



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

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

**DISEÑO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN, LÍNEA DE
CONDUCCIÓN Y RESERVORIO PARA EL
ALMACENAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA
POTABLE EN EL ANEXO DE CHUCUT, DISTRITO DE
MACATE, PROVINCIA DEL SANTA,
DEPARTAMENTO DE ANCASH – 2018.**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO
ACADEMICO DE BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL**

AUTOR:

MIÑANO VELIZ, JEAN PAUL

ORCID: 0000-0002-4050-126X

ASESORA:

MGTR. ZARATE ALEGRE, GIOVANA MARLENE

ORCID: 0000-0001-9495-0100

CHIMBOTE_PERÚ

2021

1. Título de la tesis

Diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio para el almacenamiento del sistema de agua potable en el anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash–2018.

2. Equipo de trabajo

AUTOR

Bach. Miñano Veliz, Jean Paul

Orcid: 0000-0002-4050-126X

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Chimbote, Perú

ASESORA

Zarate Alegre, Giovana Marlene

Orcid: 0000-0001-9495-0100

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería,

Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Chimbote, Perú

JURADO

Huaney Carranza, Jesus Joan

Orcid: 0000-0002-2295-0037

Monsalve Ochoa, Milton Cesar

Orcid: 0000-0002-2005-6920

Meléndez Calvo, Luis Enrique

Orcid: 0000-0002-0224-168X

3. Hoja de firma del jurado y asesor

Mgr. Monsalve Ochoa, Milton Cesar

Miembro

Mgr. Meléndez Calvo, Luis Enrique

Miembro

Mgr. Huaney Carranza, Jesus Joan

Presidente

Mgr. Zarate Alegre, Giovana Marlene

Asesora

4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria

Agradecimiento

A Dios, por ayudarme a terminar este proyecto, gracias por darme la fuerza y el coraje para hacer este sueño realidad, por estar conmigo en cada momento de mi vida, ya que si no hubiese sido por ti nada sería posible.

A mi madre y abuela: Yvone Julie Veliz Bautista y Benicia Bautista Huamancondor gracias por sus apoyos incondicionales que me dieron desde la infancia hasta ahora, por estar conmigo en cada etapa de mi vida, por comprenderme en los momentos más difíciles. A través de estas líneas quiero decirles lo mucho que las quiero, gracias por ser la mejor madre y la mejor abuela del mundo.

A mi tutora: Ing. Giovanna Zarate Alegre por su asesoramiento en el curso de taller de investigación, por la orientación y ayuda que me brindo para la realización de este proyecto, por su apoyo y amistad que me permitieron aprender mucho más que lo estudiado en el proyecto.

Dedicatoria

A Dios, por darme sabiduría para la realización de este estudio, por darme salud y bendición para alcanzar mis metas como persona y profesional.

A mi hija, Amy Kimberly que es el mejor regalo que haya podido recibir de parte de Dios, es mi mayor tesoro y también la fuente más pura de mi inspiración y es el motivo de mi vida.

A mi familia:

A mi abuela y madre; a mis hermanos, Linda, Astrid, Shirley, Richard; por brindarme su cariño, amor y apoyo incondicional ya que son el principal cimiento para la construcción de mi vida profesión.

5. Resumen y Abstract

Resumen

El presente investigación tuvo como **problema**: ¿Cuál será el resultado del diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio de almacenamiento del sistema de agua potable en el anexo de Chucut?. Para responder a esta interrogante se tuvo como **objetivo general**: diseñar la cámara de captación, línea de conducción y reservorio para el almacenamiento del sistema de agua potable en el anexo de Chucut. La **metodología** tiene un estudio cualitativo y descriptivo. Para la recolección, análisis y procesamiento de datos se empleó una encuesta a la población, fichas técnicas para la cámara de captación, línea de conducción y reservorio. El **resultado** obtenido en las encuestas dio datos de la población actual; el diseño estructural de la captación, línea de conducción, del reservorio y el levantamiento topográfico muestra el trazo de la tubería de la línea de conducción, se llegó a la **conclusión**, de que todo proyecto de abastecimiento de agua potable en zona rural debe cumplir con todos los estudios y parámetros establecidos en el reglamento nacional de edificaciones y resolución ministerial N° 192-2018 – Vivienda para el buen diseño hidráulico y estructural de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio.

Palabras Clave: Cámara de captación, Línea de conducción, Reservorio, Agua potable, Fichas técnicas.

Abstract

The present investigation had as a **problem**: What will be the result of the design of the catchment chamber, conduction line and storage reservoir of the drinking water system in the Chucut annex? To answer this question, the **general objective** was: to design the catchment chamber, conduction line and reservoir for the storage of the drinking water system in the Chucut annex. The **methodology** has a qualitative and descriptive study. For data collection, analysis and processing, a population survey, technical sheets for the catchment chamber, conduction line and reservoir were used. The **result** obtained in the surveys gave data on the current population; the structural design of the catchment, the conduction line, the reservoir and the topographic survey shows the outline of the conduction line pipe, it was **concluded** that all potable water supply projects in rural areas must comply with all the studies and parameters established in the national building regulations and ministerial resolution No. 192-2018 - Housing for the good hydraulic and structural design of the catchment chamber, conduction line and reservoir.

Key Words: Catchment chamber, Conduction line, Reservoir, Drinking water, Technical sheets.

6. Contenido

1. Título de la tesis	ii
2. Equipo de trabajo	iii
3. Hoja de firma del jurado y asesor	iv
4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria	v
5. Resumen y Abstract	viii
6. Contenido	x
7. Índice de gráficos, tabalas y cuadro	x
I. Introducción	1
II. Revisión de la literatura	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Antecedentes internacionales	3
2.1.2. Antecedentes nacionales	5
2.1.3. Antecedentes locales	7
2.2. Bases teóricas de la investigación	10
2.2.1. Población	10
2.2.1.1. Población de diseño	11
2.2.1.2. Periodo de diseño	12
2.2.2. Agua	13
2.2.2.1. Fuentes de agua	13

a) Tipos de fuentes	14
b) Manantial	15
c) Ciclo del agua	16
d) Agua potable	16
e) Calidad del agua.....	17
f) Demanda del agua.....	18
g) Dotación de agua	18
2.2.3. Abastecimiento de Agua Potable	20
2.2.4. Sistema de abastecimiento de agua potable	20
2.2.5. Volumen.....	21
2.2.6. Parámetro	21
2.2.7. Captación	21
2.2.7.1. Tipos de captación	22
2.2.8. Medición de caudal	23
2.2.9. Componentes de abastecimiento de agua potable.....	24
A) Cámara de captación.....	24
B) Línea de Conducción o impulsión	29
2.2.10. Carga disponible	48
2.2.11. Tuberías	48
2.2.12. Velocidad.....	51
2.2.13. Presión	51

2.2.14. Estructura complementaria	52
2.2.15. Línea gradiente hidráulico	54
2.2.16. Topografía.....	55
2.2.17. Estudio de suelo	56
2.2.17.1. Tipos de suelos.....	56
III. Hipótesis	56
IV. Metodología	57
4.1. Diseño de la investigación.....	57
4.2. Universo y la muestra.....	57
4.2.1. Universo.....	57
4.2.2. Muestra	58
4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores	62
4.4. Técnica e instrucción de recolección de datos	63
4.4.1. Técnica de recolección de datos	63
4.4.2. Instrumento de recolección de datos.....	63
4.4.2.1. Ficha técnica	63
4.4.2.2. Protocolo.....	63
4.5. Plan de análisis	63
4.6. Matriz de consistencia.....	65
4.7. Principios éticos	66
V. Resultados.....	67

5.1. Resultados	67
5.2. Análisis de resultados.....	73
VII. Conclusiones y recomendaciones	75
7.1. Conclusiones	75
7.2. Recomendaciones.....	77
VIII. Referencias bibliográficas	78
ANEXOS	86

7. Índice de tablas y figuras.

