARAZ		FECHA DE REPORTE: 19/10/2018			
DEPARTAMENTO: ANCASH		MUESTREADO POR: Muestra tomada el solicitante			
TIPO DE MUESTRA: AGUA					
DATOS DE MUESTREO					
COD. LAB.	COD. CAMPO	FUENTE - UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	COORDENADAS UTM	
				ESTE	NORTE
101505_18	M1	Agua de manantial de ladera ubicada en el Caserío de Paltarrumi – Cáceres del Perú / Santa / Sr. Celso Senna Santos Ascón.	10:30	825809	9007068

RESULTADO DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	CÓDIGO DE MUESTRA
	101505_18
pH	7.38
Turbiedad (UNT)	1.37
Conductividad 25 °C (µs/cm)	46.05
Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	24.97
Coliformes Totales (NMP/100mL)	< 1.8
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	< 1.8

Nota: < "valor" significa no cuantificable inferior al valor indicado

* **Métodos de Ensayo:** Conductividad y Sólidos Totales Disueltos: Electrodo APHA. AWW. WEF. 2510 B. 22th Ed. 2012. Turbiedad: Nefelométrico: APHA. AWWA. WEF. 2130B. 22nd Ed. 2012. Numeración de Coliformes Totales y Termotolerantes por el Método Estandarizado de Tubos Múltiples APHA. AWWA. WEF. 9221 B y 9221 E 22th Ed. 2012.

Atentamente,


 Dijo: Cecilia Torres
 DIRECTORA GENERAL DE CONTROL AMBIENTAL

CC. USA/RSPN
Archivo
Laboratorio.

ANEXO 02:
CÁLCULOS Y FICHAS DE
PROCESAMIENTO DE
DATOS Y OBTENCIÓN DE
RESULTADOS

PARAMETROS DE DISEÑO

CALCULO DE POBLACION FUTURA

Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos
Saneamiento Básico en el Ámbito Rural, a Nivel de Perfil

$$P_n = P_o * (1 + t)^n$$

Dónde:
 P_n = Población proyectada para el año n
 P_o = Población del año base
 t = Tasa de crecimiento anual de la población
 n = año proyectado

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

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

Donde:
 P_i : Población inicial (habitantes)
 P_d : Población futura o de diseño (habitantes)
 r : Tasa de crecimiento anual (%)
 t : Período de diseño (años)

TASAS DE CRECIMIENTO Y POBLACION SEGÚN CENSO POR CENTROS POBLADOS 2017

Perú: Crecimiento y distribución de la población, 2017

Primeros Resultados

Cuadro 07

PERÚ: TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL DE LA POBLACIÓN CENSADA, SEGÚN DEPARTAMENTO, 1940 - 2017 (Porcentaje)

Departamento	1940-1961	1961-1972	1972-1981	1981-1993	1993-2007	2007-2017
Total	2,2	2,9	2,5	2,2	1,5	0,7
Amazonas	2,9	4,6	3,0	2,4	0,8	0,1
Áncash	1,5	2,0	1,4	1,2	0,8	0,2

CUADRO N° 2.2
 ÁNCASH: POBLACIÓN CENSADA Y TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL, SEGÚN PROVINCIA, 2007 Y 2017
 (Absoluto y porcentaje)

Provincia	2007		2017		Variación intercensal 2007-2017		Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	
Total	1 063 459	100,0	1 083 519	100,0	20 060	1,9	0,2
Huaraz	147 463	13,9	163 936	15,1	16 473	11,2	1,1
Aija	7 995	0,8	6 316	0,6	- 1 679	-21,0	-2,3
Antonio Raymondi	17 059	1,6	13 650	1,3	- 3 409	-20,0	-2,2
Asunción	9 054	0,9	7 378	0,7	- 1 676	-18,5	-2,0
Bolognesi	30 725	2,9	23 797	2,2	- 6 928	-22,5	-2,5
Carhuaz	43 902	4,1	45 184	4,2	1 282	2,9	0,3
Carlos Fermín Fitzcarrald	21 322	2,0	17 717	1,6	- 3 605	-16,9	-1,8
Casma	42 368	4,0	50 989	4,7	8 621	20,3	1,9
Corongo	8 329	0,8	7 532	0,7	- 797	-9,6	-1,0
Huari	62 598	5,9	58 714	5,4	- 3 884	-6,2	-0,6
Huarmey	27 820	2,6	30 560	2,8	2 740	9,8	0,9
Huaylas	53 729	5,1	51 334	4,7	- 2 395	-4,5	-0,5

DEPARTAMENTO DE ÁNCASH

CÓDIGO	CENTROS POBLADOS	REGIÓN NATURAL (según piso altitudinal)	ALTITUD (m s.n.m.)	POBLACIÓN CENSADA			VIVIENDAS PARTICULARES		
				Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas 1/	Desocupadas
0046	UCRU	Quechua	3 322	106	48	58	68	59	9
0048	HUANCHAC	Quechua	3 219	1 665	818	847	627	518	109
0049	PUMPAC	Quechua	3 365	50	24	26	24	14	10
0051	TAYACOTO	Suni	3 755	16	8	8	15	15	-
0052	PI TEC	Suni	3 849	14	6	8	9	9	-
0053	YARUSH	Quechua	3 477	113	55	58	60	50	10
0054	CACHIPAMPA	Quechua	3 422	200	95	105	74	51	23
0055	TUKIPAYOC	Suni	3 605	53	23	30	31	28	3

Calculo de poblacion futura

r	1.10
Pi	113
t	20
Pd	138 hab
N° Viviendas	60
Dotacion	50 lppd

CALCULO DE CONSUMOS Y DOTACIONES

a) Consumo doméstico.

Región geográfica	Consumo de agua doméstico, dependiendo del Sistema de disposición de excretas utilizado	
	Letrinas sin arrastre hidráulico	Letrinas con arrastre hidráulico ¹⁰
Costa	50 a 60 l/h/d	90 l/h/d
Sierra	40 a 50 l/h/d	80 l/h/d
Selva	60 a 70 l/h/d	100 l/h/d

b) Otros consumos.

Si existieran usuarios de las categorías estatal, social, comercial u otras, establece el número de conexiones para cada una, estimando su consumo mensual promedio.

Consumo promedio diario anual (Qp)

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

Dot	50 lppd
Qp	0.0799 ./s

Demanda maxima diaria (Qmd)

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

Qmd	0.10387 ./s
-----	-------------

Por criterio de diseño se diseña con 0.50

Demanda maxima horaria (Qmh)

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

Qmh	0.1598 ./s
-----	------------

Caudal minimo y maximo de aforo

Caudal maximo - epoca de lluvia

Qmax	1.99 lps	→	0.00199 .m ³ /s
------	----------	---	----------------------------

Caudal minimo epoca de estiage

Qmin	1.43 lps	→	0.00143 .m ³ /s
------	----------	---	----------------------------

DISEÑO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN

DISEÑO DE LA CÁMARA DE CAPTACION

A.- Cálculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda (L)

DATOS NECESARIOS:

H 0.50 m → Se recomiendan valores entre 0.4 y 0.5 m
 g 9.81 m/s² → Aceleración de la gravedad
 Cd 0.80 → Se recomienda valores de 0.6 a 0.8

RESULTADOS:

V2t 2.51 m/s. → Se recomiendan valores ≤ 0.6 m/s
 →
 V2 0.60 m/s → Se recomiendan valores ≤ 0.6 m/s
 V3 0.48 m/s
 ho 0.03 m
 Hf 0.47 m
 L 1.57 m → 1.60 m.

FORMULAS NECESARIAS:

$$V2t = Cd * (2gH)^{1/2} \dots (0)$$

$$H_0 = \left(\frac{V2t^2}{Cd^2 * 2g} \right) \dots (1)$$

$$H_f = H - h_0 \dots (2)$$

$$L = \frac{H_f}{0.30} \dots (3)$$

Leyenda

H	Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada
g	Aceleración de la gravedad
V2t	Velocidad de paso teórica en la entrada a la tubería
V2	Velocidad de paso asumida
ho	Carga necesaria sobre el orificio de entrada
Hf	Perdida de carga
L	Distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda

B.- Cálculo del ancho de la pantalla (b)

DATOS NECESARIOS:

Q_{rm} 0.00199 m³/s
 V 0.60

→

RESULTADOS:

A 0.0041 m²
 Dc 7.23 cm → 3 plg
 → 2.84 plg → Se recomienda usar D ≤ 2"
 Da 1.12 plg. → Se recomienda usar D ≤ 2"
 NA 5.00 → 6

→

b 110.49 cm → 1.20 m

FORMULAS NECESARIAS:

$$A = \frac{Q_{max}}{V2 * Cd}$$

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

$$NA = (D_1/D_2)^2 + 1$$

$$b = 2(6D) + NA * D + 3D (NA - 1)$$

Leyenda

Q _{rm}	Caudal máximo de la fuente época lluviosa
Cd	Coefficiente de descarga
A	Area del orificio de pantalla
Dc	Diametro calculado para los orificios de pantalla
Da	Diametro asumido para los orificios de la pantalla
NA	Número de orificios
b	Ancho de la pantalla

C.- Cálculo de altura de la cámara húmeda Ht

DATOS NECESARIOS:

Q_{md} 0.0005 m³/s
 A 10.00 cm → Se considerará mínima de 10 cm
 B 3.81 cm → Se considera D2 asumido en cm
 D 5.00 cm → Se considerará mínima de 5 cm
 E 30.00 cm → Se considera mínimo 30 cm

RESULTADOS:

A2 0.00114 m²
 C 0.015 m → Se recomienda altura mínima de 30 cm
 →
 C 50.00 cm → Se recomienda altura mínima de 30 cm
 Ht 98.81 cm → 1.00 m

FORMULAS NECESARIAS:

$$C = 1.56 * \frac{Q_{md}^2}{2g A_2^2}$$

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

Leyenda

A	Altura mínima que permita la sedimentación de la arena
B	Mitad del diametro de la canastilla
D	Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua y el afloramiento
E	Borde libre
A2	Area del D2 asumido en m2
C	Altura del agua o carga requerida
Ht	Altura de la cámara húmeda

D.- Cálculo de dimensionamiento de la canastilla y tubería de conducción

DATOS NECESARIOS:

Dc 1 1/2 plg → Se estima debe ser el D2 asumido
 AnchR 0.005 m
 LarR 0.007 m

RESULTADOS:

Lg 25 cm → Se estima sea 3Dc < Lg < 6Dc
 3Dc 11.43 cm » 12 cm
 6Dc 22.86 cm » 23 cm
 Dg 3 plg → Se estima debe ser 2 veces el "Dc"
 Ac 0.00114 m²
 At 0.00228 m² → Se recomienda 2"Ac"
 El valor de At debe ser < 50% del Alg
 Alg 0.00953 → Ok
 AR 0.000035 m²
 N° 65.14 Und » 66 Und.

FORMULAS NECESARIAS:

$$Ac = \frac{\pi Dc^2}{4}$$

$$At = 2 * Ac$$

$$N^{\circ} = \frac{At}{AR}$$

$$50\%Alg = 0,5 * \pi * Dg * L$$

Leyenda

Dc	Diametro de la tubería de salida a la línea de conducción
AnchR	Ancho de la ranura
LarR	Largo de la ranura
Lg	Longitud de la canastilla asumido
Dg	Diametro de granada o canastilla
Ac	Area de la seccion transversal de la tubería de salida a la línea de conducción
At	Area total de las ranuras
AR	Area de la ranura
N°	Número de ranuras
Alg	Area lateral de granada

E.- Cálculo de Reboso y limpieza

DATOS NECESARIOS:

C 150
 Q_{max} 1.99 ips

→

RESULTADOS:

hf 0.015 m/m → Se recomienda pendientes de 1 a 1,5%
 Dr 2.228 plg

FORMULAS NECESARIAS:

$$Dr = \frac{0,71 * Q_{max}^{0,38}}{hf^{0,21}}$$

F.- Resumen de Calculos realizados

L	1.60	.m	→ : Longitud entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda
V2	0.60	.m/s	→ : Velocidad asumida de entrada antes de la tubería
Da	1 1/2	.plg	→ : Diámetro de entrada en la pantalla húmeda
NA	5	.Und	→ : Número de orificios de la pantalla húmeda
b	1.20	.m	→ : Ancho de la pantalla
Ht	1.00	.m	→ : Altura total de la cámara húmeda
Dc	1 1/2	.plg	→ : Diámetro de la tubería de conducción
Dg	3	.plg	→ : Diámetro de la granada o canastilla
Lg	25.00	.Cm	→ : Longitud de la granada
Nº	66	.Und	→ : Numero de ranuras de la granada
Dr	2 1/2	.plg	→ : Diámetro de la tubería de rebose
DCr	5	.plg	→ : Diámetro de el cono de rebose

DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

TRAMO (1)	CAUDAL QMD (L.P.S) (2)	LONG.L. (M) (3)	COTA TERRENO		Desnivel del terreno m (6)	Pérdida de carga unitaria disponible hf (m/m) (7)	Diametro D (pulg.) (8)	Diametro D (pulg.) asumido	TIPO/ CLASE TUBERIA	Velocidad V (m/s) (9)	Pérdida de carga unitaria hf (m/m) (10)	Pérdida de carga Tramo Hf (m) (11)	COTA PIEZOMET.		Presion (m) (14)
			INICIAL (msnm) (4)	FINAL (msnm) (5)									INICIAL (msnm) (12)	FINAL (msnm) (13)	
CAPTACION - CRP1	0.10387	600.84	3825.64	3770.87	54.77	0.091	0.50	1	PVC 10	0.205	0.0028	1.68	3825.64	3823.96	53.09
CRP1 - CRP2	0.10387	760.07	3770.87	3712.43	58.44	0.077	0.51	1	PVC 10	0.205	0.0028	2.13	3770.87	3768.74	56.31
CRP2 - CRP3	0.10387	1040.45	3712.43	3650.19	62.24	0.060	0.54	1	PVC 10	0.205	0.0028	2.91	3712.43	3709.52	59.33
CRP3 - CRP4	0.10387	377.69	3650.19	3598.83	51.36	0.136	0.46	1	PVC 10	0.205	0.0028	1.06	3650.19	3649.13	50.30
CRP4 - CRP5	0.10387	292.07	3598.83	3548.96	49.87	0.171	0.44	1	PVC 10	0.205	0.0028	0.82	3598.83	3598.01	49.05
CRP5 - CRP6	0.10387	256.76	3548.96	3497.36	51.60	0.201	0.42	1	PVC 10	0.205	0.0028	0.72	3548.96	3548.24	50.88
CRP8 - RESERV.	0.10387	208.40	3497.36	3464.60	32.76	0.157	0.44	1	PVC 10	0.205	0.0028	0.58	3497.36	3496.78	32.18

DISEÑO DEL RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO

DISEÑO HIDRAULICO DE RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO

Qpd 0.0799
 Qmd 0.50

04.00.00	VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	
	VOLUMEN DE REGULACION	$VR = ((25\% QPD * 24 \text{ Horas})/1000)$
	VR= 1.73 M3	
	VOLUMEN CONTRA INCENDIO	No se considera debido a que la población es menor a 10,000hab (Según RNE)
	VCI= 0.00 M3	
	VOLUMEN DE RESERVA	Consideraremos un tiempo de 2hr para reparaciones
	Vres= 0.58 M3	$Vres = 2 * 3600 * QPD / 1000$
	 VOLUMEN TOTAL DE ALMACENAMIENTO	
	VT= 2.30 M3	$VT = VR + VCI + Vres$
	VT= 5.00 M3	

ANEXO 03: PANEL FOTOGRAFICO



Figura 10. Fotografía de acceso al puquial procedente de la laguna llaca



Figura 11. Fotografía de puquial Llaca proyectado para abastecer al caserío Yarush.



Figura 12. Fotografía de vista panorámica de tipo de terreno rocoso en la captación de ladera.



Figura 13. Fotografía de tramo presente en la línea de conducción siguiente carretera interoceánica.



Figura 14. Fotografía de desvío hacia el caserío Yarush



Figura 15. Fotografía de ingreso a la comunidad del caserío Yarush



Figura 16. Fotografía de vista panorámica del caserío Yarush.



Figura 17. Fotografía de casa de teniente gobernador Alejandro Rosales Clemente.



Figura 19. Fotografía de toma de muestra de agua para estudio físico, químico y bacteriológico



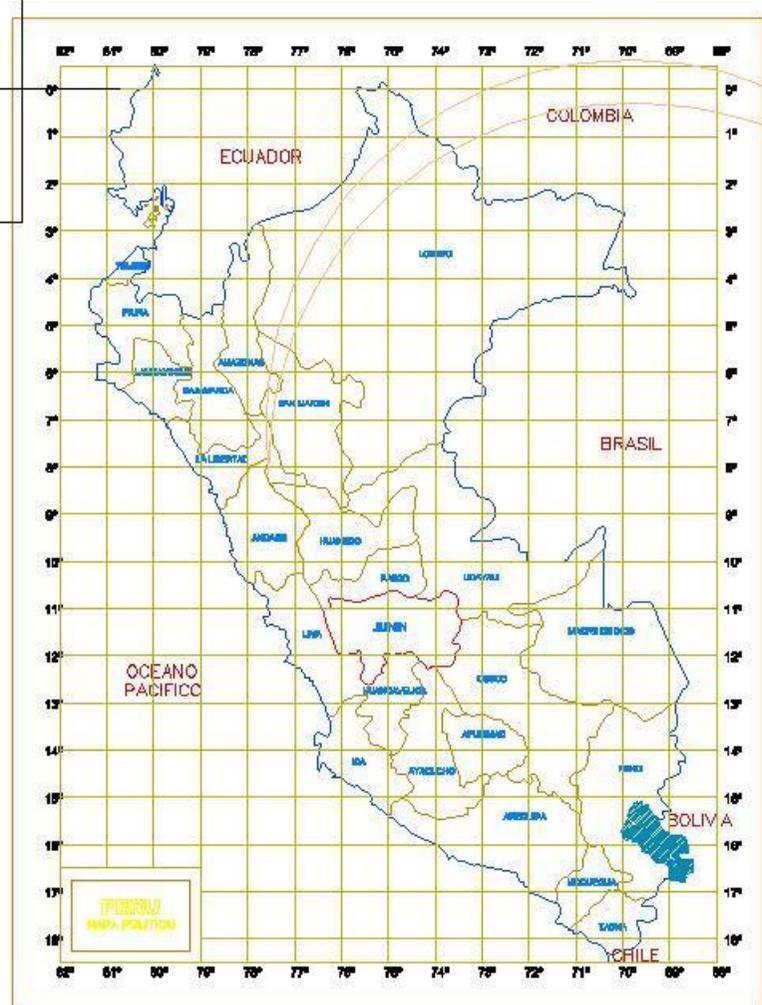
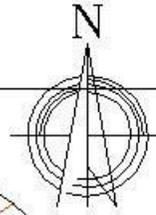
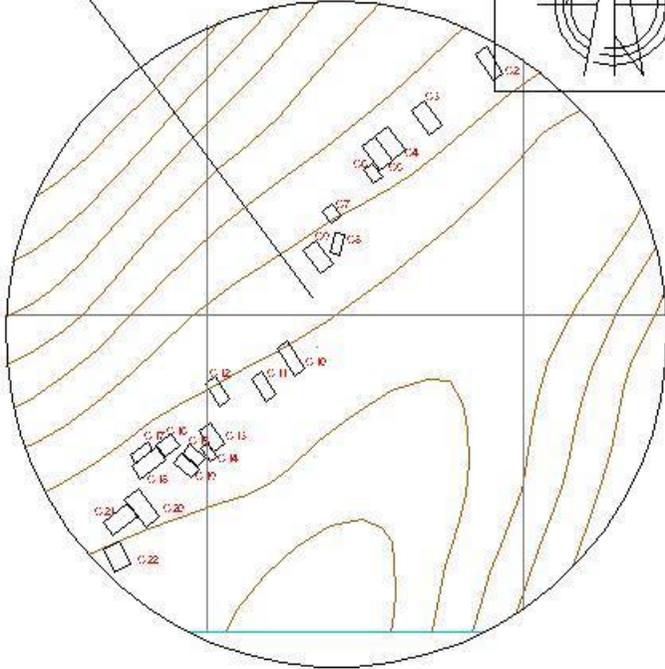
Figura 18. Fotografía de levantamiento topográfico

ANEXO 04: PLANOS

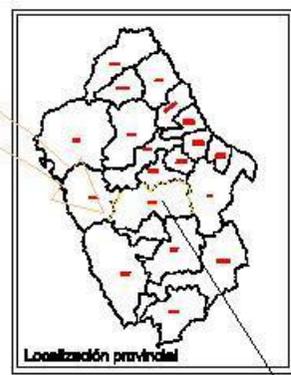
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