Tablas

Tabla 1: Coeficiente de crecimiento poblacional	13
Tabla 2: Periodo de diseño en estructuras	11
Tabla 3: Características del agua	17
Tabla 4: Dotación de agua por región.....	18
Tabla 5: Dotación por número de habitantes	18
Tabla 6: Características técnicas de la tubería para presión NTP-ISO-4422.....	49
Tabla 7: Coeficientes de fricción (C) fórmula de Hazen y Williams	50
Tabla 8: Parámetros de diseño	67
Tabla 9: Cálculo hidráulico y dimensionamiento	68
Tabla 10: Cálculo estructural de la cámara de captación.....	70
Tabla 11: Cálculo de la línea de conducción	71
Tabla 12: Parámetros del diseño de reservorio	72
Tabla 13: Cálculo estructural del reservorio.....	72

Índice de figuras

Figura 1. Población	10
Figura 2. Agua	13
Figura 3. Fuente pluvial	14
Figura 4. Fuente superficial	14
Figura 5. Agua subterránea	15
Figura 6. Manantial.....	15
Figura 7. Ciclo del agua.....	16
Figura 8. Calidad del agua	17
Figura 9. Sistema de Abastecimiento de agua	21
Figura 10. Captación manantial de ladera	22
Figura 11. Captación manantial de fondo.....	22
Figura 12. Aforo de agua por método volumétrico.....	23
Figura 13. Determinación del ancho de pantalla.	26
Figura 14. Calculo de la cámara húmeda.....	27
Figura 15. Dimensionamiento de la canastilla.....	28
Figura 16. Reservorio de almacenamiento	30
Figura 17. Reservorio elevado	31
Figura 18. Reservorio apoyado.....	32
Figura 19. Reservorio enterrado	32
Figura 20. Partes de reservorio de almacenamiento	34
Figura 21. Plano en planta de un reservorio rectangular	44
Figura 22. Plano estructural de un reservorio	44
Figura 23. Caseta de válvula de reservorio.....	45

Figura 24. Instalación de válvulas de la caseta de válvula.....	45
Figura 25. Cerco perimétrico para reservorio	46
Figura 26. Ubicación de reservorio.....	47
Figura 27. Carga disponible.....	48
Figura 28. Selección de clase de tubería para presiones máximas de trabajo	49
Figura 29. Energías de posición y presión.....	52
Figura 30. Válvula de aire.....	52
Figura 31. Válvula de purga	53
Figura 32. Cámara rompe presión.....	53
Figura 33. Topografía del proyecto	45

I. Introducción

Esta investigación nos da a conocer la importancia del agua para nuestras vidas, la biodiversidad, animales, plantas, etc. En nuestro país existen diversos puquios que no son aprovechados por la población lo cual están siendo contaminados, lo que se deben elaborar captaciones adecuadas para el buen uso del agua. Para la organización mundial de la salud¹, La ausencia de servicios básicos expone a los pobladores a infectarse con enfermedades gastrointestinales. La gran parte de las enfermedades transmitidas por el agua son causadas por microorganismos encontrados en los depósitos de agua dulce, por contaminación de heces humanas o animales. Se transmite los gérmenes a través del agua durante el baño, por ingestión o aspiración². Se obtuvo como **enunciado del problema** ¿Cuál es el resultado del diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio para el almacenamiento del sistema de agua potable en el anexo de Chucut? Actualmente en relación a la infraestructura actual de saneamiento, esta localidad no cuenta con los servicios de agua potable, lo cual está originando la proliferación de enfermedades infectocontagiosas y contaminación del medio ambiente.

Por lo tanto, se plantea como **objetivo general** es Diseñar la cámara de captación, línea de conducción y reservorio para el almacenamiento del sistema de agua potable en el anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del santa, departamento de Ancash – 2018. Y como **objetivo específico**: Elaborar el diseño de la cámara de captación del sistema de agua potable en el anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash – 2018. Elaborar el diseño de la línea de conducción del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash – 2018; Elaborar el diseño del reservorio para el

almacenamiento del sistema de agua potable en el anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash – 2018. Realizar el levantamiento topográfico del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash – 2018. Por lo tanto, esta investigación científica se **justifica** por la necesidad de contar con un buen servicio de agua potable y una calidad de vida para el anexo de Chucut, lo cual es necesario brindarles información a los pobladores que este proyecto servirá para poder abastecer el agua potable.

La **metodología** tiene un estudio descriptivo, ya que aporta sucesos en la zona sin alterarse lo cual se estudiará en campo. La **muestra** de la investigación fue en el anexo de Chucut y el periodo de progreso será desde setiembre del 2018 hasta la culminación del proyecto que será en diciembre del 2021. Se consiguió como **resultado** el diseño de la cámara de captación tipo ladera obteniendo un caudal de 1.58 lt/seg, el reservorio de almacenamiento tiene un volumen de 5 m³ y la línea de conducción tiene la longitud de 437.16 ml. La **conclusión** es que cada obra arte o estructura será diseñada cumpliendo la Norma vigente.

II. Revisión de la literatura

2.1. Antecedentes

Mediante el uso del internet se definió los temas sobre el diseño de abastecimiento de agua potable para la mejora de la calidad de vida en zonas rurales.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según **Lam**³, en su tesis de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzín chiquito, municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango – Guatemala, tuvo como **objetivo general** es de diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzin chiquito, municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango, donde los **objetivos específicos** es implementar los conocimientos técnicos de ingeniería del estudiante epesista para investigar y conocer las necesidades de la población. La **metodología** usada por el autor descrita por la problemática lo cual define los parámetros físicos para determinar resultados. Sus principales **conclusiones** son: El sistema de agua potable para la aldea Captzin Chiquito, se diseñó por gravedad, aprovechando las ventajas topográficas que presenta el lugar, para una población de 850 habitantes distribuidas en 150 viviendas. Además, el sistema de distribución funcionará por medio de ramales abiertos, debido a la dispersión de las viviendas. Por otra parte, los beneficiarios del proyecto formulado podrán solucionar y mejorar la situación actual en que viven, al ejecutar el sistema con los componentes adecuados

para conducir, almacenar, desinfectar y distribuir el vital líquido.

Según Vargas⁴, en su tesis de “Estudio y diseño de la captación, conducción, planta de tratamiento y distribución del sistema de agua potable de la comunidad de Ambatillo alto en la parroquia de Ambatillo, provincia de Tungurahua, para su posterior construcción”, lo cual su **metodología** no experimental, descriptiva; tuvo como **objetivo general** es de diseñar la captación, planta de tratamiento y red de distribución del sistema de agua potable de la comunidad de Ambatillo Alto en la Parroquia Ambatillo, provincia de Tungurahua, para su posterior construcción, donde los **objetivos específicos** es investigar la dotación requerida de agua potable en la población. Realizar el levantamiento topográfico de la zona en estudio. Sus principales conclusiones son: La vida útil de las tuberías del sistema de agua potable existente está por concluir, por lo que es necesario una renovación en ciertas áreas.

Según Soto⁵, en su tesis manual para la elaboración de proyectos de sistemas rurales de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, tiene una **metodología** no experimental, descriptiva; tuvo como **objetivo**: El conocimiento general de los problemas que se presenta en las localidades cuando se realiza un proyecto de agua potable y alcantarillado, así como los elementos que deben de ser considerados en la integración de los proyectos y llegando a la siguientes **conclusiones**: Se confrontó a las normas técnicas de agua potable ya que para el diseño de la línea de conducción se presentó un fenómeno

especial ya que las normas marcan que el diámetro mínimo debe de ser de 2” y la velocidad mínima del fluido debe de ser 0.3 m/s, al considerar un diámetro de 2” se presentaban velocidades menores de 0.3 m/s y para obtener velocidades mayores se debía de reducir el diámetro lo cual tampoco se cumplió con el mínimo requerido por lo cual se optó por 21 diseñarla con un diámetro de 1 ½” de diámetro para poder tener velocidades mayores de 0.3 m/s y no tener asentamiento de sedimentos.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según Leyva⁶, en su tesis de “Optimización del diseño en la línea de conducción en el sistema de agua potable de la localidad de Yamor del distrito de Antonio Raymondi, Bolognesi - Ancash”, teniendo como **objetivo general** es de Optimizar el diseño de la línea de conducción, aplicando la combinación de tuberías del sistema de agua potable de la localidad de Yamor del distrito de Antonio Raymondi, Bolognesi – Ancash, donde los **objetivos específicos** son calcular los diámetros y longitudes adecuadas de la línea de conducción, aplicando la combinación de tuberías, usando las ecuaciones de Hazen-Williams y Darcy. La **metodología** usada por el autor descrita por la problemática lo cual define los parámetros físicos para determinar resultados. Sus principales **conclusiones** son: Los diámetros y longitudes más adecuados se obtuvieron mediante la combinación de tuberías utilizando las ecuaciones de Hazen-Williams. Las presiones obtenidas en los cálculos con combinación

de tubería empleando las fórmulas de Hazen-Williams y Darcy, se encuentran dentro de los límites máximos y mínimos permisibles.

Según Poma et al⁷, en su tesis de “Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de la hacienda – distrito de Santa Rosa – provincia de Jaén – departamento de Cajamarca”, su **principal objetivo** general es de realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, del caserío de la hacienda – distrito de Santa Rosa – provincia Jaén – departamento de Cajamarca, donde los **objetivos específicos** son de diseñar la línea de conducción, calcular el volumen del reservorio, diseñar de la línea de aducción y red de distribución. **La metodología** para el diseño óptimo de redes cerradas de tuberías presurizadas. El estudio **concluyo** en cualquier esquema de red cerrada de tuberías presurizadas de distribución de agua el número de incógnitas es igual al número de tramos tuberías (P) entre el total de nudos (N) que la forman. Las incógnitas podrían ser el caudal (Q) en tuberías o las pérdidas de carga (hf) en estas. Sus principales conclusiones son: La calicata extraída de donde se consideró la ubicación del reservorio se envió al laboratorio de GEOTECNIA & CONSTRUCCIÓN – SERVICIOS GENERALES S.A.C. El cual nos entregó como resultados lo siguiente: El tipo de suelo es ARCILLA MEDIAMENTE PLÁSTICA (CL), con un L.L: 34.54%, L.P: 19.20%, I.P: 15.31%, con un Contenido de Humedad de 3.98%.

2.1.3. Antecedentes locales

Nos dice Velásquez⁸, en la tesis de “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío de Mazac, provincia de Yungay, Ancash - 2017”, su **objetivo general** es de diseñar el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para el Caserío de Mazac, Provincia de Yungay, Ancash - 2017, donde los **objetivos específicos** son diseñar la captación, línea de conducción, reservorio de almacenamiento, línea de aducción y la red de distribución para el caserío de Mazac, provincia de Yungay, Ancash y determinar las velocidades, diámetros, tipo de tuberías, pendientes y presiones. La **metodología** el presente proyecto de investigación tiene un alcance descriptivo cuyo único fin consiste en describir los fenómenos, situaciones, contextos y sucesos; es decir, solo se busca detallar cómo es y cómo se manifiesta, buscando especificar las propiedades y las características del objeto de análisis en base a los conceptos o las variables que se refieren. Sus principales **conclusiones** son la finalidad de garantizar un óptimo funcionamiento hidráulico, se diseñó obras especiales como pasos elevados; así también la instalación de obras de arte: válvulas de desagüe, válvulas de aire, tanques rompe presión, también la línea de aducción del sistema de abastecimiento de agua potable se diseñó con tubería de Policloruro de vinilo (PVC) de diámetro de 1” (32 mm), la velocidad se encuentra en el rango recomendados por la normativa ecuatoriana de 0.45 – 2.5 m/s.

Según Carbajal⁹, en su tesis Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el caserío de Caypanda, distrito y provincia de Santiago de Chuco. Región la Libertad. Perú; 2009. Su **objetivo principal**, al presentar este trabajo, es diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el caserío de Caypanda. Distrito y Provincia de Santiago de Chuco. Región La Libertad; Dotar de los servicios de agua potable y alcantarillado al caserío, y optimizar su uso; Mejorar la salud pública y elevar los niveles de vida de la población reduciendo la tasa de incidencia de enfermedades infectocontagiosas de origen hídrico; las **conclusiones** fueron que los subsistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento deben conformar siempre un proyecto integral, pues de esta manera se estará incrementando los niveles de cobertura de estos servicios, reduciendo las enfermedades de la población y elevando los niveles de vida y salud de la misma; Del anexo N° 01 de los análisis de calidad de agua realizados demuestran, que desde el punto de vista microbiológico, para los manantiales El Atolladero y la Cortadera, no existen riesgos para la salud usados para consumo humano.

Según Chirinos¹⁰, en su tesis titulada: “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del caserío Anta, Moro – Ancash 2017.”, desarrollada en la Universidad Cesar Vallejo de Nuevo. Chimbote, tesis que para obtener el título de ingeniero civil cuyo **objetivo** definitivo culminar el diseño del sistema que se

encargará del suministro de agua potable así como también la red de alcantarillado; después de los estudios realizados y el procesamiento de datos, **concluyó** que la captación elegida para abastecer la población cuenta con un caudal de 0.37 litros por segundo que será conducido a través de una tubería PVC clase 7.5 hasta que llegue a almacenarse en el reservorio de 5 metros cúbicos, que serán necesarios para cubrir a toda la población en cualquier caso, la red de distribución funciona de acuerdo a los parámetros del Reglamento, el agua fluye a 0.67 metros por segundo por una tubería de una pulgada de diámetro. La investigación fue de la **metodología** del tipo no experimental–descriptivo.

Según Velásquez¹¹, en su tesis titulada: “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío de Mazac, provincia de Yungay, Ancash 2017.”, desarrollada en la Universidad Cesar Vallejo de Nuevo. Chimbote, tesis que para obtener el título de ingeniero civil cuyo **objetivo** principal fue llegar al diseño de un sistema que pueda cubrir las necesidades de cada familia que conforma el caserío, abasteciéndolos de agua potable durante las 24 horas del día, de acuerdo a las condiciones de la zona, La **metodología** fue del tipo no experimental – descriptivo. Se **concluye** que se realizará una captación de ladera concentrado por la manera en que aflora el agua, clasificada como A - 1 ya que el líquido cumple con los estándares de calidad; el caudal que aflora del manantial es de 2.20 litros por segundo que según las normas es del tipo C – 1, en

la línea de conducción fue empleado el método de combinación de tuberías, puesto que se planteó tuberías de PVC clase 10 para el tramo con excepción del pase aéreo donde se vio prudente usar tuberías de fierro galvanizado, el agua que viaja por el interior de las tuberías llegará a un reservorio de regulación y reserva de concreto armado, de forma circular y apoyado, que posteriormente repartirá el agua a través de una red de distribución que debido a las condiciones de la zona y a la dispersión que hay entre las viviendas con una separación de aproximadamente 50 metros se determinó que fuera ramificada.

2.2. Bases teóricas de la investigación

2.2.1. Población

Según Ecured¹², es un número de habitantes que pertenecen en una parte de la tierra, la cual se ubican poblaciones rurales y urbanas, se difieren por cantidades de seres humanos que viven en un lugar.



Figura 1: Población

Fuente: Andina

La demografía es el estudio estadístico de las poblaciones humanas. Aspectos varios del comportamiento humano en las poblaciones se estudian en sociología, economía y geografía en especial en la geografía de la población. El estudio de poblaciones normalmente está gobernado por las leyes de la probabilidad, y las conclusiones de los estudios pueden no ser siempre aplicables a algunos individuos, grupos o países.

2.2.1.1. Población de diseño

Se determina la cantidad de la población a futuro, donde se emplea el método aritmético, según fórmula:

$$Pf = Pa * \left(1 + \frac{r*t}{1000}\right)$$

Donde:

Pa: población actual (habitantes)

Pf: población futura o de diseño (habitantes)

r: tasa de crecimiento anual (por mil habitantes)

t: periodo de diseño (años)

Tabla 1: Coeficiente de crecimiento poblacional

Coeficiente de crecimiento lineal por departamento (r)			
Departamento	Crecimiento	Departamento	Crecimiento
Amazonas	40	Lima	25
Ancash	20	Loreto	10

Apurímac	15	Madre de Dios	40
Arequipa	15	Moquegua	10
Ayacucho	10	Pasco	25
Cajamarca	25	Piura	30
Cusco	15	Puno	15
Huancavelica	27	San Martín	30
Huánuco	25	Tacna	40
Ica	32	Tumbes	12
Junín	20	Ucayali	14
La libertad	20	Prov. Lima 1	12
Lambayeque	35	Región Lima 2	08

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 2017

2.2.1.2. Periodo de diseño

Según el RNE¹³, los periodos de diseño de los diferentes componentes del sistema se determinarán considerando los siguientes factores:

- a) Vida útil de las estructuras y equipos
- b) Grado de dificultad para realizar la ampliación de la infraestructura
- c) Crecimiento poblacional
- d) Economía de escala

Los periodos de diseño máximos recomendables, son los siguientes.

Tabla 2: Periodo de diseño en estructuras

Periodo de diseño en estructuras	
Componente	Periodo de diseño
Captación de ladera	20 años
Línea de conducción	20 años
Reservorio	20 años

Fuente: Ministerio de salud

2.2.2. Agua

Según Guerrero M.¹⁴, es una sustancia que no tiene color ni olor, las cuales son formadas por ríos, mares, fuentes y por lluvias, lo cual ocupa un gran parte del planeta.



Figura 2: Agua

Fuente: Acured

2.2.2.1. Fuentes de agua

Se llama fuente a los lugares donde sale el agua del interior de la tierra así formando lagos, ríos etc.

a) Tipos de fuentes:

✓ **Agua de Lluvia**

Según Mendoza¹⁵, es originada por la precipitación de las nubes, para la condensación del vapor de agua para ser captada en una superficie determinada.