UBICACIÓN

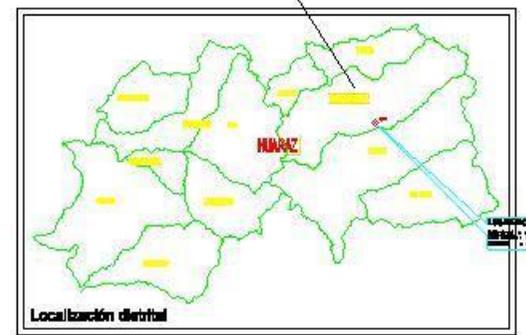
ESC: 1/5000



Localización regional



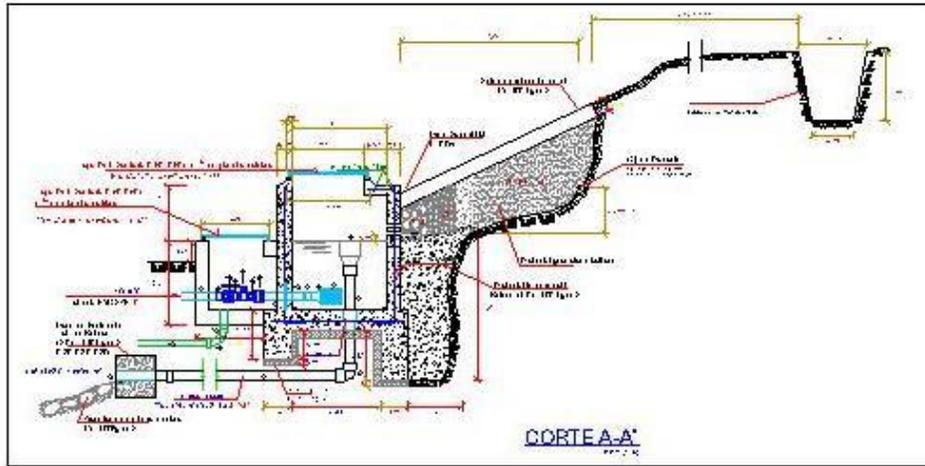
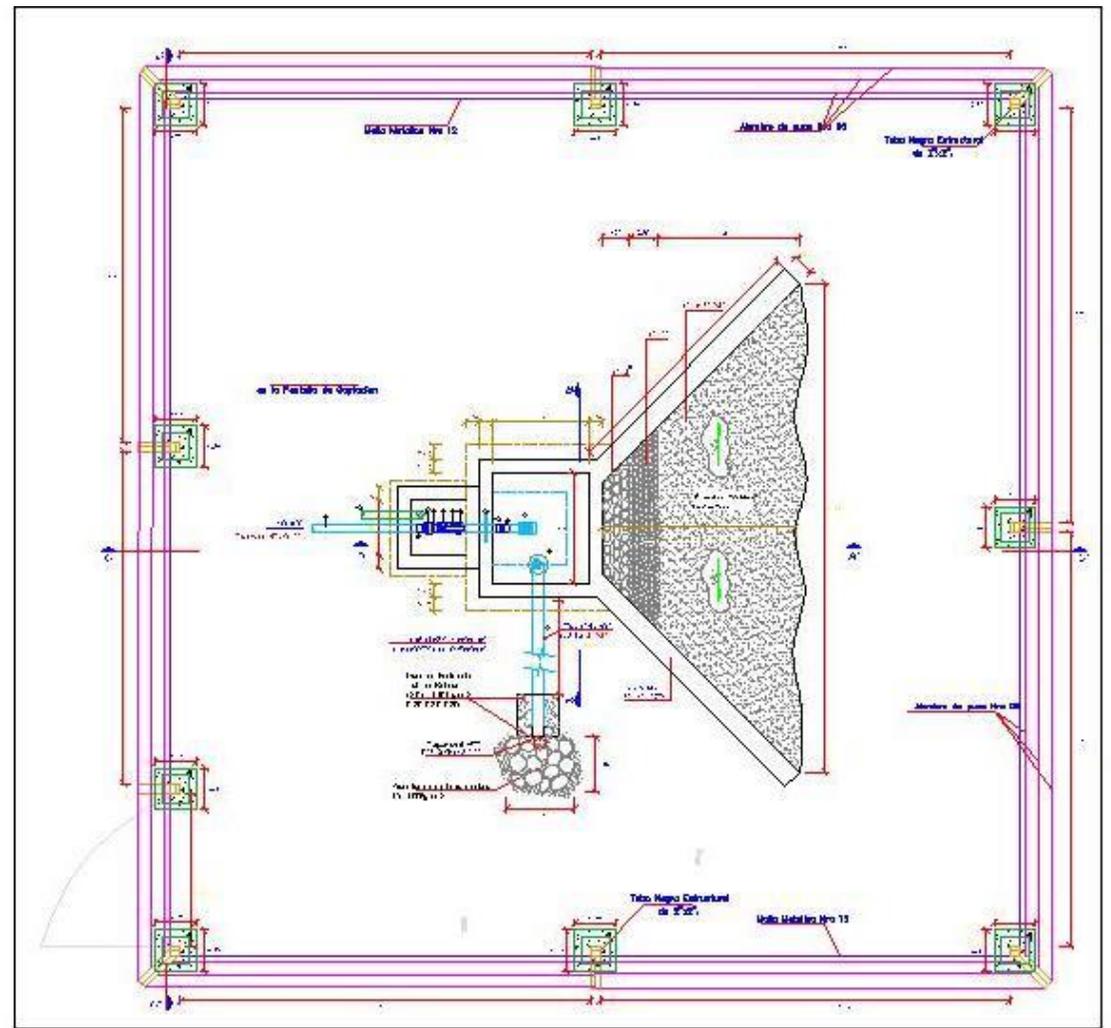
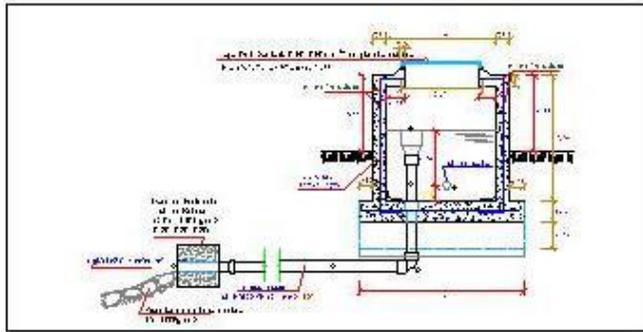
Localización provincial



Localización distrital

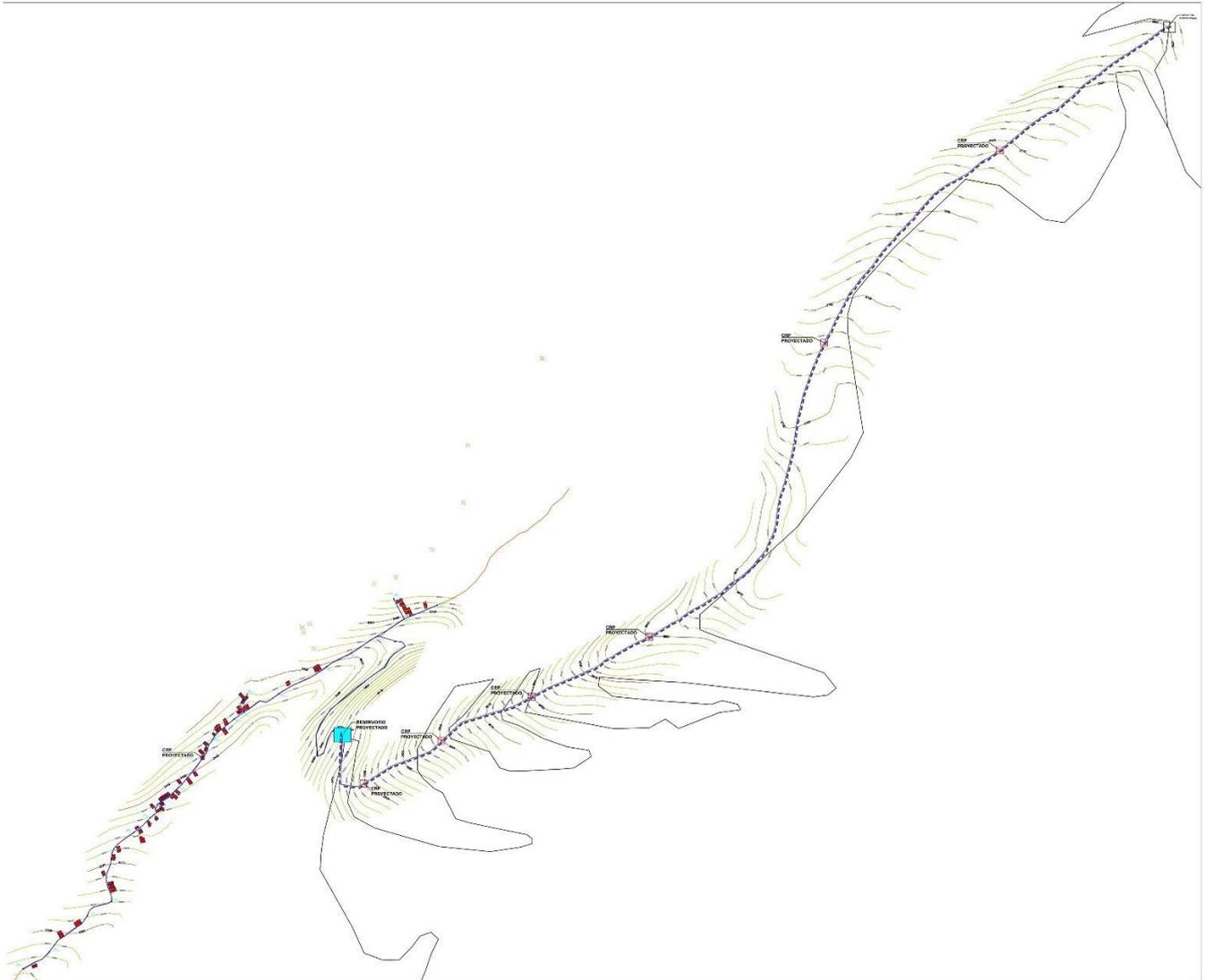
 UNIVERSIDAD ULADECH CATÓLICA		
PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERIO DE YARUSH"		
TÍTULO DEL PROYECTO: DIST.: INDEPENDENCIA	PLANEO: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	PLANTELAS: U.T.E. - C.T.
PROV.: HUARAZ	CLASIFICACIÓN: YARUSH	ESCALA: INDICADA
REGION: ANCASH	Autorización: Benigno Salcedo Carlos Alberto	

CÁMARA DE CAPTACIÓN

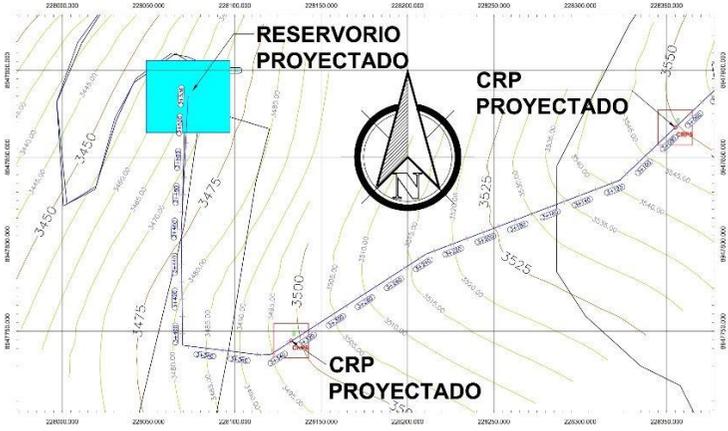
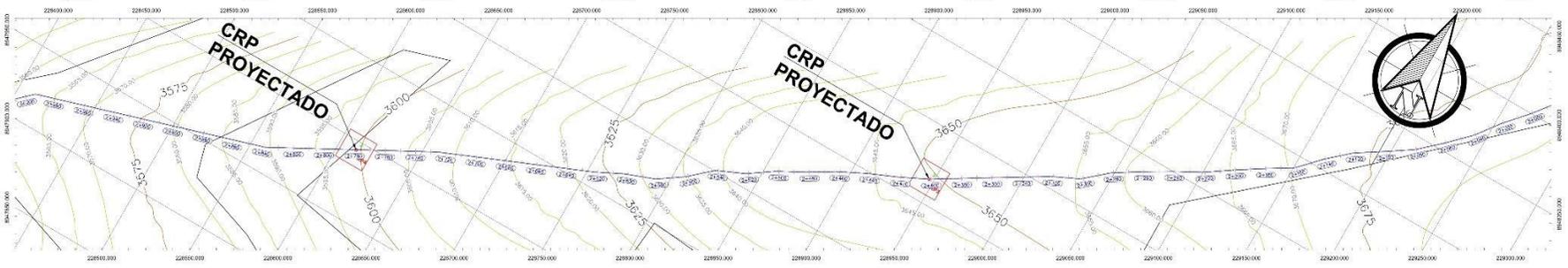
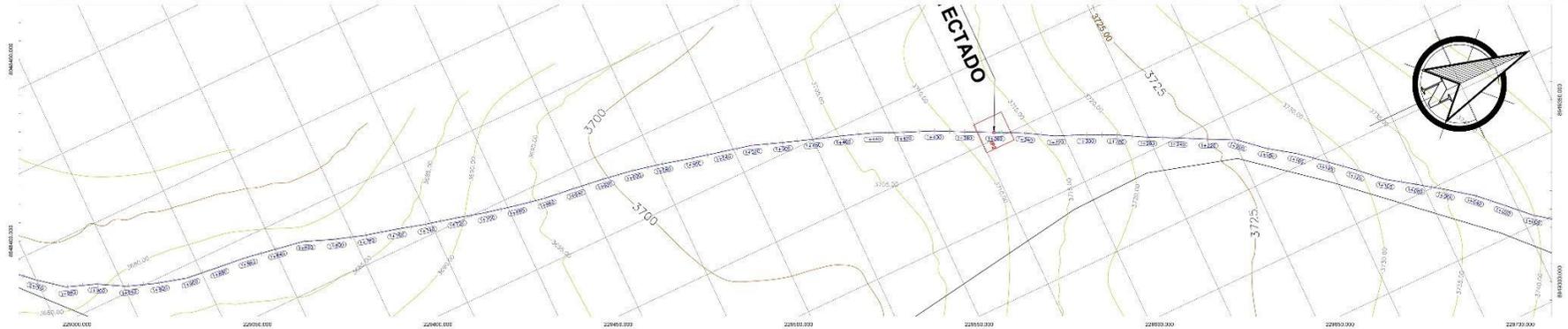
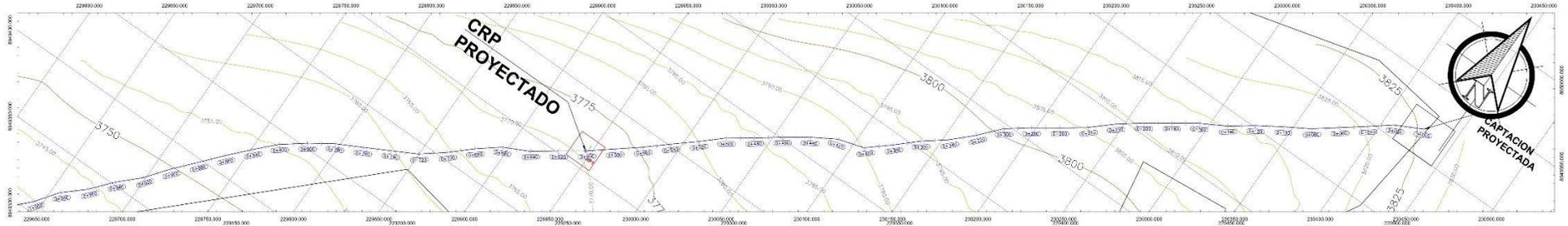


PROYECTO DISEÑO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN, LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RESERVOIRIO DE ALMACENAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERIO YARUSH, CENTRO POBLADO LLUPA, DISTRITO INDEPENDENCIA, PROVINCIA HUARAZ, REGIÓN ANCASH - 2018.					TÍTULO: NOVIEMBRE DE 2018
	PLANO: CÁMARA DE CAPTACIÓN				ESCALA: INDICADAS
	CASERIO: YARUSH	CENTRO POBLADO: LLUPA	DISTRITO: INDEPENDENCIA	PROVINCIA: HUARAZ	REGIÓN: ANCASH
	UNIVERSIDAD: ULADECH CÁTOLICA ESCUELA: Ing. Giovana Zarate Alegre			CURSO: TALLER DE INVESTIGACION IV	
					CC-01

LÍNEA DE CONDUCCIÓN

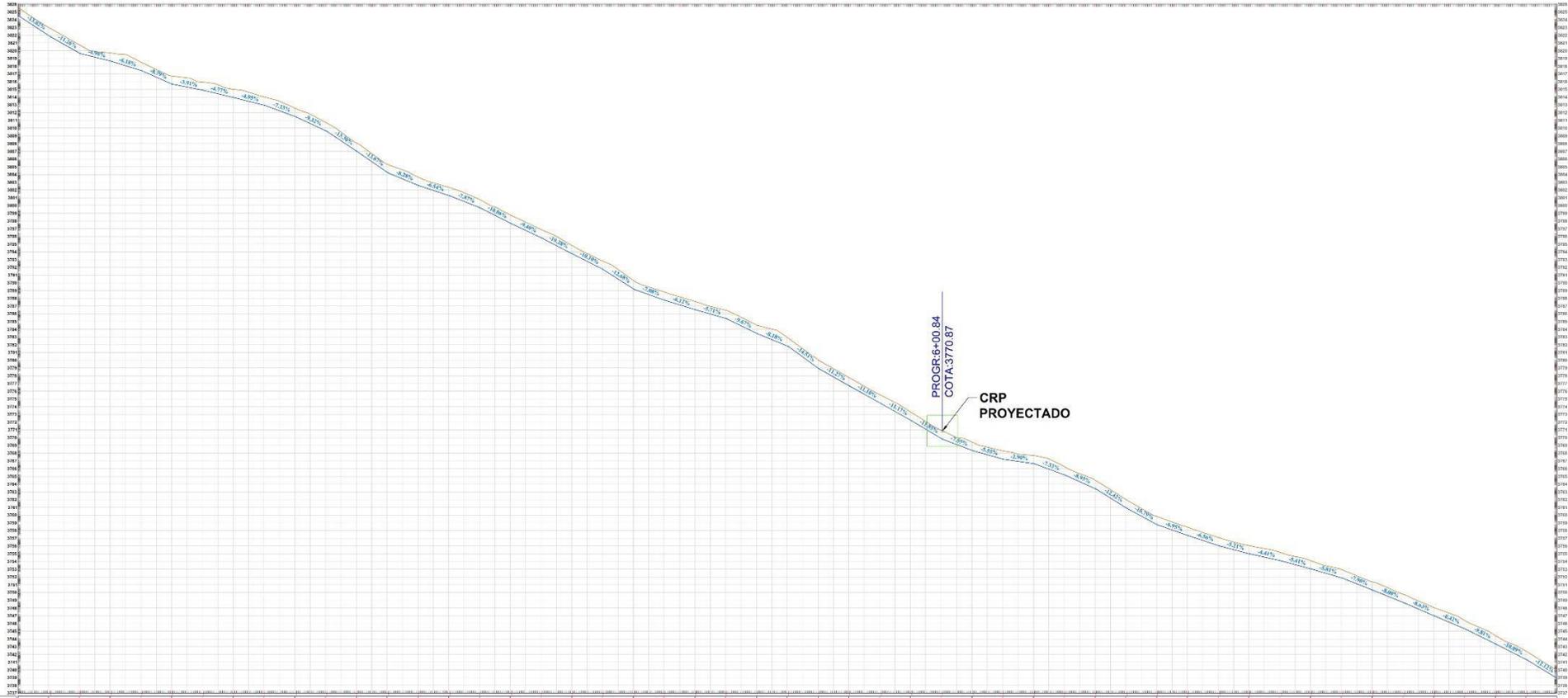


PROYECTO: DISEÑO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN, LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO YARUSH, CENTRO POBLADO LLUPA, DISTRITO INDEPENDENCIA, PROVINCIA HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH - 2018.					FECHA: NOVIEMBRE DE 2018
	PLANO: PLANTA GENERAL				ESCALA: 1:5000
	CASERIO: YARUSH	CENTRO POBLADO: LLUPA	DISTRITO: INDEPENDENCIA	PROVINCIA: HUARAZ	REGION: ANCASH
	UNIVERSIDAD: ULADECH CATOLICA ASESOR: Ing. Giovana Zarate Alegre			CURSO: TALLER DE INVESTIGACION IV	
					PG-01



PROYECTO: DISEÑO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN, LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RESERVOIRIO DE ALMACENAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO YARUSH, CENTRO POBLADO LLUPA, DISTRITO INDEPENDENCIA, PROVINCIA HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH - 2018.					FECHA: NOVIEMBRE DE 2018		
	PLANO: PLANTA LINEA DE CONDUCCION						ESCALA: INDICADAS
	CASERIO: YARUSH	CENTRO POBLADO: LLUPA	DISTRITO: INDEPENDENCIA	PROVINCIA: HUARAZ	REGION: ANCASH	LAMINA N° LC-02	
	UNIVERSIDAD: ULADECH CATOLICA ASESOR: Ing. Giovanna Zarate Alegre			CURSO: TALLER DE INVESTIGACION IV			