Figura 3: Lluvia en Chucut

Fuente: Elaboración propia

✓ **Aguas Superficiales**

Según Mendoza¹⁵, son las que se ubican arriba del suelo, para después construir una captación y dirigir mediante tuberías el agua tratada para la población.



Figura 4: Fuente superficial

Fuente: Demografía del Perú

✓ Aguas Subterráneas

Según Mendoza¹⁵, Son aguas donde se sitúan abajo del suelo, la cual brota a la superficie como un manantial, para luego ser captado y trasladar el agua hacia la población.



Figura 5: Agua subterránea - Huancavelica

Fuente: Elaboración propia

b) Manantial

Según Geociclopedia¹⁶. Es el agua que fluye de la parte subterránea de la tierra, son unidades permeables e impermeables del suelo.



Figura 6: Manantial

Fuente: Elaboración propia

c) Ciclo del agua

Según Mendoza¹⁵, “consiste en su evaporación, que se produce desde la superficie del mar. Cuando el vapor de agua llega a la atmósfera se produce la condensación, es decir que este vapor cambia su estado físico para luego precipitar en forma de lluvia, granizo, nieve o rocío”.

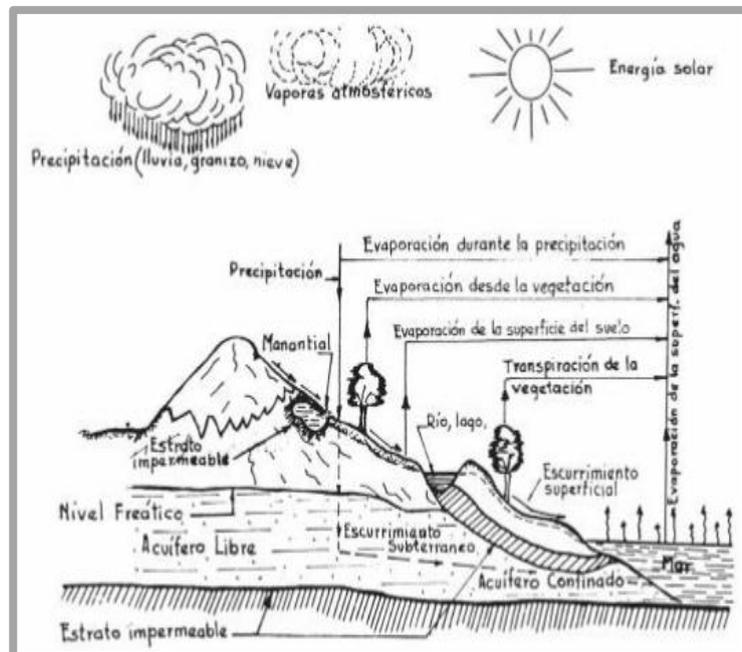


Figura 7: Ciclo del agua

Fuente: López P.

d) Agua potable

Según Mendoza¹⁵, Es apta para el consumo de los seres vivos y/o preparación de los alimentos, debidamente tratada según estándares de calidad.

Tabla 1: Características del agua

Características Físicas	Características Químicas	Características Microbiológicas
Turbiedad	ph	Bacterias Califormes
Color	Solidos presentes (totales, disueltos)	Escherichia coli
Olor	Alcalinidad total	Pseudomonas aeruginosa
Conductividad eléctrica	Dureza total	
	Sales presentes (sodio, potasio, calcio, nitratos, carbonos, etc.)	

Fuente: García J. (2011)

e) Calidad del agua

Según Sierra¹⁷, es la que fue sometida a ensayos químicos, biológicos, físicos y bacteriológicos para mantener un nivel de calidad.



Figura 8: Calidad del agua

Fuente: ANA (Perú)

f) Demanda del agua

Según Siac¹⁸, la población está apta a ser abastecida de agua estimada por una entidad en este caso sería por la JASS (Junta administradora de servicios de saneamiento).

g) Dotación de agua

Según Concha et al¹⁹, es el término medio de uso de la población que podrá tomarse como valores guía para obtener un promedio anual, su fórmula es: El Consumo es igual Dotación por N° habitantes (l/hab/día)

Tabla 2: Dotación de agua por región

Región	Dotación (l/hab/día)
Costa	60
Sierra	50
Selva	70

Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (2018)

Tabla 3: Dotación por número de habitantes

Población (habitantes)	Dotación (l/hab/día)
Hasta 500	60
500 - 1000	60 – 80
1000 - 2000	80 – 100

Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento

En el caso de adoptarse sistema de abastecimiento de agua potable a través de piletas públicas la dotación será de 20 - 40 l/h/d.

De acuerdo a las características socioeconómicas, culturales, densidad poblacional, y condiciones técnicas que permitan en el futuro la implementación de un sistema de saneamiento a través de redes, se utilizaran dotaciones de hasta 100 lt/hab/día.

Variaciones de consumo

- Consumo medio (Qm)

Es la consideración del promedio de consumo por persona por la población futura, expresada en litros por segundo por día.

$$Q_m = \frac{P_f * \text{dotación } (d)}{86400 \text{ s/día}}$$

Donde:

Qm = consumo medio (l/s)

Pf = población futura (hab.)

d = dotación (l/hab./día)

- Consumo máximo diario (Qmd)

El máximo consumo del día de una serie de exámenes durante el año (365 días). Según el art. 1.5 de la norma OS.10019, nos dice considerar un coeficiente K1 = 1.3.

$$Q_{md} = K_1 * Q_m \text{ (l/s)}$$

Donde:

Q_{md} = consumo máximo diario (l/s)

Q_m = consumo medio (l/s)

K_1 = coeficiente

- Consumo máximo horario (Q_{mh})

Es una demanda máxima que se presenta en una hora durante todo el año completo. Según el art. 1.5 de la norma OS.10019, nos indica que se deben considerar un coeficiente $K_2 = 2.0$.

$$Q_{mh} = K_2 * Q_p \text{ (l/s)}$$

Donde:

Q_{mh} = consumo máximo horario (l/s)

Q_p = consumo promedio diario (l/s)

K_2 = coeficiente

2.2.3. Abastecimiento de Agua Potable

Según Terence²⁰, es abastecer una cantidad de agua a un lugar definido mediante tuberías para suministrar a la población.

2.2.4. Sistema de abastecimiento de agua potable

Nos dice Guerrero C.²¹, es el cual mediante de instalaciones de tuberías permite que el agua fluya desde su captación hasta la última casa de la población para llevar el agua en buenas condiciones.

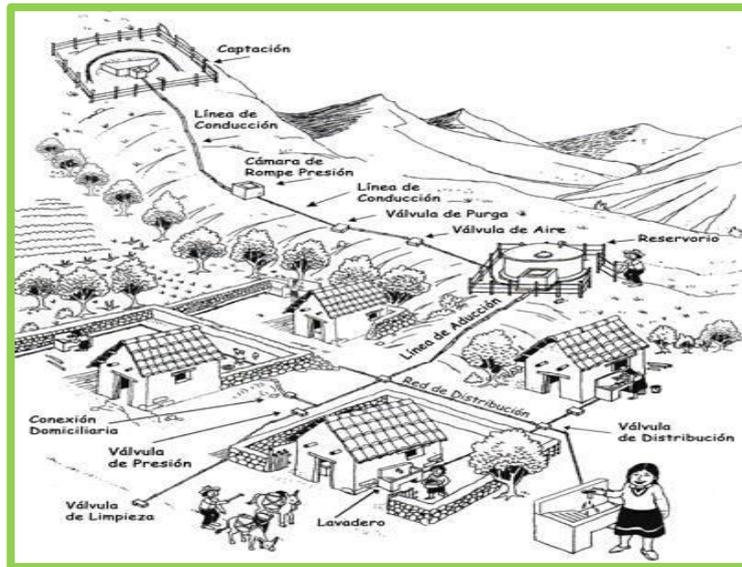


Figura 3: Sistema de Abastecimiento de agua

Fuente: bvsde.paho.org. Guía de orientación de Saneamiento Básico

2.2.5. Volumen

Según Félix²², es el tamaño definido como la amplitud en 3 magnitudes en el espacio. Lo cual se calcula multiplicando longitud, ancho y altura.

2.2.6. Parámetro

Según Unidad de Análisis Estadístico²³, es la importancia numérica que define el parámetro de la población. Usualmente sus parámetros de beneficios son la media y porcentajes.

2.2.7. Captación

Cámara de captación

Según Agüero²⁴, es una estructura construida de varios tipos de materiales, el más usado es de concreto armado que va a tener una cámara húmeda, una seca y un afloramiento, la cuál va a servir para abastecer a una población determinada.

2.2.7.1. Tipos de captación

A. Captación manantial de ladera

Según Carrasco²⁵, es una obra de captar agua de un río para una toma lateral, cuyo diseño es de calcular la longitud del vertedero para obtener el caudal de diseño.

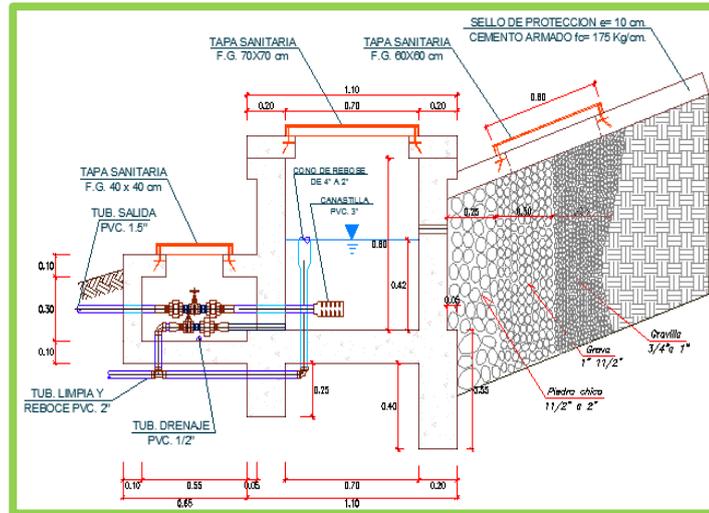


Figura 4: Captación manantial de ladera

Fuente: elaboración propia

B. Captación manantial de fondo

Según Carrasco²⁵, es una obra de captar agua de la parte inferior de escurrimiento de una forma transversal. En esta obra se colocará una rejilla que podrá habilitar el ingreso del caudal.

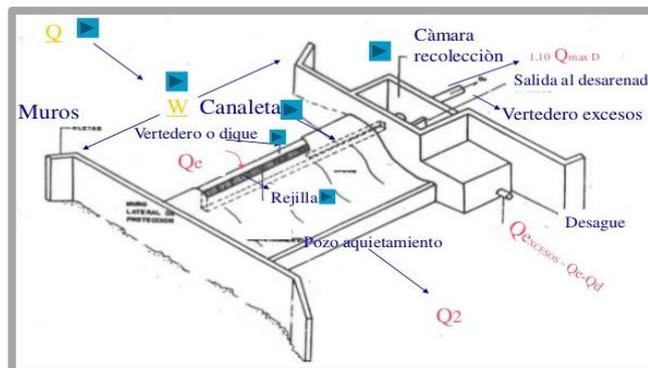


Figura 5: Captación manantial de fondo

Fuente: Slideshare

2.2.8. Medición de caudal

Según García²⁶, se designa mediante la cantidad de agua y el tiempo que traslada el fluido.

A. Método volumétrico:

Se calcula mediante un balde según el tiempo que emplee en llenar el agua para obtener el caudal.

$$Q = \frac{\text{Volumen (l)}}{\text{Tiempo (s)}}$$

Donde:

V = volumen del balde (l)

Q = caudal (l/s)

T = tiempo promedio (s)



Figura 6: Aforo de agua por método volumétrico

Fuente: Elaboración propia

2.2.9. Componentes de abastecimiento de agua potable

A) Cámara de captación

Criterio de diseño hidráulico

Para el Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento se consideran los siguientes criterios:

a. Distancias entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda

Cálculo de la pérdida de carga en el orificio (h_0) y pérdida de carga en la captación (H_f):

$$h_0 = 1.56 * \frac{V^2}{2g}$$

$$H_f = H - h_0$$

Dónde:

H: carga sobre el centro de orificio (m)

h_0 : pérdida de carga en el orificio (m)

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

V: velocidad promedio en la salida de la tubería

g: aceleración de la gravedad

Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

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

Dónde:

L: distancia afloramiento y captación (m)

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

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

Velocidad de paso asumida: $V_2=0.60\text{m/s}$ (el valor máximo es 0.60m/s , en la entrada a la tubería)

b. Determinación del ancho de la pantalla

Sabemos que:

$$Q_{max} = v_2 * C_d * A$$

Despejando:

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

Dónde:

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

C_d : coeficiente de descarga (valores entre 0.60 a 0.80)

V : velocidad promedio en la salida de la tubería

A : área del orificio de pantalla

Por otro lado:

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

Dónde:

D: diámetro de la tubería de ingreso (m)

Cálculo del número de orificios en la pantalla:

$$N^{\circ} \text{ orificios} = \frac{\text{Area del diametro teorico}}{\text{Area del diametro asumido}} + 1$$

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:

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

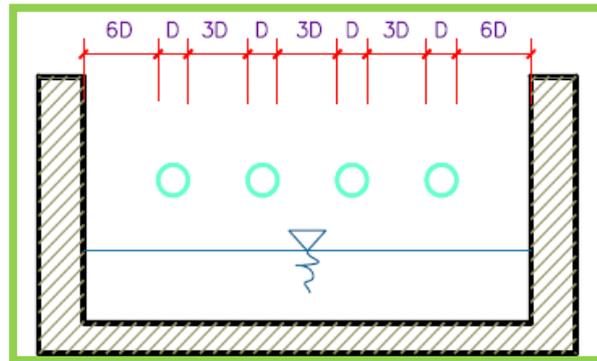


Figura 7: Determinación del ancho de pantalla.

Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (2018)

c. Altura de la cámara húmeda

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

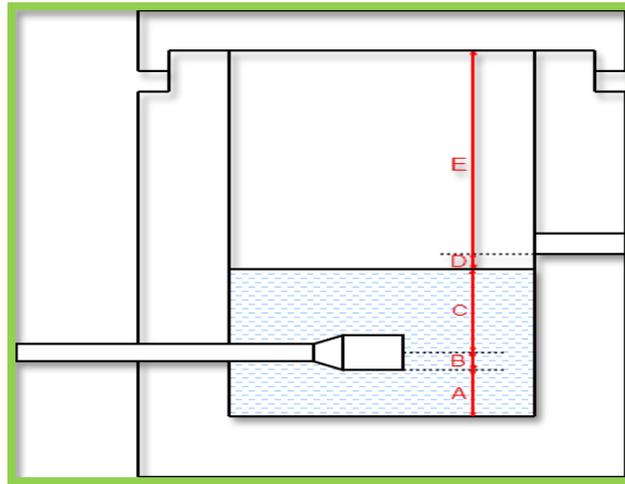


Figura 14: Calculo de la cámara húmeda.

Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2018)

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

Dónde:

A: se considera una altura mínima de 10 cm. Que permita la sedimentación.

B: se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.

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)

D: desnivel mínimo entre el ingreso del agua de almacenamiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo de 3 cm)

E: borde libre (de 10cm a 30 cm)

d. Dimensiones de la canastilla

Para el diseño se estima que el diámetro de la canastilla debe ser 2 veces del diámetro de conducción. Se recomienda que la longitud de la canastilla sea de 3" o en el peor de los casos la longitud de la canastilla sea 3 veces al diámetro de la línea de conducción. Si el diámetro sale pequeño se opta poner 10cm.

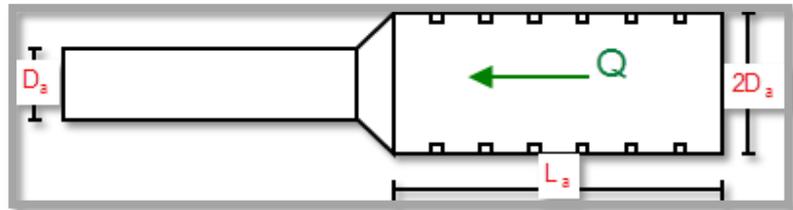


Figura 8: Dimensionamiento de la canastilla.

Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2018)

$$D \text{ canastilla} = 2 * DC$$

Para la longitud de la canastilla (L) se recomienda:

$$3DC \leq L \leq 6DC$$

Para determinar el área de ranura (A_r) se tiene las dimensiones:

Ancho de altura: 5 mm

Largo de ranura: 7 mm

Para el área total de ranuras (A_t) debe ser el doble del área de la tubería de la línea de conducción (A_C)

$$A_t = 2 * A_C$$

Para determinar el número de ranuras:

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = \frac{At}{Ar}$$

e. Dimensiones de la tubería de rebose y limpia

El rebose se instala directamente a la tubería de limpia y tienen el mismo diámetro.

$$Dr = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{hf^{0.21}}$$

Dónde:

Qmax: gasto máximo de la fuente (l/s)

hf: pérdida de carga unitaria en (m/m) – (valor recomendado 0.015 m/m)

Dr: diámetro de la tubería de rebose (pulg)

B) Línea de Conducción o impulsión

Según Rodríguez et al²⁷, se traslada el agua desde su captación mediante tuberías hacia el reservorio para luego abastecer a la población.