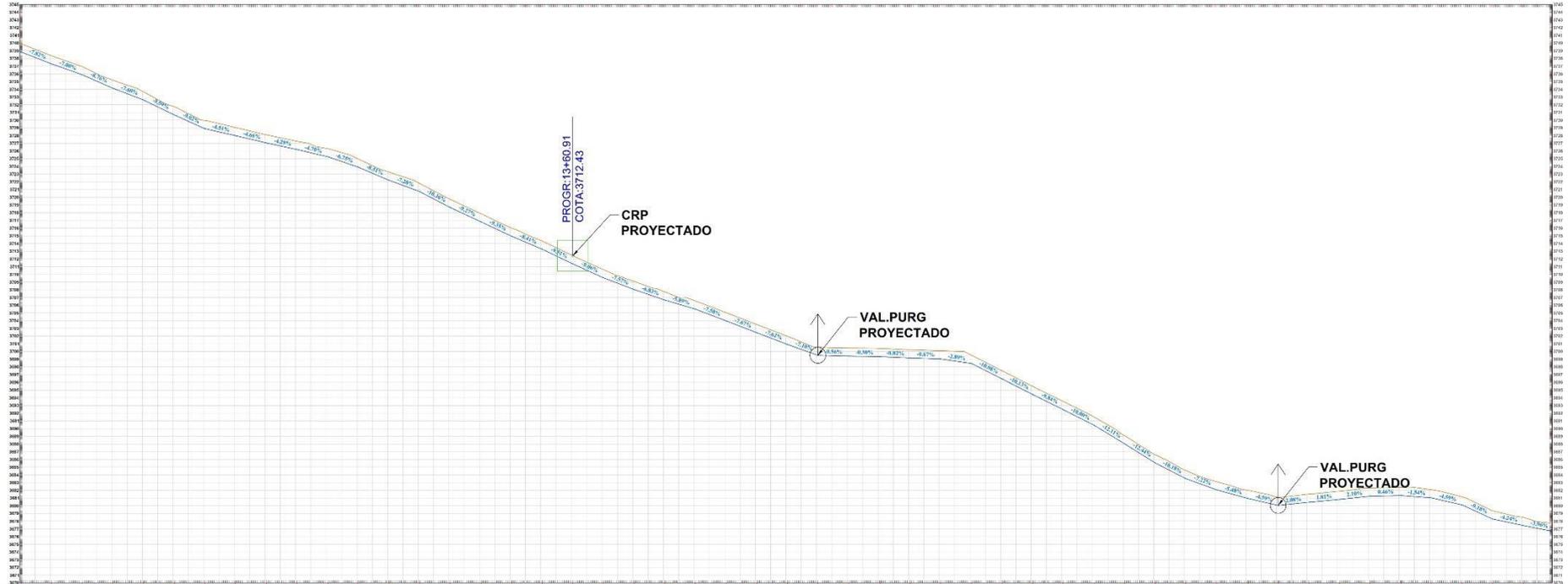
PERFIL LONGITUDINAL - LINEA DE CONDUCCION
ESC H: 1/1000 ESC V: 1/200
0+000.00 - 1+000.00



DISTANCIA	[0+00]	[0+05]	[0+10]	[0+15]	[0+20]	[0+25]	[0+30]	[0+35]	[0+40]	[0+45]	[0+50]	[0+55]	[0+60]	[0+65]	[0+70]	[0+75]	[0+80]	[0+85]	[0+90]	[0+95]	[1+00]
COTA DE TERRENO	3823.01	3820.75	3818.53	3816.34	3814.18	3812.05	3809.95	3807.88	3805.83	3803.80	3801.79	3799.82	3797.88	3795.94	3794.01	3792.09	3790.18	3788.28	3786.34	3784.41	3782.50
COTA DE TUBERIA	3823.01	3819.63	3816.27	3812.93	3809.60	3806.28	3802.97	3799.67	3796.37	3793.07	3789.77	3786.47	3783.17	3779.87	3776.57	3773.27	3769.97	3766.67	3763.37	3760.07	3756.77
ALTURA DE COCETE	1.00	1.06	1.05	1.08	1.04	1.04	1.06	1.07	1.08	1.03	1.07	1.06	1.06	1.06	1.07	1.08	1.08	1.07	1.04	1.07	1.03
PENDIENTE	§-13.02%	§-11.26%	§-4.46%	§-4.38%	§-6.79%	§-3.31%	§-4.77%	§-4.95%	§-7.33%	§-9.32%	§-15.30%	§-13.67%	§-6.28%	§-6.55%	§-7.67%	§-10.08%	§-6.40%	§-10.28%	§-10.10%	§-12.85%	§-7.65%
CLASE TUBERIA																					
DISTANCIA PARCIAL	L+01.38	L+15.16	L+19.98	L+15.66	L+19.72	L+28.38	L+19.33	L+28.15	L+28.33	L+19.89	L+19.21	L+28.44	L+19.45	L+28.44	L+19.22	L+28.62	L+19.34	L+19.79	L+19.98	L+28.37	L+19.54

PROYECTO: DISENO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN, LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RESERVOIRIO DE ALMACENAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO YARUSH, CENTRO POBLADO LLUPA, DISTRITO INDEPENDENCIA, PROVINCIA HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH - 2018.					FECHA: NOVIEMBRE DE 2018		
	PLANO: LÍNEA DE CONDUCCIÓN 0+000.00 - 1+000.00						ESCALA: INDICADAS
	CASERIO: YARUSH	CENTRO POBLADO: LLUPA	DISTRITO: INDEPENDENCIA	PROVINCIA: HUARAZ	REGION: ANCASH	LAMINA N° PL-01	
	UNIVERSIDAD: ULADECH CATÓLICA ASESOR: Ing. Giovana Zarate Alegre				CURSO: TALLER DE INVESTIGACION IV		

PERFIL LONGITUDINAL - LÍNEA DE CONDUCCIÓN
 ESC H: 1/1000 ESC V: 1/200
 1+000.00 - 2+000.00



DISTANCIA	[1+000]	[1+020]	[1+040]	[1+060]	[1+080]	[1+100]	[1+120]	[1+140]	[1+160]	[1+180]	[1+200]	[1+220]	[1+240]	[1+260]	[1+280]	[1+300]	[1+320]	[1+340]	[1+360]	[1+380]	[1+400]	[1+420]	[1+440]	[1+460]	[1+480]	[1+500]	[1+520]	[1+540]	[1+560]	[1+580]	[1+600]	[1+620]	[1+640]	[1+660]	[1+680]	[1+700]	[1+720]	[1+740]	[1+760]	[1+780]	[1+800]	[1+820]	[1+840]	[1+860]	[1+880]	[1+900]	[1+920]	[1+940]	[1+960]	[1+980]	[2+000]
COTA DE TERRENO	3730.61	3727.00	3725.25	3723.76	3721.60	3720.87	3720.28	3720.14	3717.29	3726.34	3725.05	3723.33	3721.50	3719.82	3717.98	3716.06	3714.40	3712.51	3706.62	3725.11	3723.57	3722.05	3720.57	3700.48	3703.40	3705.23	3700.19	3696.83	3697.61	3695.56	3693.81	3691.63	3689.19	3688.70	3684.66	3663.18	3662.96	3661.75	3661.49	3661.58	3662.30	3652.26	3652.12	3651.23	3679.43	3678.53	3677.73				
COTA DE TUBERÍA	3727.50	3726.84	3724.20	3723.67	3721.77	3720.99	3720.32	3722.69	3725.23	3725.29	3723.87	3722.28	3720.81	3718.79	3716.92	3715.02	3713.24	3711.45	3709.83	3700.11	3705.14	3705.55	3704.05	3702.51	3701.99	3696.96	3699.40	3699.24	3698.10	3698.04	3690.49	3690.55	3688.42	3682.05	3690.55	3689.15	3685.87	3683.81	3682.14	3691.03	3695.10	3680.43	3680.89	3681.21	3691.20	3681.05	3680.10	3679.39	3677.49	3676.69	
ALTURA DE CORTE	1.00	1.06	1.05	1.08	1.03	1.01	1.06	1.05	1.06	1.05	1.06	1.05	1.09	1.05	1.08	1.00	1.00	1.06	1.00	1.00	1.07	1.07	1.00	1.00	1.06	1.01	1.00	1.07	1.05	1.06	1.14	1.00	1.05	1.00	1.07	1.04	1.05	1.00	1.00	1.08	1.08	1.06	1.07	1.07	1.04	1.04	1.04				
PENDIENTE	S-1.2%	S-1.00%	S-0.79%	S-1.08%	S-0.99%	S-0.92%	S-0.91%	S-0.90%	S-0.85%	S-0.82%	S-0.78%	S-0.70%	S-0.63%	S-0.57%	S-0.50%	S-0.44%	S-0.37%	S-0.30%	S-0.23%	S-0.16%	S-0.09%	S-0.02%	S-0.05%	S-0.10%	S-0.15%	S-0.20%	S-0.25%	S-0.30%	S-0.35%	S-0.40%	S-0.45%	S-0.50%	S-0.55%	S-0.60%	S-0.65%	S-0.70%	S-0.75%	S-0.80%	S-0.85%	S-0.90%	S-0.95%	S-1.00%	S-1.05%	S-1.10%	S-1.15%	S-1.20%					
CLASE TUBERÍA	S-1.2%	S-1.00%	S-0.79%	S-1.08%	S-0.99%	S-0.92%	S-0.91%	S-0.90%	S-0.85%	S-0.82%	S-0.78%	S-0.70%	S-0.63%	S-0.57%	S-0.50%	S-0.44%	S-0.37%	S-0.30%	S-0.23%	S-0.16%	S-0.09%	S-0.02%	S-0.05%	S-0.10%	S-0.15%	S-0.20%	S-0.25%	S-0.30%	S-0.35%	S-0.40%	S-0.45%	S-0.50%	S-0.55%	S-0.60%	S-0.65%	S-0.70%	S-0.75%	S-0.80%	S-0.85%	S-0.90%	S-0.95%	S-1.00%	S-1.05%	S-1.10%	S-1.15%	S-1.20%					
DISTANCIA PARCIAL	L+19.64	L+19.88	L+20.13	L+20.21	L+19.50	L+19.80	L+20.30	L+19.27	L+20.47	L+19.35	L+19.86	L+19.89	L+19.54	L+20.20	L+19.54	L+20.02	L+19.80	L+19.30	L+19.82	L+19.85	L+19.89	L+20.11	L+20.02	L+19.77	L+20.01	L+20.25	L+19.71	L+19.65	L+20.11	L+19.91	L+19.79	L+19.70	L+19.38	L+19.30	L+19.56	L+19.30	L+19.28	L+20.44	L+19.85	L+20.16	L+19.81	L+19.94	L+20.10	L+19.53	L+20.16	L+19.66	L+19.91	L+19.85			

PROYECTO:

DISEÑO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN, LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RESERVOIRIO DE ALMACENAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO YARUSH, CENTRO POBLADO LLUPA, DISTRITO INDEPENDENCIA, PROVINCIA HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH - 2018.

FECHA:

NOVIEMBRE DE 2018



PLANO:

LÍNEA DE CONDUCCIÓN 1+000.00 - 2+000.00

ESCALA:

INDICADAS

CASERIO:

YARUSH

CENTRO POBLADO:

LLUPA

DISTRITO:

INDEPENDENCIA

PROVINCIA:

HUARAZ

REGION:

ANCASH

LAMINA N°

PL-02

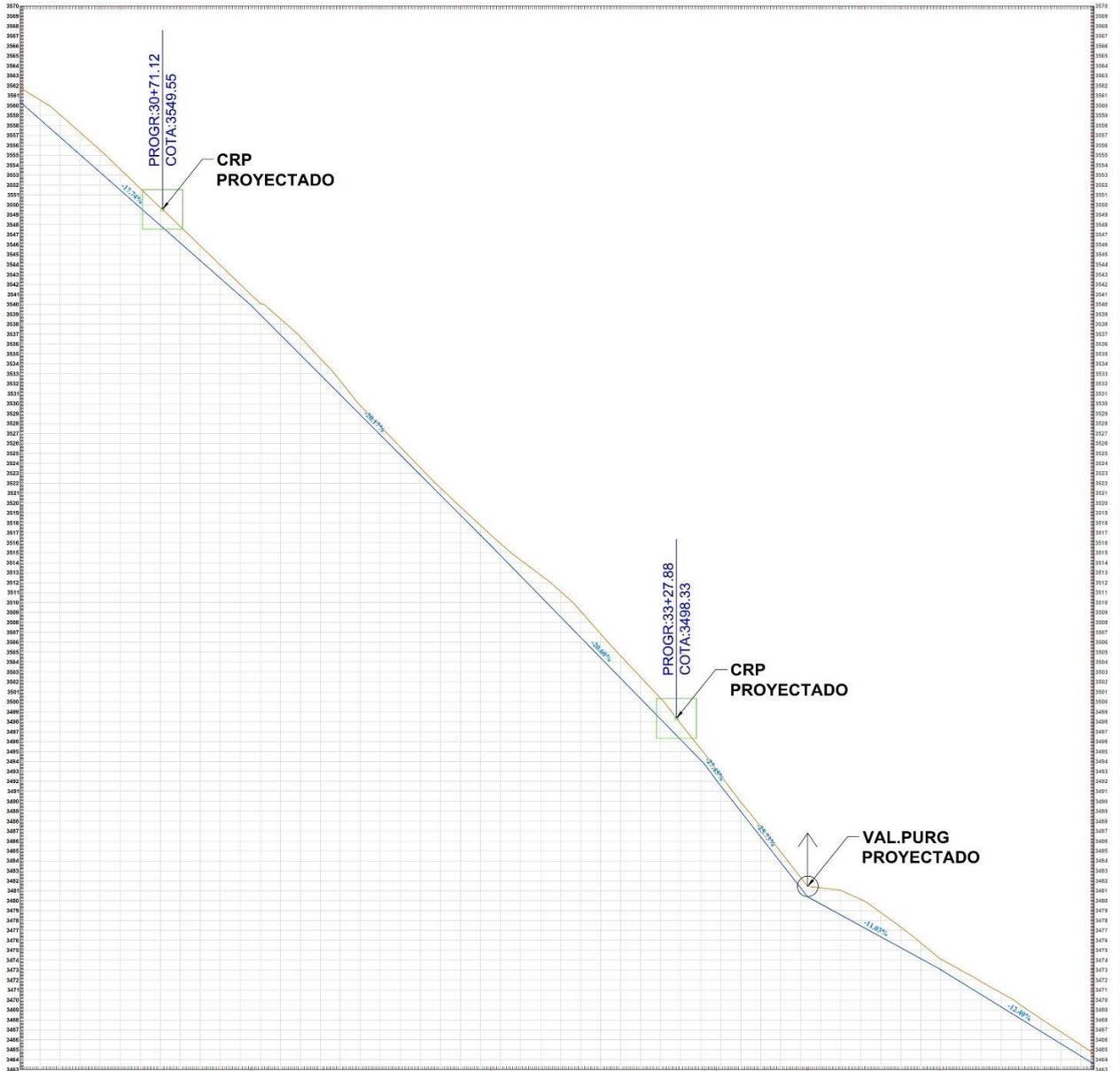
UNIVERSIDAD:

ULADECH CATÓLICA
 ASESOR:
Ing. Giovana Zarate Alegre

CURSO:

TALLER DE INVESTIGACION IV

PERFIL LONGITUDINAL - LINEA DE CONDUCCION
ESC H: 1/1000 ESC V: 1/200
3+000.00 - 3+536.48



DISTANCIA	[+00]	[+20]	[+40]	[+60]	[+80]	[+100]	[+120]	[+140]	[+160]	[+180]	[+200]	[+220]	[+240]	[+260]	[+280]	[+300]	[+320]	[+340]	[+360]	[+380]	[+400]	[+420]	[+440]	[+460]	[+480]	[+500]	[+520]	[+536]
COTA DE TERRENO	3550.06	3555.50	3551.85	3547.84	3543.94	3540.10	3536.71	3532.27	3527.72	3523.55	3519.63	3515.93	3512.77	3509.14	3504.63	3500.34	3495.28	3489.92	3484.91	3479.67	3474.46	3473.04	3471.87	3469.08	3465.60	3462.39	3458.62	
ALTURA DE CORTE	2.25	2.24	1.94	1.67	1.33	1.14	1.78	1.38	0.86	0.73	0.84	1.20	2.16	2.65	2.26	2.09	1.15	0.94	1.08	1.61	2.65	2.08	1.07	1.31	1.39	1.19	1.06	
PENDIENTE	S:-17.74%				S:-20.17%				S:-20.60%				S:-27.45%		S:-25.73%		S:-11.03%		S:-12.20%									
CLASE/ TUBERIA																												
DISTANCIA PARCIAL	L=122.04				L=119.66				L=166.81				L=5.76		L=45.41		L=65.75		L=77.08									

PROYECTO: DISEÑO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN, LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RESERVOIRIO DE ALMACENAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO YARUSH, CENTRO POBLADO LLUPA, DISTRITO INDEPENDENCIA, PROVINCIA HUARAZ, REGIÓN ÁNCASH - 2018.					FECHA: NOVIEMBRE DE 2018		
	PLANO: LÍNEA DE CONDUCCIÓN 3+000.00 - 3+536.21					ESCALA: INDICADAS	
	CASERIO: YARUSH	CENTRO POBLADO: LLUPA	DISTRITO: INDEPENDENCIA	PROVINCIA: HUARAZ	REGION: ANCASH	LAMINA N° PL-04	
	UNIVERSIDAD: ULADECH CATOLICA ASESOR: Ing. Giovana Zarate Alegre			CURSO: TALLER DE INVESTIGACION IV			

RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO

ANEXO 05:
EXTRACTOS DE
REGLAMENTOS
APLICADOS

ROGER AGÜERO PITMAN

AGUA POTABLE PARA POBLACIONES RURALES

sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento

Roger Agüero Pittman



agua y regular el gasto a utilizarse, y la segunda, una cámara seca que sirve para proteger las válvulas de control de salida y desagüe. La cámara húmeda estará provista de una canastilla de salida y tuberías de rebose y limpia (Figura 4.2).

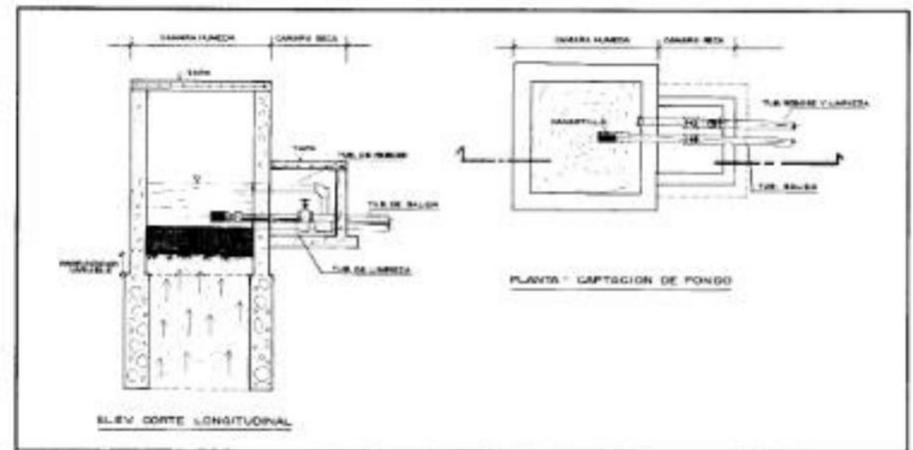


Figura 4.2 : Captación de un manantial de fondo y concentrado

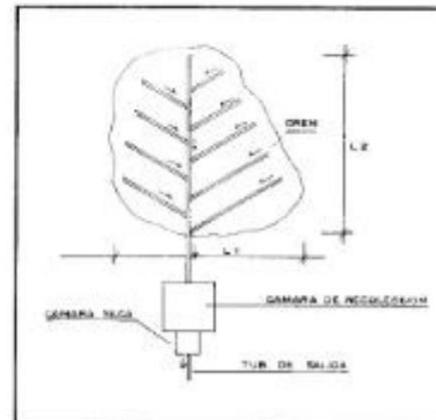


Figura 4.3 : Captación de un manantial de fondo y difuso.

Si existen manantiales cercanos unos a otros, se podrá construir varias cámaras, de las que partan tubos o galerías hacia una cámara de recolección de donde se inicie la línea de conducción. Adyacente a la cámara colectora se considera la construcción de la cámara seca cuya función es la de proteger la válvula de salida de agua. La cámara colectora tiene una canastilla de salida, un cono de rebose y tubería de limpia (Figura 4.3).

4.2 DISEÑO HIDRÁULICO Y DIMENSIONAMIENTO

A) PARA LA CAPTACIÓN DE UN MANANTIAL DE LADERA Y CONCENTRADO

Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto. Conocido el gasto, se puede diseñar el área de orificio en base a una velocidad de entrada no muy alta y al coeficiente de contracción de los orificios.