- Tipos de línea de conducción

a) Línea de conducción por gravedad.

Para Mendoza et al²⁸, cuando hay diferencia de cotas, desde captación hasta el reservorio que funciona por gravedad.

b) Línea de conducción por bombeo.

Según Saldarriaga²⁹, es la función de trasladar el agua mediante una energía hasta una cota superior donde está

ubicada el reservorio.

C) Reservorio

Para Herreros et al³⁰, la finalidad es de almacenar para poder abastecer a la población y a dar seguridad en situación normal y en casos de emergencias.

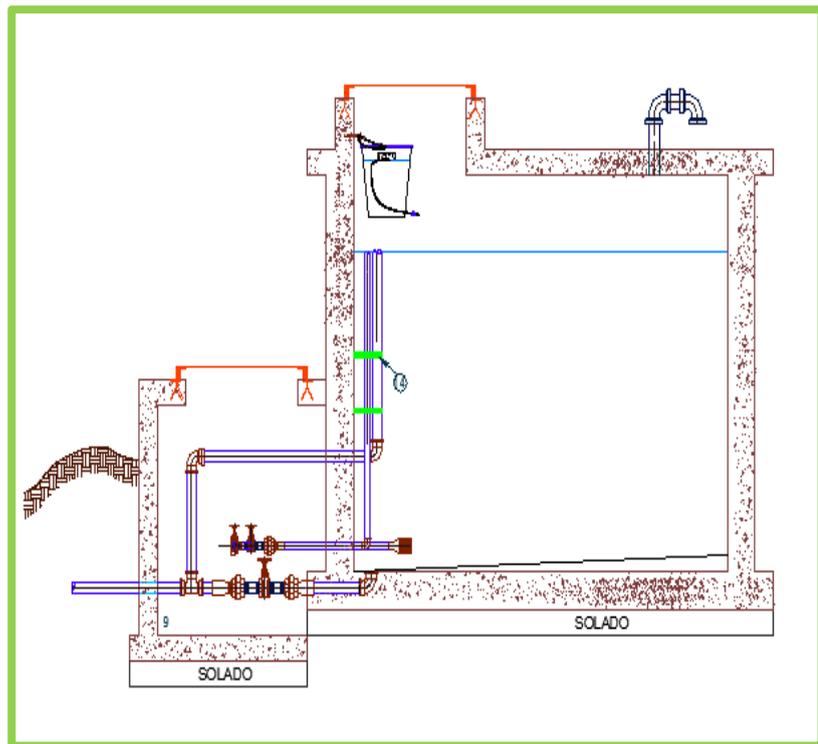


Figura 9: Reservorio de almacenamiento

Fuente: Elaboración propia

- Tipos de reservorio:

A. Reservorio elevado

Según Poma et al⁷ Son estructuras de formas esféricas, rectangulares, cilíndricas, con un soporte de columnas, pilotes, etc.

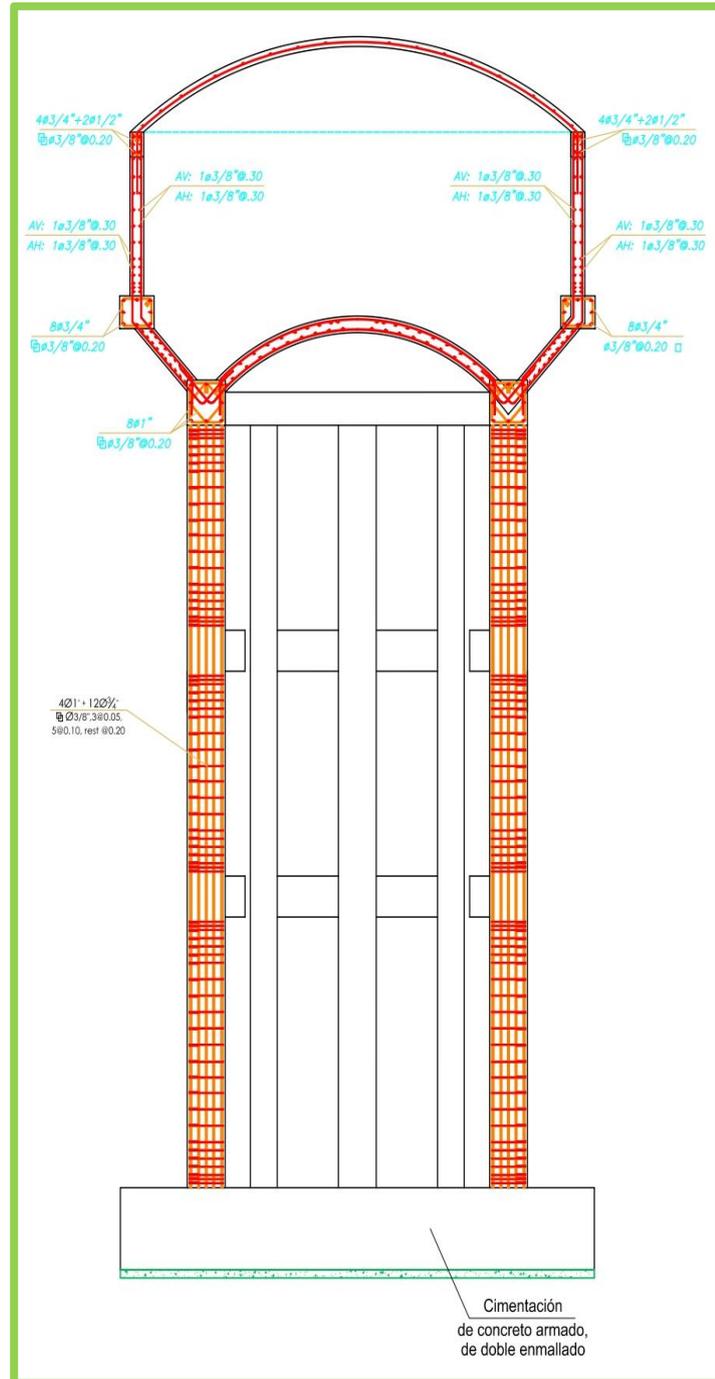


Figura 10: Reservorio elevado

Fuente: Elaboración propia

B. Reservorio apoyado

Son estructuras de formas rectangulares y circulares, construidas en la superficie del suelo.



Figura 18: Reservorio apoyado

Fuente: MosocccanCHA – Huancavelica. 2016

C. Reservorio enterrado

Son estructuras de formas rectangulares y circulares, construidas por debajo de la superficie del suelo.



Figura 19: Reservorio enterrado

Fuente: Aquadiposits. 2015

- Tipo de material

A. Concreto armado

Es de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para cualquier tipo de reservorio.

B. Concreto reforzado

Es considerado para reservorios elevados que tienen una gran capacidad de soporte.

C. Acero

Son armaduras colocadas en estricto acuerdo con los planos indicados según su memoria de cálculo.

- Volumen del reservorio

Según RNE en el artículo 5.3 de la norma OS. 030³¹, se debe de considerar las variaciones horarias para abastecer el pueblo, que están conformada por regulación, contra incendio y reserva.

A. Regulación

Es calculado por la cantidad de población correspondiente a variaciones horarias según el 25% de caudal de su demanda.

B. Contra Incendio

Es considerada en una población menor a 10000 habitantes.

- Partes del Reservorio

Según RNE en el artículo 5.3 de la norma OS. 030³¹, son materiales necesarios para un reservorio:

- Tapa sanitaria
- Tubería de ventilación
- Tubería de entrada y salida

- Tubería de rebose y limpia
- Canastilla

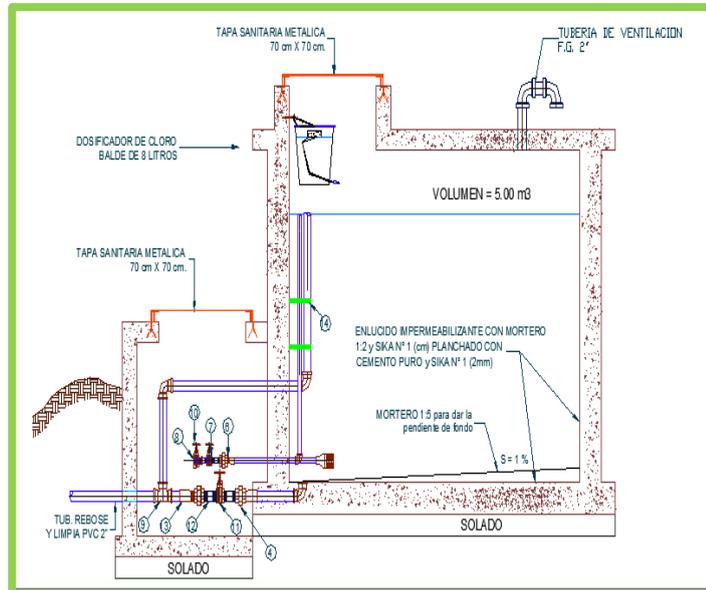


Figura 11: Partes de reservorio de almacenamiento

Fuente: Elaboración propia

- Diseño estructural del reservorio

Según Agüero²⁴, Para determinar momentos y fuerzas se utiliza el método Portland Cement Association que nos brinda diferentes modelos de reservorios empotradas entre sí.