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

Es necesario conocer la velocidad de pase y la pérdida de carga sobre el orificio de salida. En la Figura 4.4, aplicando la ecuación de Bernoulli entre los puntos 0 y 1, resulta:

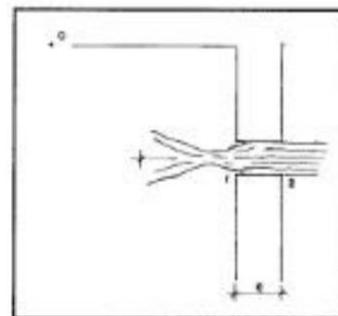


Figura 4.4 : Flujo del agua en un orificio de pared gruesa.

$$\frac{P_2}{\gamma} + h_0 + \frac{V_2^2}{2g} = \frac{P_1}{\gamma} + h_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

Considerando los valores de P_2 , V_2 , P_1 y h_1 igual a cero, se tiene:

$$h_0 = \frac{V_1^2}{2g} \quad (4.1)$$

Donde:

- h_0 = Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (se recomiendan valores de 0.4 a 0.5 m.).
- V_1 = Velocidad teórica en m/s.
- g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²).

Mediante la ecuación de continuidad considerando los puntos 1 y 2, se tiene:

$$Q_1 = Q_2 \\ Cd \times A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$$

Siendo $A_1 = A_2$,

$$V_1 = \frac{V_2}{Cd} \quad (4.2)$$

Donde:

- V_2 = Velocidad de pase (se recomiendan valores menores o iguales a 0.6 m/s).
- Cd = coeficiente de descarga en el punto 1 (se asume 0.8).

Reemplazando el valor de V_1 de la ecuación 4.2 en la ecuación 4.1, se tiene:

$$h_0 = 1.56 \frac{V_2^2}{2g} \quad (4.3)$$

Para los cálculos, h_0 es definida como la carga necesaria sobre el orificio de entrada que permite producir la velocidad de pase.

En la Figura 4.5 se observa:

$$H = H_1 + h_0$$

donde H_1 es la pérdida de carga que servirá para determinar la distancia entre el afloramiento y la caja de captación (L).

$$H_1 = H - h_0 \quad (4.4)$$

$$H_1 = 0.30 \times L \quad (4.5)$$

$$L = H_1 / 0.30$$

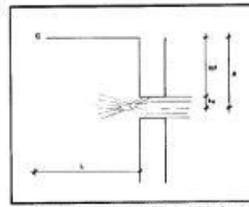


Figura 4.5 : Carga disponible y pérdida de carga

- Ancho de la pantalla (b)

Para determinar el ancho de la pantalla es necesario conocer el diámetro y el número de orificios que permitirán fluir el agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda. Para el cálculo del diámetro de la tubería de entrada (D), se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$Q_{\text{máx.}} = V \times A \times Cd \quad (4.6)$$

$$Q_{\text{máx.}} = A Cd (2g h)^{0.5} \quad (4.7)$$

Donde:

- $Q_{\text{máx.}}$ = Gasto máximo de la fuente en l/s.
- V = Velocidad de paso (se asume 0.50 m/s, siendo menor que el valor máximo recomendado de 0.60 m/s.).
- A = Área de la tubería en m².
- Cd = Coeficiente de descarga (0.6 a 0.8).
- g = Aceleración gravitacional (9.81 m/s²).
- h = Carga sobre el centro del orificio (m).

Despejando de la ecuación 4.6 el valor de A resulta:

$$A = \frac{Q_{\text{máx.}}}{Cd \times V} = \frac{Q D^2}{4} \quad (4.8)$$

Considerando la carga sobre el centro del orificio (ecuación 4.7) el valor de A será:

$$A = \frac{Q_{\text{máx.}}}{Cd \times (2gh)^{0.5}} = \frac{Q D^2}{4} \quad (4.9)$$

El valor de D será definido mediante : $D = (4 A / Q)^{0.5}$

Número de orificios: se recomienda usar diámetros (D) menores o iguales a 2". Si se obtuvieran diámetros mayores será necesario aumentar el número de orificios (NA), siendo:

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

$$NA = (D_1/D_2)^2 + 1 \quad (4.10)$$

Para el cálculo del ancho de la pantalla, se asume que para una buena distribución del agua los orificios se deben ubicar como se muestra en la Figura 4.6.

Siendo: "D" el diámetro de la tubería de entrada
"b" el ancho de la pantalla.

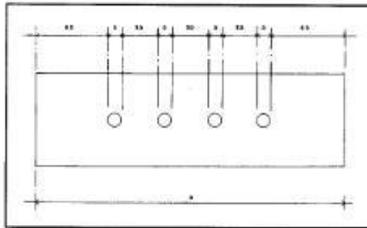


Figura 4.6: Distribución de los orificios - Pantalla frontal

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

$$b = 2(6D) + NA D + 3D (NA - 1) \quad (4.11)$$

Donde:

- b = Ancho de la pantalla.
- D = Diámetro del orificio.
- NA = Número de orificios.

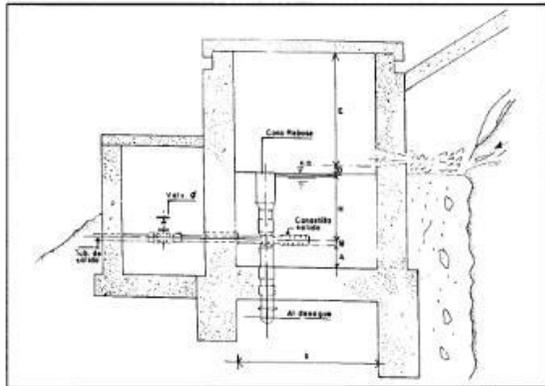


Figura 4.7: Altura total de la cámara húmeda

- Altura de la cámara húmeda

En base a los elementos identificados en la Figura 4.7, la altura total de la cámara húmeda se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Ht = A + B + H + D + E \quad (4.12)$$

42

Donde:

- A: Se considera una altura mínima de 10 cm, que permite la sedimentación de la arena.
- B: Se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.
- H: Altura de agua.
- D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo 3 cm.).
- E: Borde libre (de 10 a 30 cms.).

Para determinar la altura de la captación, es necesario conocer la carga requerida para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción. La carga requerida es determinada mediante la ecuación 4.3.

$$H = 1.56 \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

- H = Carga requerida en m.
- V = Velocidad promedio en la salida de la tubería de la línea de conducción en m/s.
- g = Aceleración de la gravedad igual 9.81 m/s².

Se recomienda una altura mínima de H = 30 cm.

- Dimensionamiento de la canastilla

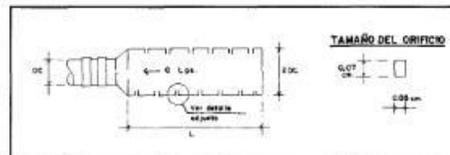


Figura 4.8: Canastilla de salida

Para el dimensionamiento se considera que el diámetro de la canastilla debe ser 2 veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (Dc) (ver Figura 4.8); que el área total de las ranuras (At) sea el doble del área de la tubería de la línea de conducción; y que la

longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3 Dc y menor a 6 Dc.

$$At = 2 Ac \quad (4.13)$$

donde:

$$Ac = \frac{\pi Dc^2}{4}$$

Conocidos los valores del área total de ranuras y el área de cada ranura se determina el número de ranuras:

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

43

- Tubería de rebose y limpieza

En la tubería de rebose y de limpia se recomiendan pendientes de 1 a 1.5% y considerando el caudal máximo de aforo, se determina el diámetro mediante la ecuación de Hazen y Williams (para C=140):

$$D = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{hf^{0.21}} \quad (4.14)$$

donde:

- D = Diámetro en pulg.
- Q = Gasto máximo de la fuente en l/s.
- hf = Pérdida de carga unitaria en m/m.

EJEMPLO:

Datos: Se tiene un manantial de ladera y concentrado cuyo rendimiento es el siguiente:

- Caudal máximo = 1.30 l/s.
- Caudal mínimo = 1.25 l/s.
- Gasto máximo diario = 1.18 l/s.

1. Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda (L).

De la ecuación 4.3 el valor de la velocidad (V) es:

$$V = \left[\frac{2gh}{1.56} \right]^{1/2}$$

Para un valor asumido de h = 0.40 m. y considerando la aceleración de la gravedad g = 9.81 m/s² se obtiene una velocidad de pase V = 2.24 m/s. Dicho valor es mayor que la velocidad máxima recomendada de 0.6 m/s por lo que se asume para el diseño una velocidad de 0.5 m/s.

Mediante la ecuación 4.3 y la velocidad de 0.5 m/s se determina la pérdida de carga en el orificio, resultando h_o = 0.02 m. Con el valor de h_o se calcula el valor de Hf mediante la ecuación 4.4, siendo:

$$Hf = H - h_o = 0.40 - 0.02 = 0.38 \text{ m.}$$

El valor de L se define mediante la ecuación 4.5.

$$L = Hf/0.30 = 1.27 \text{ m.}$$

2. Ancho de la pantalla (b)

Cálculo del diámetro de la tubería de entrada (D)

Para determinar el diámetro del orificio se utilizará la ecuación 4.8 donde el valor del área será definida como:

$$A = \frac{Q_{\text{máx}}}{Cd \times V}$$

Considerando un caudal máximo de la fuente (Q_{máx.}) de 1.30 l/s, una velocidad de pase (V) de 0.50 m/s y un coeficiente de descarga (Cd) de 0.8; resulta un área (A) igual a 3.25x10⁻³ m².

El diámetro del orificio será definido mediante:

$$D = \left[\frac{4A}{\pi} \right]^{1/2} = 0.0643 \text{ m.}$$

$$D = 6.43 \text{ cm.} = 2 \text{ 1/2"}$$

Cálculo del número de orificios (NA)

Como el diámetro calculado de 2 1/2" es mayor que el diámetro máximo recomendado de 2", en el diseño se asume un diámetro de 1 1/2" que será utilizado para determinar el número de orificios (NA).

$$NA = \frac{D^2_{(1.127)}}{D^2_{(1.27)}} + 1$$

$$NA = \frac{(6.35 \text{ cm})^2}{(3.81 \text{ cm})^2} + 1 = 3.78, \text{ asumiéndose } NA = 4$$

Cálculo del ancho de la pantalla (b)

Conocido el diámetro del orificio (D) de 1 1/2" y el número de agujeros (NA) igual a 4, el ancho de la pantalla (b) se determina mediante la ecuación 4.11.

$$b = 2(6D) + NA D + 3D (NA - 1) = 37.5 \text{ pulg}$$

$$b = 95.25 \text{ cm}$$

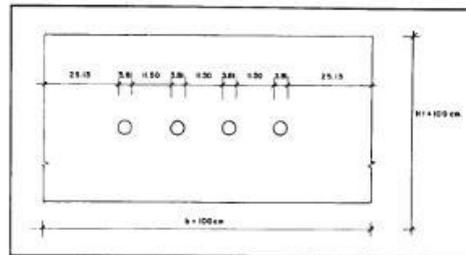


Figura 4.9 : Distribución de orificios en la pantalla - Ejemplo desarrollado

Para el diseño se asume una sección interna de la cámara húmeda de 1 m. por 1 m.

En la Figura 4.9 se presenta la distribución final de los orificios.

3. Altura de la cámara húmeda (Ht)

Para determinar la altura de la cámara húmeda (Ht) se utiliza la ecuación 4.12.

$$Ht = A + B + H + D + E$$

Donde:

$$\begin{aligned} A &= 10 \text{ cm.} \\ B &= 3.81 \text{ cm. (1 1/2").} \\ D &= 3 \text{ cm.} \\ E &= 30 \text{ cm.} \end{aligned}$$

El valor de la carga requerida (H) se define mediante la ecuación 4.3.

$$H = 1.56 \frac{V^2}{2g} = 1.56 \frac{Q^2 \text{md}}{2g A^3}$$

Donde:

$$\begin{aligned} Q_{\text{md}} &= \text{Gasto máximo diario en m}^3/\text{s (0.00118).} \\ A &= \text{Área de la tubería de salida en m}^2 \text{ (0.0011401).} \\ g &= \text{Aceleración gravitacional (9.81 m/s}^2\text{).} \end{aligned}$$

Resultado: $H = 0.0852 \text{ m.} = 8.52 \text{ cm.}$

Para facilitar el paso del agua se asume una altura mínima de $H = 30 \text{ cm.}$

Reemplazando los valores identificados, la altura total Ht es 76.81 cm. En el diseño se considera una altura de 1.00 m.

4. Dimensionamiento de la canastilla

El diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (Dc), es de 1 1/2". Para el diseño se estima que el diámetro de la canastilla debe ser 2 veces el "Dc" por consiguiente:

$$D \text{ canastilla} = 2 \times 1.5" = 3"$$

Se recomienda que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3 Dc y menor a 6 Dc

$$\begin{aligned} L &= 3 \times 1.5 = 11.43 = 12 \text{ cm.} \\ L &= 6 \times 1.5 = 22.86 = 23 \text{ cm.} \\ L \text{ asumido} &= 20 \text{ cm.} \\ \text{Ancho de la ranura} &= 5 \text{ mm.} \\ \text{Largo de la ranura} &= 7 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Siendo el área de la ranura (A_r) = $7 \times 5 = 35 \text{ mm}^2$.

$$A_r = 35 \times 10^6 \text{ m}^2.$$

Área total de ranuras (A_t) = $2 A_c$, considerando A_c como el área transversal de la tubería de la línea de conducción.

$$A_c = \frac{\pi D_c^2}{4} = \frac{1.1401 \times 10^{-3} \text{ m}^2}{(0.0381 \text{ m.})^2}, \text{ para } D_c = 1 \text{ 1/2"}.$$

$$A_t = 2 A_c = 2.2802 \times 10^{-3} \text{ m}^2.$$

El valor de A_t no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada (A_g).

$$\begin{aligned} A_g &= 0.5 \times D_g \times L = 0.02394 \text{ m}^2, \\ &\text{para } D_g = 3". \\ &\text{y } L = 0.20 \text{ m.} \end{aligned}$$

El número de ranuras resulta:

$$N^\circ \text{ de ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}} = \frac{2.2802 \times 10^{-3}}{35 \times 10^{-6}}$$

$$N^\circ \text{ de ranuras} = 65.$$

5. Rebose y limpieza

El rebose se instala directamente a la tubería de limpia y para realizar la limpieza y evacuar el agua de la cámara húmeda, se levanta la tubería de rebose. La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calculan mediante la ecuación 4.14.

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

Donde:

$$\begin{aligned} D &= \text{Diámetro en pulg.} \\ Q &= \text{Gasto máximo de la fuente (1.30 l/s).} \\ h_f &= \text{Pérdida de carga unitaria (0.015 m/m).} \end{aligned}$$

Resultando:

$$D = 1.89 \text{ Pulg.} = 2 \text{ pulg. y un cono de rebose de } 2 \times 4 \text{ pulg.}$$

B) PARA LA CAPTACIÓN DE UN MANANTIAL DE FONDO Y CONCENTRADO

El ancho de la pantalla se determina en base a las características propias del afloramiento, quedando definido con la condición que pueda captar la totalidad del agua que aflora del sub suelo⁽¹⁾.

(1) En los proyectos ejecutados por SER se han encontrado manantiales en los que se han definido anchos de pantalla de 0.5 a 2.5 m.

CAPÍTULO 5

LÍNEA DE CONDUCCIÓN

La línea de conducción en un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad es el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte encargados de la conducción del agua desde la captación hasta el reservorio, aprovechando la carga estática existente. Debe utilizarse al máximo la energía disponible para conducir el gasto deseado, lo que en la mayoría de los casos nos llevará a la selección del diámetro mínimo que permita presiones iguales o menores a la resistencia física que el material de la tubería soporte.

Las tuberías normalmente siguen el perfil del terreno, salvo el caso de que, a lo largo de la ruta por donde se debería realizar la instalación de las tuberías, existan zonas rocosas insalvables, cruces de quebradas, terrenos erosionables, etc. que requieran de estructuras especiales. Para lograr un mejor funcionamiento del sistema, a lo largo de la línea de conducción puede requerirse cámaras rompe presión, válvulas de aire, válvulas de purga, etc. Cada uno de estos elementos precisa de un diseño de acuerdo a características particulares.

Todas estas consideraciones serán desarrolladas en el presente capítulo y servirán para diseñar y definir los diámetros de las tuberías y la ubicación de las cámaras rompe-presión.

5.1 CRITERIOS DE DISEÑO

Definido el perfil de la línea de conducción, es necesario considerar criterios de diseño que permitan el planteamiento final en base a las siguientes consideraciones:

A) CARGA DISPONIBLE

La carga disponible (Figura 5.1) viene representada por la diferencia de elevación entre la obra de captación y el reservorio.

B) GASTO DE DISEÑO

El gasto de diseño es el correspondiente al gasto máximo diario (Q_{md}), el que se estima considerando el caudal medio de la población para el período de diseño seleccionado (Q_m) y el factor K_1 del día de máximo consumo (ver Capítulo 2).

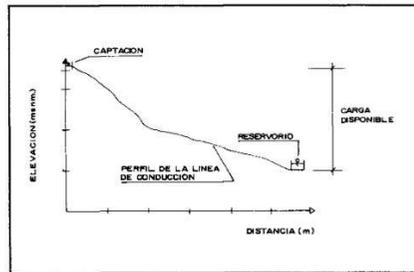


Figura 5.1: Carga disponible en la línea de conducción

C) CLASES DE TUBERÍA

Las clases de tubería a seleccionarse estarán definidas por las máximas presiones que ocurran en la línea representada por la línea de carga estática. Para la selección se debe considerar una tubería que resista la presión más elevada que pueda producirse, ya que la presión máxima no ocurre bajo condiciones de operación, sino cuando se presenta la presión estática, al cerrar la válvula de control en la tubería.

En la mayoría de los proyectos de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales se utilizan tuberías de PVC. Este material tiene ventajas comparativas con relación a otro tipo de tuberías: es económico, flexible, durable, de poco peso y de fácil transporte e instalación; además, son las tuberías que incluyen diámetros comerciales menores de 2 pulg y que fácilmente se encuentran en el mercado.

En el Cuadro 5.1 y la Figura 5.2, se presentan las clases comerciales de tuberías PVC con sus respectivas cargas de presión.

CUADRO 5.1:

Clase de tuberías PVC y máxima presión de trabajo

CLASE	PRESIÓN MÁXIMA DE PRUEBA (m.)	PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO (m.)
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

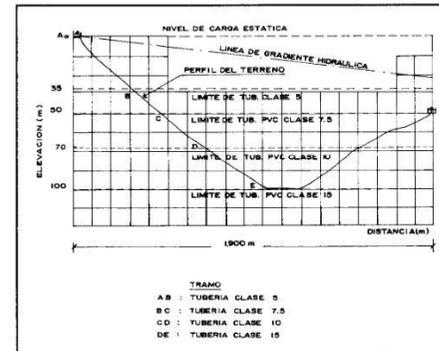


Figura 5.2: Presiones máximas de trabajo para diferentes clases de tuberías PVC

Cuando las presiones sean mayores a las que soporta la tubería PVC, cuando la naturaleza del terreno haga antieconómica la excavación y donde sea necesaria la construcción de acueductos, se recomienda utilizar tubería de fierro galvanizado.

D) DIÁMETROS

Para determinar los diámetros se consideran diferentes soluciones y se estudian diversas alternativas desde el punto de vista económico. Considerando el máximo desnivel en toda la longitud del tramo, el diámetro seleccionado deberá tener la capacidad de conducir el gasto de diseño con velocidades comprendidas entre 0.6 y 3.0 m/s; y las pérdidas de carga por tramo calculado deben ser menores o iguales a la carga disponible.

E) ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS

- Válvulas de aire

El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área de 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 pudiendo ser automáticas o manuales. Debido al costo elevado de las válvulas automáticas, en la mayoría de las líneas de conducción se utilizan válvulas de compuerta con sus respectivos accesorios que requieren ser operadas periódicamente. (ver Figura 5.3).

- Válvulas de purga

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 (ver Figura 5.4).

- Cámaras rompe-presión

Cuando existe mucho desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar una tubería. En esta situación, es necesaria la construcción de cámaras rompe-presión que permitan disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños en la tubería. Estas estructuras permiten utilizar tuberías de menor clase, reduciendo considerablemente los costos en las obras de abastecimiento de agua potable.

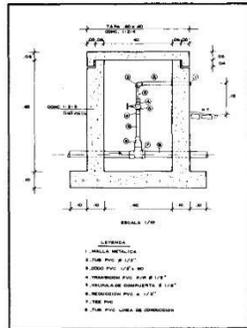


Figura 5.3 : Válvula de aire manual

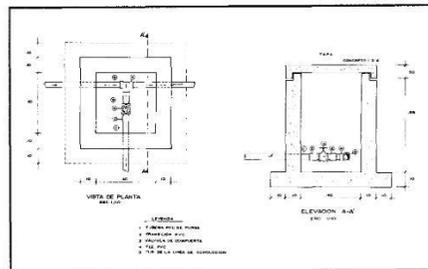


Figura 5.4 : Válvula de purga

En la Figura 5.5 se ilustra la ubicación de las estructuras complementarias de la línea de conducción.

5.2 LÍNEA DE GRADIENTE HIDRÁULICA

La línea de gradiente hidráulica (L.G.H.) indica la presión de agua a lo largo de la tubería bajo condiciones de operación. Cuando se traza la línea de gradiente hidráulica para un caudal que descarga libremente en la atmósfera (como dentro de un tanque), puede resultar que la presión residual en el punto de descarga se vuelva positiva o negativa, como se ilustra en la Figura 5.6.

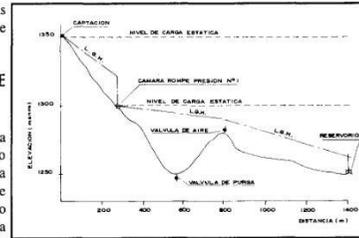


Figura 5.5 : Ubicación de estructuras complementarias

En el Figura 5.6a se observa la presión residual positiva, que indica que hay un exceso de energía gravitacional; quiere decir, que hay energía suficiente para mover el flujo. En la Figura 5.6b se observa la presión residual negativa, que indica que no hay suficiente energía gravitacional para mover la cantidad deseada de agua; motivo suficiente para que la cantidad de agua no fluya. Se puede volver a trazar la L.G.H. usando un menor caudal y/o un diámetro mayor de tubería con la finalidad de tener en toda la longitud de la tubería una carga operativa de agua positiva.

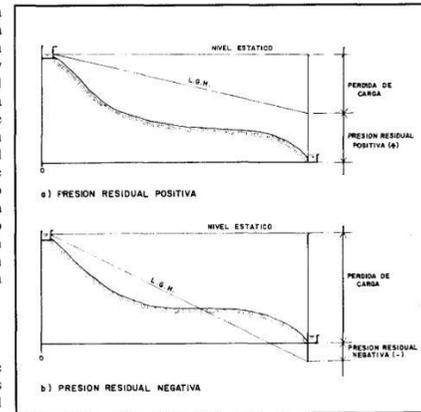


Figura 5.6 : Presiones residuales positivas y negativas

5.3 PÉRDIDA DE CARGA

La pérdida de carga es el gasto de energía necesario para vencer las resistencias que se oponen al movimiento del fluido de un punto a otro en una sección de la tubería.

Las pérdidas de carga pueden ser lineales o de fricción y singulares o locales. Las primeras, son ocasionadas por la fuerza de rozamiento en la superficie de contacto entre el fluido y la tubería; y las segundas son producidas por las deformaciones de flujo, cambio en sus movimientos y velocidad (estrechamientos o ensanchamientos bruscos de la sección, torneos de las válvulas, grifos, compuertas, codos, etc.).

Cuando las pérdidas locales son más del 10% de las pérdidas de fricción, la tubería se denomina corta y el cálculo se realiza considerando la influencia de estas pérdidas locales.

Debido a que en la línea de conducción las pérdidas locales no superan el 10%, para realizar los cálculos hidráulicos solamente se consideran las pérdidas por fricción.

A) PÉRDIDA DE CARGA UNITARIA

Para el cálculo de la pérdida de carga unitaria, pueden utilizarse muchas fórmulas, sin embargo una de las más usadas en conductos a presión, es la de Hazen y Williams. Esta fórmula es válida únicamente para tuberías de flujo turbulento, con comportamiento hidráulico rugoso y con diámetros mayores a 2 pulg.

Las Normas del Ministerio de Salud, para el cálculo hidráulico recomiendan el empleo de la fórmula de Fair-Whipple para diámetros menores a 2 pulg.; sin embargo se puede utilizar la fórmula de Hazen y Williams, con cuya ecuación los fabricantes de nuestro país elaboran sus nomogramas en los que incluyen diámetros menores a 2 pulg. (ver Figura 5.7).

Para los propósitos de diseño se considera:

Ecuación de Hazen y Williams

$$Q = 0.0004264 C D^{2.63} h^{0.54} \tag{5.1}$$

Donde:

- D = Diámetro de la tubería (pulg).
- Q = Caudal (l/s).
- hf = Pérdida de carga unitaria (m/Km).
- C = Coeficiente de Hazen - Williams expresado en (pie)^{1/2}/seg.

En caso de usar:

MATERIAL	C
Fierro fundido	100
Concreto	110
Acero	120
Asbesto Cemento/PVC	140

Para una tubería de PVC o asbesto-cemento, donde el valor de C=140; el caudal, la pérdida de carga unitaria y el diámetro quedan definidos como:

$$Q = 2.492 \times D^{2.63} \times h^{0.54} \tag{5.2}$$

$$hf = \left(\frac{Q}{2.492 \times D^{2.63}} \right)^{1.85} \tag{5.3}$$

$$D = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{hf^{0.21}} \tag{5.4}$$

57

58

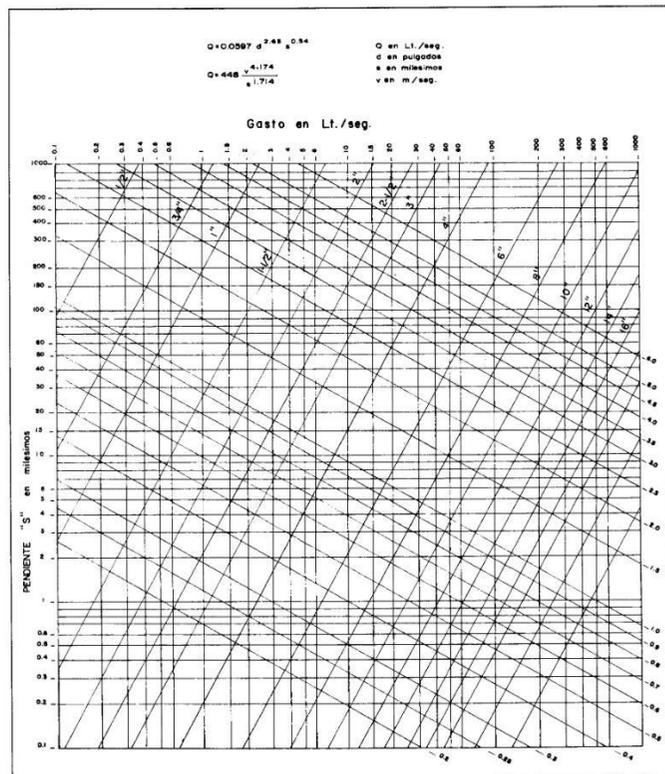


Figura 5.7 : Nomograma para la fórmula de Hazen y Williams (para tubería con C = 140)

Donde:

- Q = Caudal (l/s).
- hf = Pérdida de carga unitaria (m/m).
- D = Diámetro de la tubería (pulg.).

Ecuación de Fair-Whipple

Para una tubería donde el valor de C=140, el caudal, la pérdida de carga unitaria y el diámetro quedan definidos como:

$$Q = 2.8639 \times D^{2.71} \times hf^{0.57} \quad (5.5)$$

$$hf = \left(\frac{Q}{2.8639 \times D^{2.71}} \right)^{1.75} \quad (5.6)$$

$$D = \left(\frac{Q}{2.8639 \times hf^{0.57}} \right)^{0.37} \quad (5.7)$$

Donde:

- Q = Caudal en l/s.
- hf = Pérdida de carga unitaria en m/m.
- D = Diámetro en pulg.

B) PÉRDIDA DE CARGA POR TRAMO

La pérdida de carga por tramo (Hf) se define como:

$$Hf = hf \times L \quad (5.8)$$

Siendo L la longitud del tramo de tubería (m).

Para determinar la pérdida de carga por tramo es necesario conocer los valores de carga disponible, el gasto de diseño y la longitud del tramo de tubería. Con dicha información y con el uso de nomogramas o la aplicación de fórmulas se determina el diámetro de tubería. En caso de que el diámetro calculado se encuentre entre los rangos de dos diámetros comerciales se selecciona el rango superior o se desarrolla la combinación de tuberías. Con el diámetro o los diámetros seleccionados se calculan las pérdidas de carga unitaria para finalmente estimar la pérdida de carga por tramo.

EJEMPLO:

Determinar los cálculos hidráulicos de la línea de conducción para la siguiente condición:

Datos:

- Gasto de diseño (Qmd) = 2.1 l/s.
- Longitud de tubería (L) = 380 m.
- Cota captación (cota cap.) = 2500 msnm.
- Cota reservorio (R) = 2450 msnm.

59

60

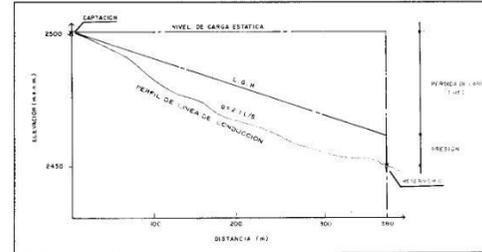


Figura 5.8: Perfil longitudinal de una línea de conducción

En la Figura 5.8 se presenta un ejemplo cuya información es la siguiente:

Considerando un solo diámetro de tubería.

Cálculos:

$$\begin{aligned} \text{Carga disponible} &= \text{Cota capt.} - \text{Cota reserv.} \\ &= 2500 - 2450 = 50 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\text{Pérdida de Carga unitaria}(hf) = \frac{\text{Carga disponible}}{L}$$

$$hf = \frac{50}{380} = 0.1316 \text{ (131.6 } \frac{\%}{1000} \text{)}$$

Para determinar el valor del diámetro mediante el uso del nomograma de Hazen-Williams (Figura 5.7), se consideran los valores del gasto de diseño (2.1 l/s) y la pérdida de carga unitaria (131.6 m. por cada 1000 m). Con dicha información resulta un diámetro de tubería comprendida entre 1" y 1 1/2".

Como el diseño considera un solo diámetro, se selecciona el de 1 1/2".

La pérdida de carga unitaria real se estima con la ayuda del nomograma cuyos valores de entrada son el gasto de diseño (2.1 l/s) y el diámetro seleccionado (1 1/2"); resultando el valor de 100 $\frac{\%}{1000}$. Adicionalmente se hace lectura de la velocidad cuyo valor es de 1.9 m/s y se encuentra dentro del rango recomendado.

Conocido el valor de la pérdida de carga unitaria se estiman los valores de pérdida de carga por tramo:

$$\text{Pérdida de carga unitaria}(hf) = 100 \frac{\%}{1000}$$

$$\text{Pérdida de carga en el tramo (Hf)} = \frac{L \times hf}{1000}$$

$$Hf = \frac{380 \times 100}{1000} = 38.00 \text{ m.}$$

CAPÍTULO 6

RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO

La importancia del reservorio radica en garantizar el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectadas y el rendimiento admisible de la fuente.

Un sistema de abastecimiento de agua potable requerirá de un reservorio cuando el rendimiento admisible de la fuente sea menor que el gasto máximo horario (Q_{mh}). En caso que el rendimiento de la fuente sea mayor que el Q_{mh} no se considera el reservorio, y debe asegurarse que el diámetro de la línea de conducción sea suficiente para conducir el gasto máximo horario (Q_{mh}), que permita cubrir los requerimientos de consumo de la población.

En algunos proyectos resulta más económico usar tuberías de menor diámetro en la línea de conducción y construir un reservorio de almacenamiento.

En el desarrollo del capítulo se presentan las consideraciones básicas que permiten definir metodológicamente el diseño hidráulico y además se muestra un ejemplo de cálculo estructural de un reservorio de almacenamiento típico para poblaciones rurales.

6.1 CONSIDERACIONES BÁSICAS

Los aspectos más importantes a considerarse para el diseño son la capacidad, ubicación y tipo de reservorio.

A) CAPACIDAD DEL RESERVORIO

Para determinar la capacidad del reservorio, es necesario considerar la compensación de las variaciones horarias, emergencia para incendios, previsión de reservas para cubrir daños e interrupciones en la línea de conducción y que el reservorio funcione como parte del sistema.

Para el cálculo de la capacidad del reservorio, se considera la compensación de variaciones horarias de consumo y los eventuales desperfectos en la línea de conducción. El reservorio debe permitir que la demanda máxima que se produce en el consumo sea satisfecha a cabalidad, al igual que cualquier variación en el consumo registrada en las 24 horas del día. Ante la eventualidad de que en la línea de conducción puedan ocurrir daños que mantengan una situación de déficit en el suministro de agua mientras se hagan las reparaciones pertinentes, es aconsejable un volumen adicional que dé oportunidad de restablecer la conducción de agua hasta el reservorio.

77

B) TIPOS DE RESERVORIOS

Los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados y enterrados. Los elevados, que generalmente tienen forma esférica, cilíndrica y de paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc.; los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo; y los enterrados, de forma rectangular, son construidos por debajo de la superficie del suelo (cisternas).

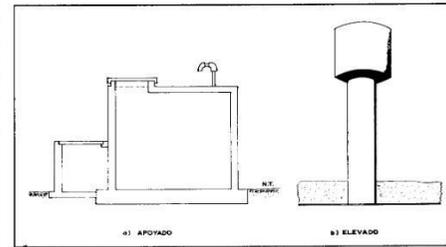


Figura 6.1 : Tipos de reservorios: apoyado y elevado

Para capacidades medianas y pequeñas, como es el caso de los proyectos de abastecimiento de agua potable en poblaciones rurales, resulta tradicional y económica la construcción de un reservorio apoyado de forma cuadrada.

C) UBICACIÓN DEL RESERVORIO

La ubicación está determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener la presión en la red dentro de los límites de servicio, garantizando presiones mínimas en las viviendas más elevadas y presiones máximas en las viviendas más bajas.

De acuerdo a la ubicación, los reservorios pueden ser de cabecera o flotantes. En el primer caso se alimentan directamente de la captación, pudiendo ser por gravedad o bombeo y elevados o apoyados, y alimentan directamente de agua a la población. En el segundo caso, son típicos reguladores de presión, casi siempre son elevados y se caracterizan porque la entrada y la salida del agua se hace por el mismo tubo.

Considerando la topografía del terreno y la ubicación de la fuente de agua, en la mayoría de los proyectos de agua potable en zonas rurales los reservorios de almacenamiento son de cabecera y por gravedad. El reservorio se debe ubicar lo más cerca posible y a una elevación mayor al centro poblado.

6.2 CASETA DE VÁLVULAS

A) TUBERÍA DE LLEGADA

El diámetro está definido por la tubería de conducción, debiendo estar provista de una válvula compuerta de igual diámetro antes de la entrada

78

al reservorio de almacenamiento; debe proveerse de un by - pass para atender situaciones de emergencia.

B) TUBERÍA DE SALIDA

El diámetro de la tubería de salida será el correspondiente al diámetro de la línea de aducción, y deberá estar provista de una válvula compuerta que permita regular el abastecimiento de agua a la población.

C) TUBERÍA DE LIMPIA

La tubería de limpia deberá tener un diámetro tal que facilite la limpieza del reservorio de almacenamiento en un período no mayor de 2 horas. Esta tubería será provista de una válvula compuerta.

D) TUBERÍA DE REBOSE

La tubería de rebose se conectará con descarga libre a la tubería de limpia y no se proveerá de válvula compuerta, permitiéndose la descarga de agua en cualquier momento.

E) By - PASS

Se instalará una tubería con una conexión directa entre la entrada y la salida, de manera que cuando se cierre la tubería de entrada al reservorio de almacenamiento, el caudal ingrese directamente a la línea de aducción. Esta constará de una válvula compuerta que permita el control del flujo de agua con fines de mantenimiento y limpieza del reservorio.

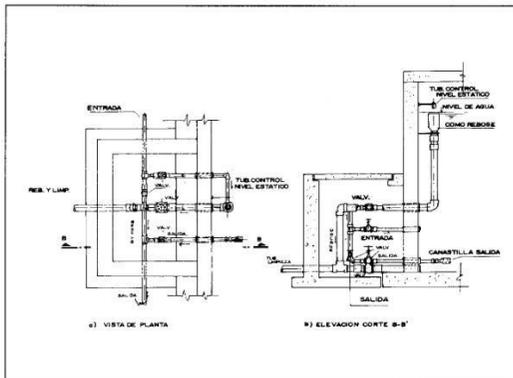


Figura 6.2 : Caseta de válvulas del reservorio

79

6.3 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL RESERVORIO

Para el cálculo del volumen de almacenamiento se utilizan métodos gráficos y analíticos. Los primeros se basan en la determinación de la "curva de masa" o de "consumo integral", considerando los consumos acumulados; para los métodos analíticos, se debe disponer de los datos de consumo por horas y del caudal disponible de la fuente, que por lo general es equivalente al consumo promedio diario (ver Figura 6.3).

En la mayoría de las poblaciones rurales no se cuenta con información que permita utilizar los métodos mencionados, pero sí podemos estimar el consumo medio diario anual. En base a esta información se calcula el volumen de almacenamiento de acuerdo a las Normas del Ministerio de Salud.

Para los proyectos de agua potable por gravedad, el Ministerio de Salud recomienda una capacidad de regulación del reservorio del 25 al 30% del volumen del consumo promedio diario anual (Qm).

Con la finalidad de presentar el procedimiento de cálculo de la capacidad y del dimensionamiento de un reservorio se desarrolla el siguiente ejemplo:

EJEMPLO:

Datos:
Población futura (Pf) = 977 habitantes
Dotación = 80 l/nab./día

Resultados:
Consumo promedio anual (Qm):
 $Q_m = P_f \times \text{Dotación} = 78,160 \text{ litros}$

Volumen del reservorio considerando el 25% de Qm:
 $V = Q_m \times 0.25 = 19,540 \text{ litros} = 19.54 \text{ m}^3$

80

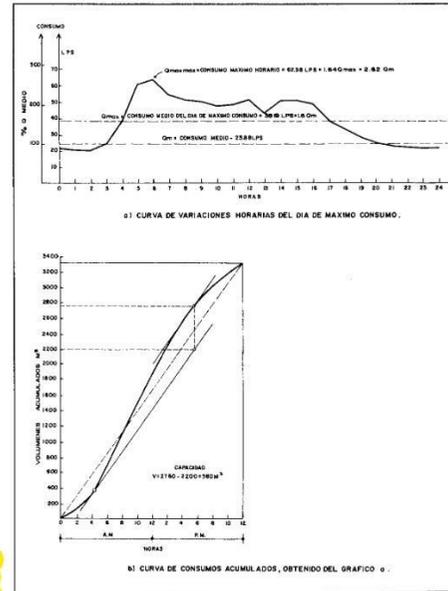


Figura 6.3 : Curva de variaciones horarias y de consumos acumulados

Volumen asumido para el diseño (V) = 20 m³.

Con el valor del volumen (V) se define un reservorio de sección cuadrada cuyas dimensiones son:

Ancho de la pared (b) = 3.70 m.
 Altura de agua (h) = 1.48 m.
 Bordo libre (B.L.) = 0.30 m.
 Altura total (H) = 1.78 m.

Las dimensiones estimadas se muestran en la Figura 6.4.

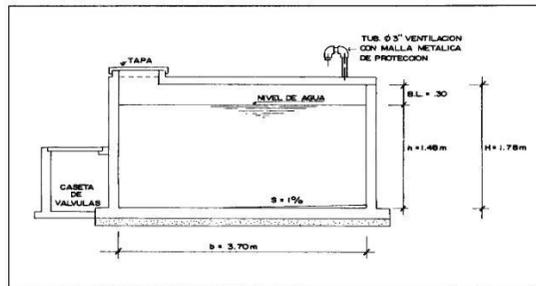


Figura 6.4 : Dimensiones del reservorio apoyado de sección cuadrada

6.4 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO

Para el diseño estructural de reservorios de pequeñas y medianas capacidades se recomienda utilizar el método de Portland Cement Association (ref. Nro 15 y 19), que determina momentos y fuerzas cortantes como resultado de experiencias sobre modelos de reservorios basados en la teoría de Plates and Shells de Timoshenko, donde se consideran las paredes empotradas entre sí.

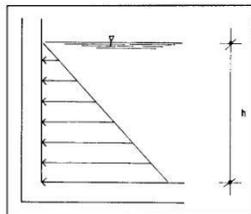


Figura 6.5 : Presión de agua sobre la pared del reservorio

De acuerdo a las condiciones de borde que se fijan existen tres condiciones de selección, que son:

- Tapa articulada y fondo articulado.
- Tapa libre y fondo articulado.
- Tapa libre y fondo empotrado.

En los reservorios apoyados o superficiales, típicos para poblaciones rurales, se utiliza preferentemente la condición que considera la tapa libre y el fondo empotrado. Para este caso y cuando actúa sólo el empuje del agua, la presión en el borde es cero y la presión máxima (P), ocurre en la base (ver Figura 6.5).

FONDO PERÚ ALMENANIA

MANUAL DE PROYECTOS DE AGUA POTABLE EN POBLACIONES RURALES

ING. EDUARDO GARCIA TRISOLINI

Lima, junio 2009

1. DEMANDA DE AGUA

Para el cálculo de la demanda de agua se requiere analizar cuatro variables, que son:

- Periodo de diseño.
- Población actual y futura.
- Dotación de agua.
- Cálculo de caudales.

1.1 Periodo de diseño

Según **DIGESA**, el periodo de diseño que debe considerarse de acuerdo al tipo de sistema a implementarse es:

Sistema	Periodo (años)
Gravedad	20
Bombeo	10
Tratamiento	10

Debe entenderse sin embargo, que en todos los casos la **red de tuberías debe diseñarse para 20 años.**

1.2 Población actual y futura

La población actual se obtendrá de la información de las autoridades locales, relacionándolo con los censos y con el conteo de viviendas y considerando los criterios indicados en el capítulo de información básica.