En los tipos de reservorios como apoyados o superficiales son considerados la tapa libre y el fondo empotrado. Para este caso que actúa solo como empuje del agua, la presión en el borde es cero y la presión máxima (P), ocurre en la base.

$$P = \gamma_a * h$$

El empuje del agua es:

$$v = \frac{\gamma_a * h^2 * b}{2}$$

Donde:

v = Empuje del agua

γ_a = Peso específico del agua

h = Altura del agua

b = Ancho de la pared

A. Cálculo de momentos y espesor (e)

Paredes

El cálculo tan sólo se considera si el reservorio está lleno y sujeto a la presión del agua. Para la relación b/h , se presentan los coeficientes (K) para el cálculo de los momentos, en una relación se utiliza la siguiente fórmula:

$$M \text{ (kg)} = k * \gamma_a * h^3$$

Luego se calculan los momentos de M_x y M_y para los valores de “y”. Teniendo el máximo momento absoluto (M), se calcula el espesor de la pared (e), mediante el método elástico sin agrietamiento, tomando en consideración su ubicación vertical u horizontal, con la fórmula:

$$e \text{ (cm)} = \left[\frac{6M}{ft * b} \right]^{1/2}$$

Donde:

e = Espesor de la pared

M = Máximo momento absoluto kg-cm

$f_t = 0.85 \sqrt{f'c}$ (Esf. tracción por flexión kg/cm²)

b = 100 cm

Losa de cubierta

Se considera como losa armada en dos sentidos y apoyada en sus cuatro lados. Cálculo del espesor de losa (e)

$$e = \frac{\text{perimetro}}{180} \geq 9\text{cm}$$

Según el Reglamento Nacional de Construcciones para losas macizas en dos direcciones, cuando la relación de los dos es igual a la unidad, los momentos flexionantes en las fajas centrales son:

$$A = MB = CWL^2$$

Donde:

C = 0.036

W = Peso total (carga muerta + carga viva) en kg/m²

L = Luz de cálculo

Conocidos los valores de los momentos, se calcula el espesor útil "d" mediante el método elástico con la siguiente relación:

$$d \text{ (cm)} = \left[\frac{M}{R * b} \right]^{1/2}$$

Donde:

$M = M_A = M_B =$ Momentos flexionantes

$b = 100$ cm

$R = \frac{1}{2} * f_s * j * k$

$$k = \frac{1}{\left(1 + \frac{f_s}{nfc}\right)}$$

$f_s =$ Fatiga de trabajo en kg/cm^2

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2.1 * 10^6}{W^{1.5} * 4200 * (f'_c)^{1/2}}$$

$f'_c =$ Resistencia a la compresión en kg/cm^2

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

El espesor total (e), considerando un recubrimiento de 2.5cm, será:

$$e = d + 2.5$$

Se debe cumplir: $d \geq e - 2.5$

Losa de fondo

Asumiendo el espesor de la losa de fondo y conocida la altura de agua, el valor de P será el peso propio de agua en kg/cm^2 .

Será analizada como una placa flexible y no como una placa rígida, debido a que el espesor es pequeño en

relación a la longitud; además consideramos apoyada en un medio cuya rigidez aumenta con el empotramiento. Dicha placa estará empotrada en los bordes. Debido a las cargas verticales actuantes para una luz interna L, se originan los siguientes momentos.

Momento de empotramiento en los extremos:

$$M \text{ (kg - m)} = - \frac{WL^2}{192}$$

Momento en el centro:

$$M \text{ (kg - m)} = - \frac{WL^3}{384}$$

Para losas planas rectangulares armadas en dos direcciones, Timoshenko recomienda los siguientes coeficientes:

- Para un momento en el centro = 0.0513
- Para un momento de empotramiento = 0.529

Momentos finales:

- Empotramientos (Me) = 0.529 * M en (kg-m).
- Centro (Mc) = 0.0513 * M en (kg-m).

Chequeo del espesor:

Se propone un espeso $e = \frac{p}{180} \geq 9\text{cm}$

Se compara el resultado con el espesor que se calcula mediante el método elástico sin agrietamiento

considerando el máximo momento absoluto con la siguiente relación:

$$e \text{ (cm)} = \left[\frac{6M}{f_t * b} \right]^{1/2}$$

Siendo:

$$f_t = 0.85 (f'c)^{1/2}$$

Se debe cumplir que el valor:

$$d \geq e - \text{recubrimiento}$$

B. Distribución de la armadura

Para determinar el valor del área de acero de la armadura de la pared, de la losa cubierta y del fondo, se considera la siguiente relación:

$$A_s = \frac{M}{f_s * j * d}$$

Donde:

M = Momento máximo absoluto en kg-cm

f_s = Fatiga de trabajo en kg/cm²

j = Relación entre la distancia de la resultante de los esfuerzos de compresión al centro de gravedad de los esfuerzos de tensión.

d = peralte efectivo en cm

A_s = cm²

Pared

Para el diseño estructural de la armadura vertical y horizontal de la pared, se considera el momento máximo absoluto, por ser una estructura pequeña que dificultaría la distribución de la armadura y porque el ahorro, en términos económicos, no sería significativo. Para resistir los momentos originados por la presión del agua y tener una distribución de la armadura se considera:

$$f_s = 900 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = 9 \text{ (valor recomendado en la Norma Sanitaria de ACI-350)}$$

Conocido el espesor y el recubrimiento, se define un peralte efectivo “d”. El valor de “j” es definido por “k”

Cuantía mínima:

$$A_s \text{ min} = 0.0015 * b * e \text{ ó } \frac{4}{3} * A_s \text{ calculado (el mayor)}$$

Losa de cubierta

Para el diseño estructural de armadura se considera el momento en el centro de la losa cuyo valor permitirá definir el área de acero en base a la ecuación:

$$A_s = \frac{M}{f_s * j * d}$$

Donde:

M = Momento máximo absoluto en kg-cm

f_s = Fatiga de trabajo en kg/cm^2

j = Relación entre la distancia de la resultante de los esfuerzos de compresión al centro de gravedad de los esfuerzos de tensión.

d = peralte efectivo en cm

La cuantía mínima recomendada es:

$$A_s \text{ min} = 0.0018 * b * e$$

Losa de fondo

Al igual que el cálculo de la armadura de la pared, se considera el máximo momento absoluto para determinar el área de acero se considera:

$$f_s = 900 \text{ kg/cm}^2$$

$n = 9$ (valor recomendado en la Norma Sanitaria de ACI-350)

El valor de “ j ” es definido con “ k ”, en todos los casos, cuando el valor del área de acero (A_s) es menor a la cuantía mínima ($A_s \text{ min}$), para la distribución de la armadura se utilizará el valor de dicha cuantía.

C. Chequeo por esfuerzo cortante y adherencia

Tiene la finalidad de verificar si la estructura requiere estribos o no; y el chequeo por adherencia sirve para verificar si existe una perfecta adhesión entre el concreto y el acero de refuerzo.

Pared

La fuerza cortante total máxima (V), será:

$$V (kg) = \frac{\gamma_a * h^2}{2}$$

El esfuerzo cortante nominal (v), se calcula mediante:

$$v \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = \frac{V}{j * b * d}$$

El esfuerzo permisible nominal en el concreto, para muros no excederá a:

$$V_{m\acute{a}x} \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = 0.02 f'c$$

Se debe verificar que: $v \leq V_{m\acute{a}x}$

Adherencia; para elementos sujetos a flexión, el esfuerzo de adherencia en cualquier punto de la sección se calcula mediante:

$$u = \frac{V}{\sum_0 j * d}$$

El esfuerzo permisible por adherencia (u max) es:

$$u \text{ m\acute{a}x} \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = 0.05 f'c$$

Si el esfuerzo permisible es mayor que el calculado, se satisface la condición de diseño.