La población futura, se obtendrá con la fórmula siguiente:

$$Pf = Pa \frac{(1 + r)^t}{1,000}$$

Donde:

- Pf : Población futura.
- Pa : Población actual
- r : Tasa de crecimiento anual por mil
- t : N° de años

Ejemplos de aplicación:

Datos:

- Pa = 5,000
- r = 25 por mil
- t = 20 años

Aplicación:

$$Pf = 5,000 \frac{(1 + 25 \times 20)}{1,000} = 7,500$$

1.3 Dotación de agua

La dotación de agua se expresa en litros por personas al día (lppd) y DIGESA, recomienda para el medio rural los siguientes parámetros

Zona	Módulo (lppd)
Sierra	50
Costa	60
Selva	70

La OMS recomienda los parámetros siguientes:

Población	Clima	
	Frio	Cálido
Rural	100	100
2,000 – 10,000	120	150
10,000 – 50,000	150	200
50,000	200	250

En el Fondo Perú Alemania, se ha considerado las dotaciones siguientes:

Tipo de proyecto	Dotación (lppd)
Agua potable domiciliar con alcantarillado	100
Agua potable domiciliar con letrinas	50
Agua potable con piletas	30

lppd = litros por persona al día

La tendencia a mediano plazo es que las letrinas cambien a alcantarillado y las piletas a instalaciones domiciliarias, por tanto en lo posible, se recomienda diseñar instalaciones a futuro con dotaciones de 100 lppd.

En el caso de colegios, el caudal de diseño considerara un incremento de 50 litros por alumno y en el caso de industrias se realizará un análisis específico.

En los módulos de consumo, por supuesto no está incluido el riego de huertos o la dotación de agua al ganado sobre todo al vacuno que consume aproximadamente 40 a 50 litros por cabeza.

El proyectista deberá evaluar este aspecto incrementando el módulo o advirtiendo para que se tome medidas en la JASS para su prohibición en estos usos. En este último caso, se deberá evaluar con los beneficiarios del proyecto la decisión de usar micro medidores, para el control del uso del agua con tarifas de acuerdo al consumo.

Caudales de diseño

Los parámetros para un proyecto de agua potable son los siguientes:

- Caudal medio diario (Qm).
- Caudal máximo diario (Q max.d)
- Caudal máximo horario (Q max.h)

Para el cálculo, se considera las relaciones siguientes:

$Q_m = \frac{\text{módulo de consumo} \times \text{poblaciones futura}}{86,400 \text{ seg (24 hrs)}}$
$Q_{\text{max d}} = 1.3 Q_m$
$Q_{\text{max h}} = 2.0 Q_m$

1. CÁLCULO DE CAUDALES EN TUBERÍAS DE PRESIÓN

1.1 Fórmulas

a) Fórmula de Hazen y Williams

$$Q = 0.0004264 CD^{2.63} S^{0.54}$$

Coefficientes de fricción

Fierro galvanizado	: 100
PVC	: 140 a 150

Fórmula para PVC:

$$Q = 0.0597 D^{2.63} S^{0.54}$$

Donde:

Q = Caudal (m3/seg)
D = Diámetro (m)
S = Pendiente

b) Fórmula de Manning

Coefficientes de fricción

PVC	= 0.009
Concreto	= 0.015
Fierro galvanizado	= 0.010

Fórmula:

$$V = \frac{S^{1/2} R^{2/3}}{n}$$

$$Q = A.V$$

Donde:

V = Velocidad (m/seg)
R = Radio hidráulico = A/P
A = Área
P = Perímetro
n = Coeficiente de fricción.
Q = Caudal

1.2 Abacos

Se adjunta Abaco para tubería PVC (C = 140)

2. RESISTENCIA A LA PRESIÓN

En el cuadro siguiente se presenta las unidades de presión y sus equivalencias:

Kg/cm ²	m.c.a	Atmósfera	PSI	kilopascal	Bares	lbs/pulg ²
1	10	0.968	15.495	98.1	0.980	14.223

mca = metros de columna de agua (1 mca = 0.1 kg/cm²)

La relación de la resistencia a la presión de tubos PVC se indica en el cuadro siguiente:

Clase	mca	lbs/pulg ²
5	50	71
7.5	75	107
10	100	142
15	150	213

Notas: Presión recomendada para el diseño: 80% de la nominal.

Cuando el proyectista tenga que diseñar sifones con presiones mayores a la clase 15, que debe soportar 120 mca (80% de la nominal), deberá recurrir a tubos de hierro galvanizado, hasta un máximo de presión de 500 mca.

20

1. LINEA DE CONDUCCIÓN O IMPULSIÓN

1.1 Descripción

Es la línea que transporta el agua desde la captación hasta el punto de entrega, que usualmente es el reservorio de regulación, pero eventualmente puede ser la planta de tratamiento o puede ser directamente a la red de distribución cuando el caudal de conducción corresponde al caudal máximo horario, lo que hace innecesario el reservorio de regulación. Sólo se requiere un pequeño reservorio para la cloración.

1.2 Recomendaciones para el diseño

a) Alineamiento

La línea de conducción deberá tener un alineamiento que sea lo más recto posible y evitando zonas de deslizamiento o inundaciones. Debe evitarse también presiones excesivas mediante la construcción de cajas rompe presión y evitar contrapendientes y cuando este es inevitable usar válvulas de aire.

b) Caudal de conducción

El caudal de diseño usual corresponde al caudal máximo diario. Eventualmente caudal máximo horario si se tiene disponibilidad hídrica y se justifica económicamente esta solución, comparando el costo adicional por mayor diámetro de tubería y el ahorro de no construir el reservorio.

En el caso de las líneas de impulsión (bombeo) el caudal de diseño se obtendrá considerando el periodo de tiempo de bombeo por día.

c) Clases de tubería

Se usará tubería PVC de presión (clases 5, 7.5, 10 o 15) de acuerdo a las presiones requeridas, considerando que la presión de diseño debe ser el 80% de la nominal.

En el caso de sifones, se puede realizar una distribución de varias clases de tubería, de acuerdo al perfil de presiones.

El diámetro mínimo para la línea de conducción debe ser de 2".

d) Velocidades

Máxima 5 m/seg (en línea de impulsión 2 m/seg)

Mínima 0.5 m/seg

e) Golpe de ariete

En la línea de conducción deberá evitarse impedimentos de un flujo continuo como pueden ser curvas bruscas o válvulas, para evitar el golpe de ariete.

Nunca deberá colocarse una válvula de cierre en el punto de entrega de la línea de conducción.

f) Dilatación

Para evitar cambios bruscos de temperatura en la línea, que ocasionen problemas de dilatación, la tubería debe enterrarse. En casos de puentes en que la tubería estará expuesta a al intemperie deberá considerarse las juntas de jebe que absorban la dilatación.

g) Instalación de válvulas

Las válvulas deberán soportar las presiones de diseño y ser instalados en cajas de concreto con tapas metálicas aseguradas para evitar su manipuleo por extraños al manejo del sistema.

37

Las válvulas más usuales son:

- **Válvula de compuerta**

Se instalará al inicio de la línea para el cierre del agua en caso se requiera realizar reparaciones en la línea.

- **Válvula de aire**

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

- **Válvulas de purga o limpia**

Se utiliza en sifones, en el punto más bajo para eliminar sedimentos.

- **Válvulas de retención**

Se utiliza en línea de impulsión, para evitar el retroceso del agua, con el consiguiente vaciado del conducto y posibles daños a la bomba.

h) Cajas de rompe presión (CRP)

Estructuras de concreto armado para romper la presión hasta el punto de su ubicación e iniciar un nuevo nivel estático.

Debe tener entrada y salida del agua, tubería de aireación y tapa de control.

i) Anclajes

Son soportes de concreto para garantizar la inamovilidad de la línea.

Se requiere en los siguientes casos:

- Apoyo de tuberías expuestas a la intemperie.
- Cambios de direcciones verticales y horizontales.
- Lugares de disminución de diámetro.

38

3. RESERVORIO DE REGULACIÓN

3.1 Recomendaciones de diseño

a) Tipo de reservorio

- Apoyado, cuando se ubica sobre el terreno.
- Elevado, cuando se ubica sobre estructura de soporte.

b) Objetivos

El reservorio debe cumplir los siguientes objetivos:

- Suministrar el caudal máximo horario a la red de distribución.
- Mantener presiones adecuadas en la red de distribución.
- Tener agua de reserva en caso se interrumpa la línea de conducción.
- Proveer suficiente agua en situaciones de emergencia como incendios.

c) Capacidad

Se recomienda el 25% del volumen de abastecimiento medio diario (Q md). Esto equivaldría a un almacenamiento de 6 horas por día (aproximadamente 10 p.m. a 4 a.m.).

DIGESA recomienda 15% en proyectos por gravedad y 20% en proyectos con bombeo.

d) Materiales de construcción

Deben ser de concreto armado.

En reservorios pequeños se puede usar ferro-cemento, hasta un diámetro máximo de 5 m y altura de 2 m. Hasta 5 m³ se puede usar también reservorio de plástico.

e) Forma

Se recomienda el diseño circular por presentar la relación más eficiente de área/perímetro.

f) Componentes

El reservorio comprende el tanque de almacenamiento y la caseta de válvulas.

El tanque de almacenamiento, debe tener los siguientes accesorios:

- Tubos de entrada, salida, rebose, limpia y ventilación.
- Canastilla de protección en tubo de salida.
- Tubo de paso directo (by – pass) para mantener el servicio durante el mantenimiento del reservorio.
- Tapa sanitaria y escaleras (externa e interna).

La caseta de válvulas, debe tener los accesorios siguientes:

- Válvulas para controlar paso directo (by pass), salida, limpia y rebose, pintados de colores diferentes para su fácil identificación.
- Tapa metálica con seguro para evitar su manipulación por extraños.

44

g) Ubicación

- La ubicación debe garantizar las presiones de diseño en la zona urbana actual y zonas de expansión.
- El reservorio debe ubicarse lo más próximos a la red de distribución, sobre todo a la zona de mayor consumo.
- Puede darse el caso de requerirse más de un reservorio en caso de dispersión de la población, sobre todo con cotas bastante diferenciadas o varios poblados con un solo sistema de conducción.
- La ubicación debe considerar la delimitación de zonas de presión (sección 2.3 – d), considerando básicamente las presiones admisibles de 50 mca de presión estática y de 10 mca dinámica en la red de distribución.

h) Tiempo de vaciado del reservorio

Se recomienda un tiempo máximo de 4 horas que depende básicamente de la carga hidráulica y diámetro del tubo de salida.

Para determinar el tiempo se usa la relación siguiente:

$$T = \frac{2S \sqrt{h}}{CA \sqrt{2g}}$$

Donde:

- T = tiempo de vaciado en segundos
 - S = área tanque (m²).
 - h = carga hidráulica (m).
 - C = coeficiente (0.6 – 0.65).
 - A = área tubo desagüe (m²).
 - g = aceleración gravedad (9.81 m/seg.²).
-

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (DS N° 011-2006-VIVIENDA)

TITULO II HABILITACIONES URBANAS

II.3. OBRAS DE SANEAMIENTO

- OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano
- OS.020 Plantas de tratamiento de agua para consumo humano
- OS.030 Almacenamiento de agua para consumo humano
- OS.040 Estaciones de bombeo de agua para consumo humano
- OS.050 Redes de distribución de agua para consumo humano
- OS.060 Drenaje pluvial urbano
- OS.070 Redes de aguas residuales
- OS.080 Estaciones de bombeo de aguas residuales
- OS.090 Plantas de tratamiento de aguas residuales
- OS.100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura Sanitaria

TITULO III EDIFICACIONES

III.3. INSTALACIONES SANITARIAS

- IS.010 Instalaciones sanitarias para edificaciones
- IS.020 Tanques sépticos

4.2.2. Pozos Excavados

- a) Salvo el caso de pozos excavados para uso doméstico unifamiliar, todos los demás deben perforarse previa autorización del Ministerio de Agricultura. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.
- b) El diámetro de excavación será aquel que permita realizar las operaciones de excavación y revestimiento del pozo, señalándose a manera de referencia 1.50 m.
- c) La profundidad del pozo excavado se determinará en base a la profundidad del nivel estático de la napa y de la máxima profundidad que técnicamente se pueda excavar por debajo del nivel estático.
- d) El revestimiento del pozo excavado deberá ser con anillos ciego de concreto del tipo deslizante o fijo, hasta el nivel estático y con aberturas por debajo de él.
- e) En la construcción del pozo se deberá considerar una escalera de acceso hasta el fondo para permitir la limpieza y mantenimiento, así como para la posible profundización en el futuro.
- f) El motor de la bomba puede estar instalado en la superficie del terreno o en una plataforma en el interior del pozo, debiéndose considerar en este último caso las medidas de seguridad para evitar la contaminación del agua.
- g) Los pozos deberán contar con sellos sanitarios, cerrándose la boca con una tapa hermética para evitar la contaminación del acuífero, así como accidentes personales. La cubierta del pozo deberá sobresalir 0.50 m como mínimo, con relación al nivel de inundación.
- h) Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento, para determinar su caudal de explotación y las características técnicas de su equipamiento.
- i) Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.

4.2.3. Galerías Filtrantes

- a) Las galerías filtrantes serán diseñadas previo estudio, de acuerdo a la ubicación del nivel de la napa, rendimiento del acuífero y al corte geológico obtenido mediante excavaciones de prueba.
- b) La tubería a emplearse deberá colocarse con juntas no estancas y que asegure su alineamiento.
- c) El área filtrante circundante a la tubería se formará con grava seleccionada y lavada, de granulometría y espesor adecuado a las características del terreno y a las perforaciones de la tubería.
- d) Se proveerá cámaras de inspección espaciadas convenientemente en función del diámetro de la tubería, que permita una operación y mantenimiento adecuado.
- e) La velocidad máxima en los conductos será de 0.60 m/s.
- f) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.
- g) Durante la construcción de las galerías y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y la conveniencia de utilización.

4.2.4. Manantiales

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

5. CONDUCCIÓN

Se denomina obras de conducción a las estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la captación hasta al reservorio o planta de tratamiento. La estructura deberá tener capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario.

5.1. CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

5.1.1. Canales

- a) Las características y material con que se construyan los canales serán determinados en función al caudal y la calidad del agua.
- b) La velocidad del flujo no debe producir depósitos ni erosiones y en ningún caso será menor de 0.60 m/s
- c) Los canales deberán ser diseñados y construidos teniendo en cuenta las condiciones de seguridad que garanticen su funcionamiento permanente y preserven la cantidad y calidad del agua.

5.1.2. Tuberías

- Para el diseño de la conducción con tuberías se tendrá en cuenta las condiciones topográficas, las características del suelo y la climatología de la zona a fin de determinar el tipo y calidad de la tubería.
- La **velocidad mínima** no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de **0.60 m/s**.
- La **velocidad máxima admisible** será:
 En los tubos de concreto = 3 m/s
 En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC = 5 m/s
 Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima admisible.
- Para el cálculo hidráulico de las tuberías que trabajen como canal, se recomienda la fórmula de Manning, con los siguientes coeficientes de rugosidad:
 Asbesto-cemento y PVC = 0.010
 Hierro Fundido y concreto = 0.015
 Para otros materiales deberá justificarse los coeficientes de rugosidad.
- Para el cálculo de las tuberías que trabajen con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la **fórmula de Hazen y Williams**, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla N° 1. Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

TABLA N°1
COEFICIENTES DE FRICCIÓN «C» EN LA FÓRMULA DE HAZEN Y WILLIAMS

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

5.1.3. Accesorios

- Válvulas de aire**
 En las líneas de conducción por gravedad y/o bombeo, se colocarán válvulas extractoras de aire cuando haya cambio de dirección en los tramos con pendiente positiva. En los tramos de pendiente uniforme se colocarán cada 2.0 km como máximo.
 Si hubiera algún peligro de colapso de la tubería a causa del material de la misma y de las condiciones de trabajo, se colocarán válvulas de doble acción (admisión y expulsión).
 El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función del caudal, presión y diámetro de la tubería.
- Válvulas de purga**
 Se colocará válvulas de purga en los puntos bajos, teniendo en consideración la calidad del agua a conducirse y la modalidad de funcionamiento de la línea. Las válvulas de purga se dimensionarán de acuerdo a la **velocidad de drenaje**, siendo recomendable que **el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro de la tubería**.
- Estas válvulas deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.

5.2. CONDUCCIÓN POR BOMBEO

- Para el cálculo de las líneas de conducción por bombeo, se recomienda el uso de la fórmula de Hazen y Williams. El dimensionamiento se hará de acuerdo al estudio del diámetro económico.
- Se deberá considerar las mismas recomendaciones para el uso de válvulas de aire y de purga del numeral 5.1.3.

5.3. CONSIDERACIONES ESPECIALES

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

NORMA OS.030

ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

1. ALCANCE

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

2. FINALIDAD

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

3. ASPECTOS GENERALES

- Determinación del volumen de almacenamiento**
 El volumen deberá determinarse con las curvas de variación de la demanda horaria de las zonas de abastecimiento ó de una población de características similares.
- Ubicación**
 Los reservorios se deben ubicar en áreas libres. El proyecto deberá incluir un cerco que impida el libre acceso a las instalaciones.
- Estudios Complementarios**
 Para el diseño de los reservorios de almacenamiento se deberá contar con información de la zona elegida, como fotografías aéreas, estudios de topografía, mecánica de suelos, variaciones de niveles freáticos, características químicas del suelo y otros que se considere necesario.
- Vulnerabilidad**
 Los reservorios no deberán estar ubicados en terrenos sujetos a inundación, deslizamientos ó otros riesgos que afecten su seguridad.
- Caseta de Válvulas**
 Las válvulas, accesorios y los dispositivos de medición y control, deberán ir alojadas en casetas que permitan realizar las labores de operación y mantenimiento con facilidad.
- Mantenimiento**
 Se debe prever que las labores de mantenimiento sean efectuadas sin causar interrupciones prolongadas del servicio. La instalación debe contar con un sistema de «by pass» entre la tubería de entrada y salida ó doble cámara de almacenamiento.
- Seguridad Aérea**
 Los reservorios elevados en zonas cercanas a pistas de aterrizaje deberán cumplir las indicaciones sobre luces de señalización impartidas por la autoridad competente.

4. VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

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

4.1. Volumen de Regulación

El volumen de regulación será calculado con el diagrama masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda.
 Cuando se compruebe la no disponibilidad de esta información, se deberá adoptar **como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación**, siempre que el suministro de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento. En caso contrario deberá ser determinado en función al horario del suministro.

4.2. Volumen Contra Incendio

En los casos que se considere demanda contra incendio, deberá asignarse un volumen mínimo adicional de acuerdo al siguiente criterio:
 - **50 m³ para áreas destinadas netamente a vivienda.**
 - Para áreas destinadas a uso comercial o industrial deberá calcularse utilizando el gráfico para agua contra incendio de sólidos del anexo 1, considerando un volumen aparente de incendio de 3,000 metros cúbicos y el coeficiente de apilamiento respectivo.
 Independientemente de este volumen los locales especiales (Comerciales, Industriales y otros) deberán tener su propio volumen de almacenamiento de agua contra incendio.

4.3. Volumen de Reserva

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

5. RESERVIORIOS: CARACTERÍSTICAS E INSTALACIONES

5.1. Funcionamiento

Deberán ser diseñados como reservorio de cabecera. Su tamaño y forma responderá a la topografía y calidad del terreno, al volumen de almacenamiento, presiones necesarias y materiales de construcción a emplearse. La forma de los reservorios no debe representar estructuras de elevado costo.

5.2. Instalaciones

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

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

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

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

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

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

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

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

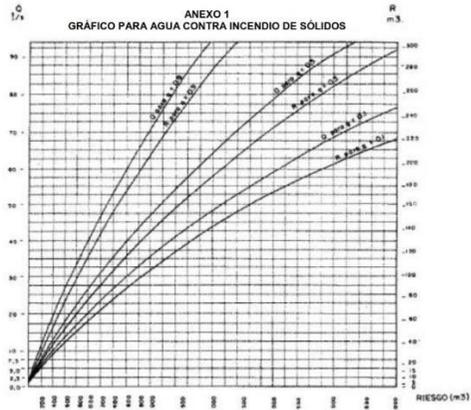
Todo reservorio deberá contar con los dispositivos que permitan conocer los caudales de ingreso y de salida, y el nivel del agua en cualquier instante.

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

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

5.3. Accesorios

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



NORMA OS.050 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

1. OBJETIVO

Fijar las condiciones exigibles en la elaboración de los proyectos hidráulicos de redes de agua para consumo humano.

2. ALCANCES

Esta Norma fija los requisitos mínimos a los que deben sujetarse los diseños de redes de distribución de agua para consumo humano en localidades mayores de 2000 habitantes.

3. DEFINICIONES

Conexión predial simple. Aquella que sirve a un solo usuario

Conexión predial múltiple. Es aquella que sirve a varios usuarios

Elementos de control. Dispositivos que permiten controlar el flujo de agua.

Hidrante. Grifo contra incendio.

Redes de distribución. Conjunto de tuberías principales y ramales distribuidores que permiten abastecer de agua para consumo humano a las viviendas.

Ramal distribuidor. Es la red que es alimentada por una tubería principal, se ubica en la vereda de los lotes y abastece a una o más viviendas.

Tubería Principal. Es la tubería que forma un circuito de abastecimiento de agua cerrado y/o abierto y que puede o no abastecer a un ramal distribuidor.

Caja Portamedidor. Es la cámara en donde se ubicará e instalará el medidor

Profundidad. Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz inferior interna de la tubería (clave de la tubería).

Recubrimiento. Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz superior externa de la tubería (clave de la tubería).

Conexión Domiciliaria de Agua Potable. Conjunto de elementos sanitarios incorporados al sistema con la finalidad de abastecer de agua a cada lote.

Medidor. Elemento que registra el volumen de agua que pasa a través de él.

4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS PARA DISEÑO

4.1. Levantamiento Topográfico

La información topográfica para la elaboración de proyectos incluirá:

- Plano de lotización con curvas de nivel cada 1 m, indicando la ubicación y detalles de los servicios existentes y/o cualquier referencia importante.

- Perfil longitudinal a nivel del eje del trazo de las tuberías principales y/o ramales distribuidores en todas las calles del área de estudio y en el eje de la vía donde técnicamente sea necesario.

- Secciones transversales de todas las calles. Cuando se utilicen ramales distribuidores, mínimo 3 cada 100 metros en terrenos planos y mínimo 6 por cuadrada donde exista desnivel pronunciado entre ambos frentes de calle y donde exista cambio de pendiente. En Todos los casos deben incluirse nivel de lotes.

- Perfil longitudinal de los tramos que sean necesarios para el diseño de los empalmes con la red de agua existente.

- Se ubicará en cada habilitación un BM auxiliar como mínimo y dependiendo del tamaño de la habilitación se ubicarán dos o más, en puntos estratégicamente distribuidos para verificar las cotas de cajas a instalar.

4.2. Suelos

Se deberá realizar el reconocimiento general del terreno y el estudio de evaluación de sus características, considerando los siguientes aspectos:

- Determinación de la agresividad del suelo con indicadores de pH, sulfatos, cloruros y sales solubles totales.

- Otros estudios necesarios en función de la naturaleza del terreno, a criterio del consultor.

4.3. Población

Se deberá determinar la población y la densidad poblacional para el periodo de diseño adoptado.

La determinación de la población final para el periodo de diseño adoptado se realizará a partir de proyecciones, utilizando la tasa de crecimiento distrital y/o provincial establecida por el organismo oficial que regula estos indicadores.

4.4. Caudal de diseño

La red de distribución se calculará con la cifra que resulte mayor al comparar el gasto máximo horario con la suma del gasto máximo diario más el gasto contra incendios para el caso de habilitaciones en que se considere demanda contra incendio.

4.5. Análisis hidráulico

Las redes de distribución se proyectarán, en principio y siempre que sea posible en circuito cerrado formando malla. Su dimensionamiento se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren caudal

y presión adecuada en cualquier punto de la red debiendo garantizar en lo posible una mesa de presiones paralela al terreno.

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

Para el cálculo hidráulico de las tuberías, se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla N° 1.

Para el caso de tuberías no contempladas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado del coeficiente de fricción. Las tuberías y accesorios a utilizar deberán cumplir con las normas técnicas peruanas vigentes y aprobadas por el ente respectivo.

**TABLA N° 1
COEFICIENTES DE FRICCIÓN "C" EN LA FÓRMULA DE HAZEN Y WILLIAMS**

TIPO DE TUBERÍA	"C"
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido dúctil con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Poliéster	140
Policloruro de vinilo (PVC)	150

- 4.6. **Diámetro mínimo**
El diámetro mínimo de las tuberías principales será de 75 mm para uso de vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial.
En casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tuberías de 50 mm de diámetro, con una longitud máxima de 100 m si son alimentados por un solo extremo ó de 200 m si son alimentados por los dos extremos, siempre que la tubería de alimentación sea de diámetro mayor y dichos tramos se localicen en los límites inferiores de las zonas de presión.
El valor mínimo del diámetro efectivo en un ramal distribuidor de agua será el determinado por el cálculo hidráulico. Cuando la fuente de abastecimiento es agua subterránea, se adoptará como diámetro nominal mínimo de 38 mm o su equivalente.
En los casos de abastecimiento por piletas el diámetro mínimo será de 25 mm.
- 4.7. **Velocidad**
La velocidad máxima será de 3 m/s.
En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s.
- 4.8. **Presiones**
La presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m.
En caso de abastecimiento de agua por piletas, la presión mínima será 3.50 m a la salida de la piletta.
- 4.9. **Ubicación y recubrimiento de tuberías**
Se fijarán las secciones transversales de las calles del proyecto, siendo necesario analizar el trazo de las tuberías nuevas con respecto a otros servicios existentes y/o proyectos.
- En todos los casos las tuberías de agua potable se ubicarán, respecto a las redes eléctricas, de telefonía, conductos de gas u otros, en forma tal que garantice una instalación segura.
- En las calles de 20 m de ancho o menos, las tuberías principales se proyectarán a un lado de la calzada como mínimo a 1,20 m del límite de propiedad y de ser posible en el lado de mayor altura, a menos que se justifique la instalación de 2 líneas paralelas.
En las calles y avenidas de más de 20 m de ancho se proyectará una línea a cada lado de la calzada cuando no se consideren ramales de distribución.
- El ramal distribuidor de agua se ubicará en la vereda, paralelo al frente del lote, a una distancia máxima de 1,20 m desde el límite de propiedad hasta el eje del ramal distribuidor.
- La distancia mínima entre los planos verticales tangentes más próximos de una tubería principal de agua potable y una tubería principal de aguas residuales, instaladas paralelamente, será de 2 m, medido horizontalmente.
En las vías peatonales, pueden reducirse las distancias entre tuberías principales y entre éstas y el límite de propiedad, así como los recubrimientos siempre y cuando:
• Se diseñe protección especial a las tuberías para evitar su fisuramiento o ruptura.
• Si las vías peatonales presentan elementos (bancas, jardines, etc.) que impidan el paso de vehículos.

La mínima distancia libre horizontal medida entre ramales distribuidores y ramales colectores, entre ramal distribuidor y tubería principal de agua o alcantarillado, entre ramal colector y tubería principal de agua o alcantarillado, ubicados paralelamente, será de 0,20 m. Dicha distancia debe medirse entre los planos tangentes más próximos de las tuberías.

- En vías vehiculares, las tuberías principales de agua potable deben proyectarse con un recubrimiento mínimo de 1 m sobre la clave del tubo. Recubrimientos menores, se deben justificar. En zonas sin acceso vehicular el recubrimiento mínimo será de 0,30 m.
El recubrimiento mínimo medido a partir de la clave del tubo para un ramal distribuidor de agua será de 0,30 m.

- 4.10. **Válvulas**
La red de distribución estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud.
Se proyectarán válvulas de interrupción en todas las derivaciones para ampliaciones.
Las válvulas deberán ubicarse, en principio, a 4 m de la esquina o su proyección entre los límites de la calzada y la vereda.
Las válvulas utilizadas tipo reductoras de presión, aire y otras, deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.
Toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección y operación.
Deberá evitarse los "puntos muertos" en la red, de no ser posible, en aquellos de cotas más bajas de la red de distribución, se deberá considerar un sistema de purga.
El ramal distribuidor de agua deberá contar con válvula de interrupción después del empalme a la tubería principal.
- 4.11. **Hidrantes contra incendio**
Los hidrantes contra incendio se ubicarán en tal forma que la distancia entre dos de ellos no sea mayor de 300 m.
Los hidrantes se proyectarán en derivaciones de las tuberías de 100 mm de diámetro o mayores y llevarán una válvula de compuerta.
- 4.12. **Anclajes y Empalmes**
Deberá diseñarse anclajes de concreto simple, concreto armado o de otro tipo en todo accesorio de tubería, válvula e hidrante contra incendio, considerando el diámetro, la presión de prueba y el tipo de terreno donde se instalarán.
El empalme del ramal distribuidor de agua con la tubería principal se realizará con tubería de diámetro mínimo igual a 63 mm.
- 5. CONEXIÓN PREDIAL**
- 5.1. **Diseño**
Deberán proyectarse conexiones prediales simples o múltiples de tal manera que cada unidad de uso cuente con un elemento de medición y control.
- 5.2. **Elementos de la conexión**
Deberá considerarse:
- Elemento de medición y control: Caja de medición
- Elemento de conducción: Tuberías
- Elemento de empalme
- 5.3. **Ubicación**
El elemento de medición y control se ubicará a una distancia no menor de 0,30 m del límite de propiedad izquierdo o derecho, en área pública o común de fácil y permanente acceso a la entidad prestadora de servicio, (excepto en los casos de lectura remota en los que podrá ubicarse inclusive en el interior del predio).
- 5.4. **Diámetro mínimo**
El diámetro mínimo de la conexión predial será de 12,50 mm.



NORMA OS.100
CONSIDERACIONES BÁSICAS DE DISEÑO DE
INFRAESTRUCTURA SANITARIA

1. INFORMACIÓN BÁSICA

1.1. Previsión contra Desastres y otros riesgos

En base a la información recopilada el proyectista deberá evaluar la vulnerabilidad de los sistemas ante situaciones de emergencias, diseñando sistemas flexibles en su operación, sin descuidar el aspecto económico. Se deberá solicitar a la Empresa de Agua la respectiva factibilidad de servicios. Todas las estructuras deberán contar con libre disponibilidad para su utilización.

1.2. Período de diseño

Para proyectos de poblaciones o ciudades, así como para proyectos de mejoramiento y/o ampliación de servicios en asentamientos existentes, el período de diseño será fijado por el proyectista utilizando un procedimiento que garantice los períodos óptimos para cada componente de los sistemas.

1.3. Población

La población futura para el período de diseño considerado deberá calcularse:

- Tratándose de asentamientos humanos existentes, el crecimiento deberá estar acorde con el plan regulador y los programas de desarrollo regional si los hubiere; en caso de no existir éstos, se deberá tener en cuenta las características de la ciudad, los factores históricos, socioeconómico, su tendencia de desarrollo y otros que se pudieren obtener.
- Tratándose de nuevas habilitaciones para viviendas deberá considerarse por lo menos una densidad de 6 hab/viv.

1.4. Dotación de Agua

La dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas.

Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificara su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 l/hab/d, en clima frío y de 220 l/hab/d en clima templado y cálido.

Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m², las dotaciones serán de 120 l/hab/d en clima frío y de 150 l/hab/d en clima templado y cálido.

Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión cisterna o piletas públicas, se considerará una dotación entre 30 y 50 l/hab/d respectivamente.

Para habilitaciones de tipo industrial, deberá determinarse de acuerdo al uso en el proceso industrial, debidamente sustentado.

Para habilitaciones de tipo comercial se aplicará la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones.

1.5. Variaciones de Consumo

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

- Máximo anual de la demanda diaria: 1,3

- Máximo anual de la demanda horaria: 1,8 a 2,5

1.6. Demanda Contra incendio

a) Para habilitaciones urbanas en poblaciones menores de 10,000 habitantes, no se considera obligatorio demanda contra incendio.

b) Para habilitaciones en poblaciones mayores de 10,000 habitantes, deberá adoptarse el siguiente criterio:

- El caudal necesario para demanda contra incendio, podrá estar incluido en el caudal doméstico; debiendo considerarse para las tuberías donde se ubiquen hidrantes, los siguientes caudales mínimos:
 - Para áreas destinadas netamente a viviendas: 15 l/s.
 - Para áreas destinadas a usos comerciales e industriales: 30 l/s.

1.7. Volumen de Contribución de Excretas

Cuando se proyecte disposición de excretas por digestión seca, se considerará una contribución de excretas por habitante y por día de 0.20 kg.

1.8. Caudal de Contribución de Alcantarillado

Se considerará que el 80% del caudal de agua potable consumida ingresa al sistema de alcantarillado.

1.9. Agua de Infiltración y Entradas Ilícitas

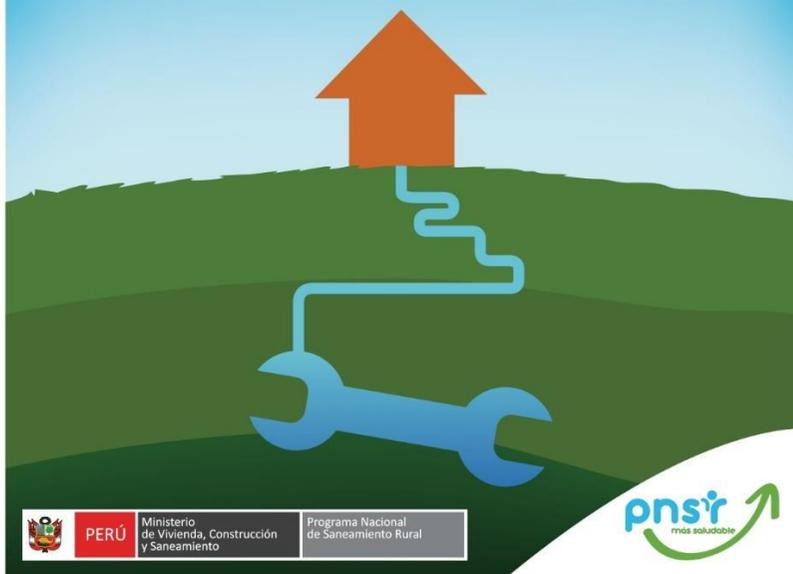
Asimismo deberá considerarse como contribución al alcantarillado, el agua de infiltración, asumiendo un caudal debidamente justificado en base a la permeabilidad del suelo en terrenos saturados de agua freáticas y al tipo de tuberías a emplearse, así como el agua de lluvia que pueda incorporarse por las cámaras de inspección y conexiones domiciliarias.

1.10. Agua de Lluvia

En lugares de altas precipitaciones pluviales deberá considerarse algunas soluciones para su evacuación, según lo señalado en la norma OS.060 Drenaje Pluvial Urbano.

PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMIENTO RURAL

Guía de opciones técnicas
para abastecimiento de **agua
potable y saneamiento**
para centros poblados del
ámbito rural.



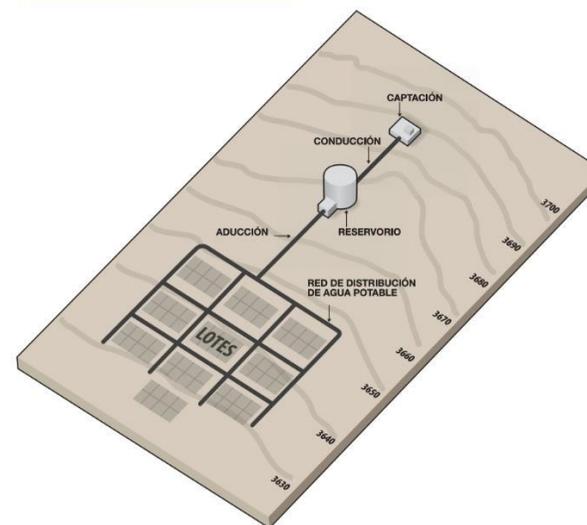
A continuación, se describe cada una de las opciones técnicas mencionadas.

4.2.1 SISTEMA POR GRAVEDAD SIN TRATAMIENTO (SGST)

4.2.1.1 Descripción:

En este tipo de sistemas, la fuente está ubicada en una cota superior respecto de la ubicación de la población, con lo cual se logra que el agua captada se transporte a través de tuberías, usando solo la fuerza de la gravedad. Las fuentes de abastecimiento, pueden ser manantiales o galerías filtrantes. Por lo general, el agua proveniente de estas fuentes es de buena calidad y no requiere tratamiento complementario, únicamente desinfección.

Gráfico N° 1: Sistema por gravedad sin tratamiento

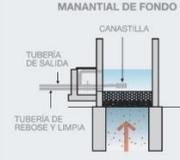
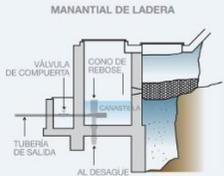


4.2.1.2 Componentes



Componente	Descripción	Aspectos técnicos del componente
Captación	<p>Manantial Existen tipos de captación de manantial que, dependiendo de su ubicación, pueden ser de ladera o de fondo; y, dependiendo de su afloramiento, pueden ser concentrados y difusos.</p> <p>La captación de manantial de ladera es donde el agua aflora horizontalmente; y la captación de manantial de fondo, donde el agua aflora verticalmente.</p> <p>Se considera concentrada si el afloramiento es un solo punto y difusa si el afloramiento es en varios puntos.</p>	<p>En caso de los manantiales la captación comprende los siguientes elementos: Compartimiento de protección de afloramiento Estructura de concreto que cubre toda el área adyacente al afloramiento; i) en el caso de captación de manantial de ladera, se utilizará material granular sobre el afloramiento; ii) en el caso de la captación de manantial de fondo, la estructura de concreto rodeará el punto donde brota el agua.</p> <p>Cámara húmeda Sirve para regular el gasto a utilizarse por medio de una canastilla de salida. Además contará con un cono de rebose para eliminar el exceso de producción de la fuente.</p> <p>Cámara seca Tiene la función de proteger las válvulas de control de salida y desagüe.</p>
	<p>Galerías filtrantes Las galerías filtrantes captan agua en forma natural, funcionando como pozos horizontales. Para captar esta agua, se excava una zanja en cuyo fondo se coloca el dren o se perfora un socavón al cual se le reviste interiormente. El agua se recolecta a través de un dren y se dispone en una cámara o pozo central desde donde es conducida para su posterior uso. La longitud del dren o galería depende de la cantidad de agua deseada y de las dimensiones del acuífero.</p>	<p>En el caso de la galería filtrante, los elementos que la conforman son:</p> <p>Drenes Conductos con perforaciones que permitirán el paso del agua.</p> <p>Ferro filtrante Se compone de capas de grava clasificada que se coloca alrededor de los drenes.</p> <p>Sello impermeable Conformado por una capa de arcilla. Se coloca sobre la zanja hecha para los drenes, evita que el agua estancada se filtre hacia la galería.</p>

14

Componente	Descripción	Aspectos técnicos del componente
		<p>Pozo recolector Reúne el agua drenada.</p> <p>Cámara de Inspección En ella podrán ubicarse las válvulas de control.</p>
<p>GALERÍA FILTRANTE</p> 	<p>MANANTIAL DE FONDO</p> 	<p>MANANTIAL DE LADERA</p> 
<p>Línea de conducción</p>	<p>Se denomina línea de conducción a la tubería que conduce el agua empleando solo la energía de la gravedad, desde la fuente de abastecimiento, hasta el sitio donde será distribuida.</p> <p>Cuando una línea de conducción abastece a más de un centro poblado o sector de servicio, y desde el punto de vista hidráulico no se puede lograr una distribución de caudales, se tiene que recurrir a una caja distribuidora de caudales que permita asegurar en forma permanente la distribución del mismo.</p>	<p>Componentes de la línea de conducción:</p> <p>Tuberías Elemento principal y puede ser de PVC, HDPE, fierro galvanizado, entre otros.</p> <p>Accesorios Utilizados para los cambios de dirección o para el control del flujo (codos de 90°, 45°, tees, reducciones, válvulas de compuerta o de mariposa).</p> <p>Caja distribuidora de caudales Es una caja con varios compartimentos, el principal es por donde ingresa la línea de conducción y los secundarios por donde se abastece a cada centro poblado o sector de servicio.</p>

15

Componente	Descripción	Aspectos técnicos del componente
		<p>Dispositivos</p> <p>Según el recorrido que tenga la línea se requerirá de pases aéreos por ríos o quebradas, y según el perfil la instalación de estructuras complementarias, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Válvula de aire: se coloca en los puntos altos de la línea. - Válvula de purga: elimina sedimentos acumulados en los puntos más bajos de la línea. - Cámara rompe presión: estructura hidráulica destinada a reducir la presión.
Estructuras de almacenamiento	<p>Su función es regular las variaciones en el consumo de la población en el transcurso de un día mediante el almacenamiento, antes de su distribución. Estos pueden ser elevados, apoyados o enterrados.</p> <p>Los elevados, que pueden tomar la forma rectangular, cilíndrica o esférica, por lo general son construidos sobre torres, columnas, pilotes, entre otros.</p> <p>Los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidas directamente sobre la superficie del suelo.</p> <p>Los enterrados, de forma rectangular y circular, son construidas por debajo de la superficie del suelo (cisternas).</p> <p>Para este tipo de sistemas se recomienda la construcción de reservorios apoyados.</p>	<p>Componentes del reservorio apoyado:</p> <p>Tanque de almacenamiento</p> <p>Estructura de forma cuadrada o circular, de capacidad variable. Se complementa con una tapa y escalera que permite ingresar en el interior para realizar la limpieza del mismo; y de una tubería de ventilación en la parte superior. El material podrá ser de concreto armado, también existen en el mercado reservorios prefabricados de HDPE u otro material, fáciles de instalar.</p> <p>Cámara de válvulas</p> <p>Se ubica al lado del tanque y cuenta con tubería de ingreso, de salida, un by-pass, tubería de desagüe, tubería de rebose. Las tuberías de entrada, de salida y de desagüe cuentan con válvulas de compuerta para su correcto funcionamiento.</p>

16

Componente	Descripción	Aspectos técnicos del componente
Línea de aducción y red de distribución	Es el conjunto de tuberías, accesorios y dispositivos que permiten al usuario obtener agua lo más cerca posible a su vivienda o dentro de ella, en forma continua, con una presión adecuada y en la cantidad suficiente.	<p>Componentes:</p> <p>Tuberías</p> <p>Tienen como función distribuir el agua; pudiendo ser de PVC, HDPE (polietileno), fierro galvanizado, entre otros.</p> <p>Válvula de compuerta</p> <p>Usada para regular el flujo en las tuberías.</p> <p>Válvula de purga</p> <p>Usada para realizar periódicamente la limpieza de tramos de la red.</p> <p>Válvula de aire</p> <p>Usada para expulsar el aire que se acumula en la red.</p> <p>Válvula reductora de presión</p> <p>Usada para reducir la presión interna de la línea de aducción y/o red de distribución.</p> <p>Cámara rompe presión</p> <p>Estructura hidráulica destinada a reducir la presión en la línea de aducción y/o red de distribución.</p>
Conexión domiciliar	La conexión domiciliar de agua potable tiene como fin regular el ingreso de agua potable en una vivienda. Ésta se ubicará entre la tubería de la red de distribución de agua y la caja de registro.	Deberá contar con accesorios de empalme a la red de agua, llave de paso y tubería de alimentación.