Losa cubierta; la fuerza cortante máxima (V) es igual a:

$$v \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) = \frac{WS}{3}$$

Donde:

S = Luz interna (m)

W = Peso total (kg/m²)

El esfuerzo cortante unitario es igual a:

$$v \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{V}{b * d}$$

El máximo esfuerzo cortante permisible es:

$$v_{\text{máx}} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) = 0.29 f'c^{1/2}$$

Si el máximo esfuerzo cortante permisible es mayor que el esfuerzo cortante unitario, el diseño es el adecuado.

Adherencia:

$$u \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{V}{\sum_0 j * d}$$

El esfuerzo permisible por adherencia (u max) es:

$$u_{\text{máx}} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) = 0.05 f'c$$

Si el esfuerzo permisible es mayor que el calculado, se satisface la condición del diseño.

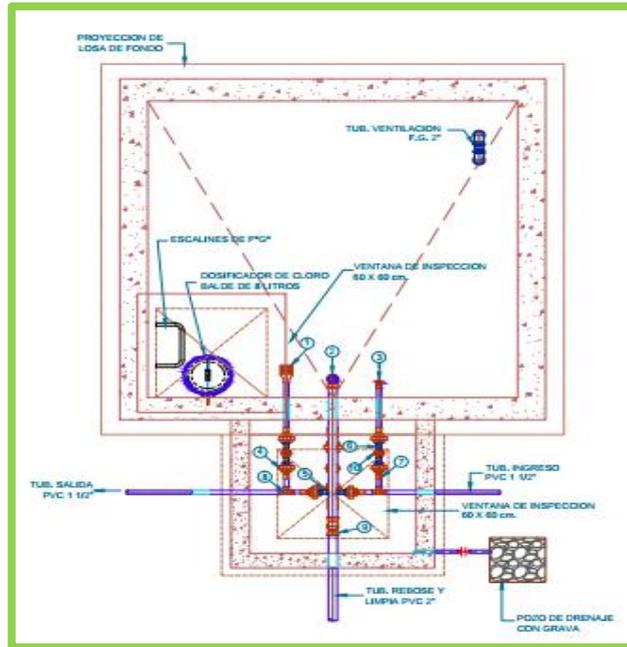


Figura 21: Plano en planta de un reservorio rectangular
Fuente: Elaboración propia

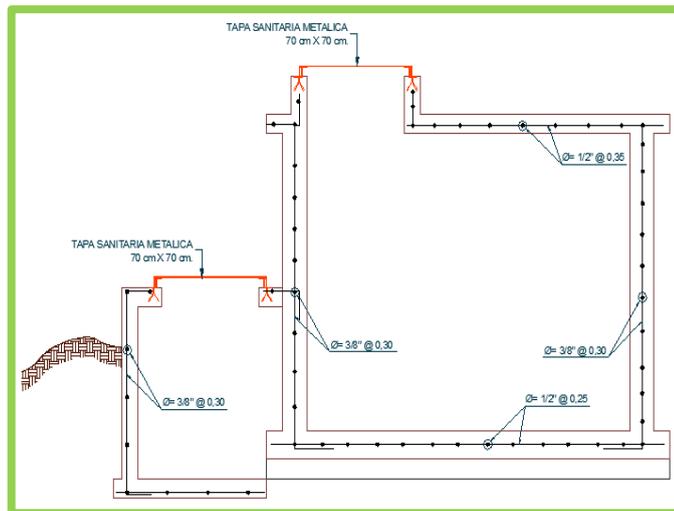


Figura 22: Plano estructural de un reservorio
Fuente: Elaboración propia

- Caseta de válvulas de reservorio

Según Nahomi N.³², es una estructura que recibe del reservorio con paredes planas, teniendo en cuenta las siguientes partes:

- Techos

- Paredes
- Pisos en veredas perimetrales
- Escaleras
- Accesorios

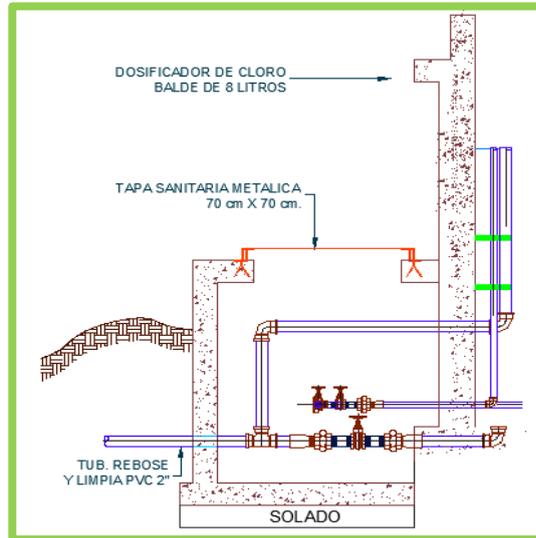


Figura 12: Caseta de válvula de reservorio
Fuente: Elaboración propia

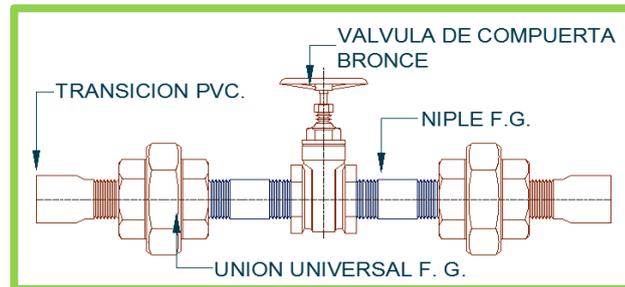


Figura 13 Instalación de válvulas de la caseta de válvula
Fuente: Elaboración propia

- Cerco perimétrico para reservorio

Según Nahomi N.³², son estructuras metálicas o de madera que sirve como aislamiento para poder proteger el reservorio de malas manipulaciones o de animales, teniendo las siguientes características:

- Concreto simple $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$

- Malla metálica F° G° N° 10
- Tubo de F° G° rectangular 2" x 4" x 1/8"
- Ángulo de fierro negro de 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8"
- Tubo de F° G° Ø 3" x 3.00 m. sobre dado
- Empalme con tubo F° G° cuadrado 1 1/2" x 1 1/2" x 1.80 mm
- Platina de F° G° 1 1/2" x 1/8"
- Tubo F° G° Ø 3" x 0.50 m. sumergido
- Chapa de 2 golpes soldado en plancha metálica en puerta Candado 40mm.

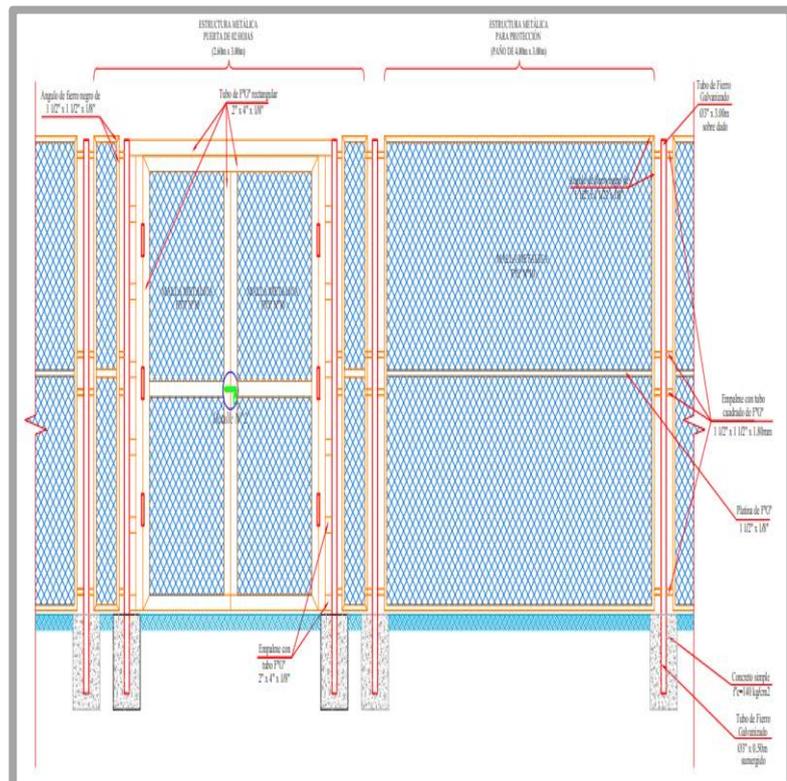


Figura 14: Cerco perimétrico para reservorio
Fuente: Elaboración propia

- Ubicación de reservorio

Nos dice Agüero²⁴, debe estar ubicado según indique las cotas topográficas para lo cual pueda abastecer a la población.