17

MINISTERIO DE VIVIENDA
CONSTRUCCION Y
SANEAMIENTO



MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y
SANEAMIENTO
DIRECCIÓN DE SANEAMIENTO

DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y REGULACIÓN EN
CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO

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

Abril de 2018

CAPITULO III. ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

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

1.1. Parámetros de diseño

a. Período de diseño

El período de diseño se determina considerando los siguientes factores:

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

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

Tabla N° 03.01. Periodos de diseño de infraestructura sanitaria

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

Fuente: Elaboración propia

b. Población de diseño

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

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

Donde:

- P_i : Población inicial (habitantes)
- P_d : Población futura o de diseño (habitantes)
- r : Tasa de crecimiento anual (%)
- t : Período de diseño (años)

Es importante indicar:

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

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

c. **Dotación**

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

Tabla N° 03.02. Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d)

REGIÓN	DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCION TECNOLÓGICA (l/hab.d)	
	SIN ARRASTRE HIDRÁULICO (COMPOSTERA Y HOYO SECO VENTILADO)	CON ARRASTRE HIDRÁULICO (TANQUE SÉPTICO MEJORADO)
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

Fuente: Elaboración propia

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

Tabla N° 03.03. Dotación de agua para centros educativos

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN (l/alumno.d)
Educación primaria e inferior (sin residencia)	20
Educación secundaria y superior (sin residencia)	25
Educación en general (con residencia)	50

Fuente: Elaboración propia

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

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

d. **Variaciones de consumo**

d.1. **Consumo máximo diario (Q_{md})**

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

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

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

Donde:

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

d.2. **Consumo máximo horario (Q_{mh})**

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

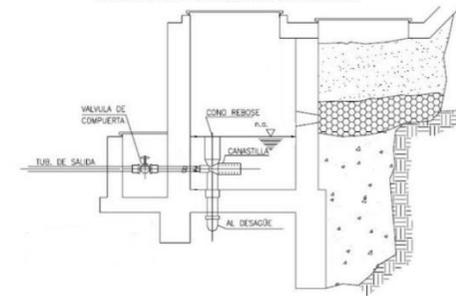
$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$

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

2.5. **MANANTIAL DE LADERA**

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

Ilustración N° 03.20. Manantial de ladera



Componentes Principales

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

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

Criterios de Diseño.

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

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

Determinación del ancho de la pantalla

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

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

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

- Q_{\max} : gasto máximo de la fuente (l/s)
- C_d : coeficiente de descarga (valores entre 0.6 a 0.8)
- g : aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)
- H : carga sobre el centro del orificio (valor entre 0.40m a 0.50m)

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

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

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

Por otro lado:

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

Donde:

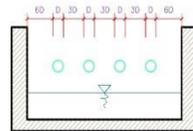
D : diámetro de la tubería de ingreso (m)

- Cálculo del número de orificios en la pantalla:

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

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

Ilustración N° 03.21. Determinación de ancho de la pantalla



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

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

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

$$H_f = H - h_o$$

Donde:

- H : carga sobre el centro del orificio (m)
- h_o : pérdida de carga en el orificio (m)
- H_f : pérdida de carga afloramiento en la captación (m)

Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

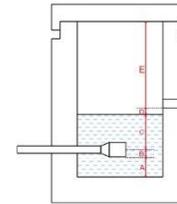
$$L = \frac{H_f}{0.30}$$

Donde:

L : distancia afloramiento – captación (m)

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

Ilustración N° 03.22. Cálculo de la cámara húmeda



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

Donde:

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

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

Donde:

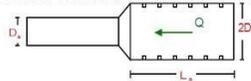
- Q_{md} : caudal máximo diario (m³/s)
- A : área de la tubería de salida (m²)

Dimensionamiento de la canastilla

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

$$H_f = H - h_o$$

Ilustración N° 03.23. Dimensionamiento de canastilla



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

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

$$3D_a < L_a < 6D_a$$

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

$$A_{TOTAL} = 2A$$

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

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

Determinar el número de ranuras:

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

Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia

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

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

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

Tubería de rebose

Donde:

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

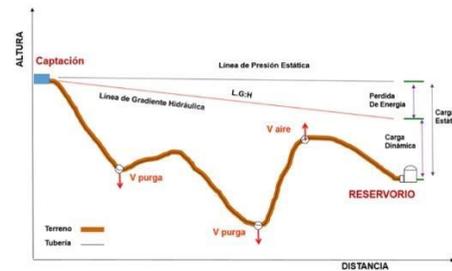
h_f : pérdida de carga unitaria en (m/m) - (valor recomendado: 0.015 m/m)

D_r : diámetro de la tubería de rebose (pulg)

2.9. LÍNEA DE CONDUCCIÓN

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

Ilustración N° 03.31. Línea de Conducción



✓ Caudales de Diseño

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

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

✓ Velocidades admisibles

Para la línea de conducción se debe cumplir lo siguiente:

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

✓ Criterios de Diseño

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

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

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 m³/s
 D : diámetro interior en m
 C : Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)
 - Acero sin costura C=120
 - Acero soldado en espiral C=100
 - Hierro fundido dúctil con revestimiento C=140
 - Hierro galvanizado C=100
 - Polietileno C=140
 - PVC C=150

L : Longitud del tramo, en m.

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

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

Donde:

H_f : pérdida de carga continua, en m.
 Q : Caudal en l/min
 D : diámetro interior en mm

Salvo casos fortuitos debe cumplirse lo siguiente:

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

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

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

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:

$$P_2/\gamma = Z_1 - Z_2 - H_f$$

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

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

Donde:

ΔH_l : Pérdida de carga localizada en las piezas especiales y en las válvulas, en m.
 K_l : 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)

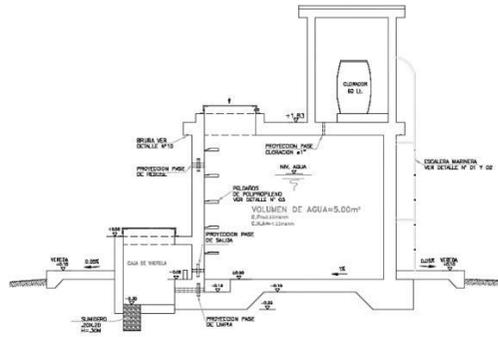
Tabla N° 03.20. Coeficiente para el cálculo de la pérdida de carga en piezas especiales y válvulas

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

2.14. RESERVORIO

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

Ilustración N° 03.54. Reservorio de 5 m³



Aspectos generales

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

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

Criterios de diseño

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

Se deben aplicar los siguientes criterios:

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

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

Recomendaciones

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

MINISTERIO DE ECONOMIA
Y FINANZAS



saneamiento básico

Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos



MÓDULO III

formulación >

Organiza y procesa al detalle la información de cada alternativa del proyecto. Esa información constituye el punto de partida para que puedas evaluar y seleccionar la mejor solución al problema de saneamiento básico existente.

3.1 Análisis de la demanda

Establece el consumo de agua doméstico, en el ámbito rural, en base a recomendaciones normativas de litros/habitante/día (dotación). Dependiendo del sistema de disposición de excretas, puedes tener en consideración estos valores:

Región geográfica	Consumo de agua doméstico, dependiendo del Sistema de disposición de excretas utilizado	
	Letrinas sin arrastre hidráulico	Letrinas con arrastre hidráulico ¹⁰
Costa	50 a 60 l/h/d	90 l/h/d
Sierra	40 a 50 l/h/d	80 l/h/d
Selva	60 a 70 l/h/d	100 l/h/d

formulación

Con la proyección anual de la población que se atenderá y la dotación promedio por persona o vivienda, estima la demanda anual de agua potable.

¹⁰ Letrinas con tanque séptico o con biodigestores más pozos de infiltración o percolación.

3.1.1 Criterios para la estimación de los consumos.

a) Consumo doméstico.

Basado en el consumo per cápita (litros/hab./día) y el número de personas por vivienda, determina el consumo por vivienda (m3/viv./mes).

Para determinar el consumo actual y proyectado puedes adoptar alguno de los siguientes criterios:

- Dotación recomendada según región geográfica (ver el numeral 3.1).
- Dotación de otras localidades con características similares.
- Curva de demanda obtenida con información del consumo familiar ante opciones de precio; tomando en cuenta a consumidores del sistema público de agua potable como a consumidores de fuentes alternativas.
- Dotaciones de consumo de agua determinados a través de medidores testigos.

b) Otros consumos.

Si existieran usuarios de las categorías estatal, social, comercial u otras, establece el número de conexiones para cada una, estimando su consumo mensual promedio.

Recurre al uso de medidores testigos o toma los consumos de localidades similares para estimar los consumos promedio.

3.1.2 Determinación de la demanda proyectada de agua potable.

a) Población actual.

Se determina a partir de los censos de población y proyecciones del INEI. En algunos casos, también el Ministerio de Salud cuenta con información, ya que tiene empadronada a la población de su área de influencia.

Si la estadística de población no está actualizada al momento de formulación del estudio, proyecta la población del último censo con una tasa de crecimiento inter censal hasta el periodo actual, según se indica:



Si no existiera información actualizada sobre la población, calcula en base a la cantidad de viviendas luego de una encuesta socioeconómica.

- Número de años entre el último censo y el presente año = n
- Población actual = Población último censo X (1+ t/100)n
- Tasa de crecimiento entre últimos dos censos = t % anual

Si no hay estadísticas, realiza un conteo de población o estimala en base a la cantidad de viviendas y la densidad promedio de habitantes por vivienda, luego de aplicar una encuesta socioeconómica.

b) Tasa de crecimiento de la población.

La población se proyecta con la tasa de crecimiento intercensal estimada según el numeral anterior o con la tasa estimada por el INEI para el distrito específico.

c) Densidad por lote (vivienda).

Si la proyección del consumo doméstico de agua potable se realiza a nivel de viviendas, establece el número promedio de personas por vivienda basado en la información del último censo.

d) Cobertura de agua potable.

Es el porcentaje de la población que es atendida con el servicio de agua potable en un año específico. La cobertura de servicio se establece bajo la siguiente relación:

$$\text{Cobertura agua potable (\%)} = \frac{\text{Pob. serv. con agua potable año } n \times 100}{\text{pob. total año } n}$$

Proyecta la cobertura considerando:

- Para el año base: La cobertura existente.
- Para los demás años: La proyección de cobertura planeada por la entidad operadora del servicio.

formulación

Verifica que no se estén exponiendo los componentes del sistema de agua potable o de saneamiento a potenciales peligros, escoge una buena ubicación. De ser inevitable, plantea y presupuesta las medidas de reducción de riesgos.

Cuando hablamos de costos SIN proyecto, nos referimos a todos aquellos costos que seguirán generándose en caso no se ejecute el proyecto. Si no hubiera servicios previos, los costos SIN proyecto son iguales a cero.

m.3 Demanda máxima diaria y demanda máxima horaria.

El volumen de producción obtenido (m³/día) se expresa como demanda promedio por segundo o caudal:

$$Q_{\text{producción}} = \frac{\text{volumen de producción por día}}{86,400}$$

Con el Q_{promedio} se obtienen las demandas máxima diaria y horaria, necesarias para el dimensionamiento de las obras. Estas se definen como:

m.3.1 Demanda máxima diaria (Q_{md}).

La demanda de agua tiene un comportamiento estacional, pues se incrementa en épocas calurosas y se reduce en estaciones frías. El abastecimiento de agua potable debe prepararse para satisfacer la demanda aún en los días de mayor calor del año.

El caudal requerido en el día de máximo consumo se denomina Demanda máxima diaria (Q_{md}), y se obtiene al multiplicar el Q_{promedio} por el coeficiente máximo diario, el cual, de acuerdo a lo recomendado por el sector es de 1.3, y se obtiene según la siguiente expresión:

$$Q_{\text{md}}(\text{en l/seg}) = Q_{\text{promedio}}(\text{en l/seg}) * 1.3$$

El Q_{md} se utiliza como dato principal para el dimensionamiento de componentes que se ubican antes de los reservorios como captación, producción y conducción a las plantas de tratamiento y/o reservorios.

m.3.2 Demanda máxima horaria (Q_{mh}).

La demanda también es variable en el día, por ello se adopta un segundo factor de corrección. La variación es absorbida por el reservorio de regulación y por la capacidad de las redes de distribución. Estas últimas se diseñan para atender

la demanda máxima horaria (Q_{mh}), la cual se determina multiplicando por el coeficiente máximo horario de 2.0 de la siguiente forma:

$$Q_{\text{mh}}(\text{en l/seg}) = Q_{\text{promedio}}(\text{en l/seg}) * 2.0$$

m.4 Volumen de almacenamiento.

En zonas rurales la capacidad de regulación es del 15% al 20% de la demanda de producción promedio diaria, siempre que el suministro sea continuo. Si dicho suministro es por bombeo, la capacidad será del 20 a 25% de la demanda promedio diaria.

3.4.3 Descripción de las alternativas.

Describe las alternativas propuestas, precisando tamaño, localización, tecnología, monto de inversión, diseño organizacional para la O&M, rentabilidad social, etc.

3.5. Costos a precios de mercado

Determina el costo de cada alternativa de solución a precios privados o de mercado. Los costos están dados por:

- Costos de estudios de preinversión futuros (factibilidad, si fuera el caso).
- Costos de inversión (expediente técnico, obras civiles, equipamiento, terrenos, supervisión, capacitación de personal, educación sanitaria).
- Costos de operación y mantenimiento, que incluyen los costos fijos (aquellos que no dependen del volumen de agua producida) y los costos variables (que sí dependen del volumen de agua producida).

Los costos pertinentes para la evaluación son sólo los incrementales, es decir aquellos que resultan de comparar las situaciones "con proyecto" y "sin proyecto". Por tanto, define primero la situación base de comparación o situación "sin proyecto".

formulación

ORGANIZACIÓN
PANAMERICANA DE LA
SALUD

ORIENTACIONES SOBRE AGUA Y SANEAMIENTO PARA ZONAS RURALES

Teresa C. Lampoglia
Roger Agüero P.
Carlos Barrios N.

Asociación Servicios Educativos Rurales
2008



Documento preparado para la

Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldes y alcaldesas de municipios rurales y pequeñas comunidades



Palabras clave

Agua y saneamiento. Zonas rurales. Fuentes de agua. Métodos de aforo. Sistemas rurales de abastecimiento de agua. Sistemas rurales de saneamiento. Control y vigilancia de la calidad del agua.

- Disponer de un sistema de recolección adecuada y oportuna de basura.
- Mantener calles y patios de las casas libres de basura, hojas, botellas, etc.
- Evitar la defecación en zonas abiertas y sujetas a arrastre. Disposición adecuada de heces.
- Disponer adecuadamente restos de pintura, aceite usado, productos químicos domésticos, etc., nunca echar a la calle o a los desagües.
- Los aceites usados deben ser recolectados, de ninguna manera esos productos deben ser descargados en los desagües o en las calles.
- Controlar zonas de erosión con adecuada protección.
- Adecuada operación y limpieza de tanques sépticos.
- Utilizar detergentes con bajo contenido de fósforo, para reducir la cantidad de nutrientes descargada en lagos y ríos.

- Prevención de la **contaminación por actividades mineras**

Con relación a las actividades industriales o mineras, es necesario evaluar previamente a su implantación los impactos ambientales que pueden ser generados a lo largo de su operación, previéndose las medidas mitigadoras correspondientes, tales como

- el tratamiento de las aguas residuales generadas,
- la disposición adecuada de los residuos sólidos,
- el reciclaje de aguas.

2.4 Métodos de aforo

Es necesario medir la cantidad de agua de las fuentes, para saber la cantidad de población para la que puede alcanzar. El aforo es la operación de medición del volumen de agua, esto es, el caudal que pasa por una sección de un curso de agua en un tiempo determinado.

Lo ideal sería que los aforos se efectúen en las temporadas críticas de los meses de seca (estiaje) y de lluvias, para conocer los caudales mínimos y máximos. El valor del caudal mínimo debe ser mayor que el consumo máximo diario con la finalidad de cubrir la demanda de agua de la población futura.

Existen varios métodos para determinar el caudal de agua y los más utilizados en los proyectos en zonas rurales son los métodos volumétrico y de velocidad-área. El primero es utilizado para calcular caudales hasta con un máximo de 10 lts./seg. y el segundo para caudales mayores a 10 lts./seg..

3.2.1 Sistemas convencionales de abastecimiento de agua

Son sistemas que son diseñados y construidos a partir de criterios de ingeniería claramente definidos y tradicionalmente aceptados, con un resultado preciso para el nivel de servicio establecido por el proyecto, ya sea a nivel de vivienda mediante conexiones domiciliarias o a nivel comunitario con piletas públicas.

Los sistemas convencionales están conformados por una combinación de unidades, de acuerdo a las características de la fuente de abastecimiento y de la población que se va abastecer. Las unidades son:

- Captación.
- Línea de conducción o impulsión.
- Estación de bombeo de agua.
- Planta de tratamiento de agua.
- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.
- Conexiones domiciliarias y/o piletas públicas.

La estación de bombeo de agua y planta de tratamiento de agua se tendrán según el requerimiento.

Para zonas rurales, es usual denominar los “sistemas por gravedad”, cuando la fuente de agua se encuentra a más altitud que los usuarios; y “sistemas por bombeo”, cuando la fuente se encuentra más abajo y se requiere el uso de bombas para entregar el agua a los usuarios⁷.

GST: Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento

⁷ Fuente: OPS – OMS. GTZ – Cooperación Alemana al Desarrollo. Tecnologías apropiadas en Agua y Saneamiento – Curso de Auto instrucción. Lima, Perú

Son sistemas donde la fuente de abastecimiento de agua es de buena calidad y no requiere tratamiento complementario previo a su distribución; adicionalmente, no requieren ningún tipo de bombeo para que el agua llegue hasta los usuarios.

Las fuentes de abastecimiento son aguas subterráneas o subálveas. Las primeras afloran a la superficie como manantiales y la segunda es captada a través de galerías filtrantes.

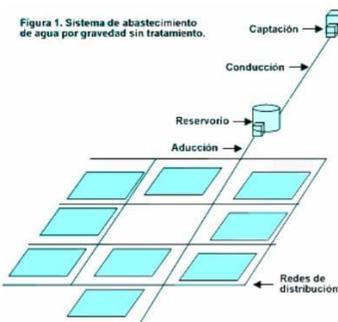
La captación, de manantiales puede ser de ladera o de fondo, y para galerías filtrantes por drenes sub superficiales.

En estos sistemas, la desinfección no es muy exigente, ya que el agua que ha sido filtrada en los estratos porosos del subsuelo, presenta buena calidad bacteriológica. Los sistemas por gravedad sin tratamiento tienen una operación bastante simple, sin embargo, requieren un mantenimiento mínimo para garantizar el buen funcionamiento.

Las ventajas de los sistemas de gravedad sin tratamiento son:

- Bajo costo de inversión, operación y mantenimiento.
- Requerimientos de operación y mantenimiento reducidos.
- No requiere operador especializado.
- Baja o nula contaminación.

GCT: Sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento



Cuando las fuentes de abastecimiento son aguas superficiales captadas en canales, acequias, ríos, etc., requieren ser clarificadas y desinfectadas antes de su distribución. Cuando no hay necesidad de bombear el agua, los sistemas se denominan "por gravedad con tratamiento".

Las plantas de tratamiento de agua deben ser diseñadas en función de la calidad física, química y bacteriológica del agua cruda.

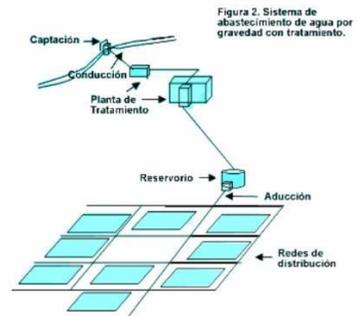


Figura 2. Sistema de abastecimiento de agua por gravedad con tratamiento.

Estos sistemas tienen una operación más compleja que los sistemas sin tratamiento, y requieren mantenimiento periódico para garantizar la buena calidad del agua.

Al instalar sistemas con tratamiento, es necesario crear las capacidades locales para operación y mantenimiento, garantizando el resultado esperado.

BST: Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento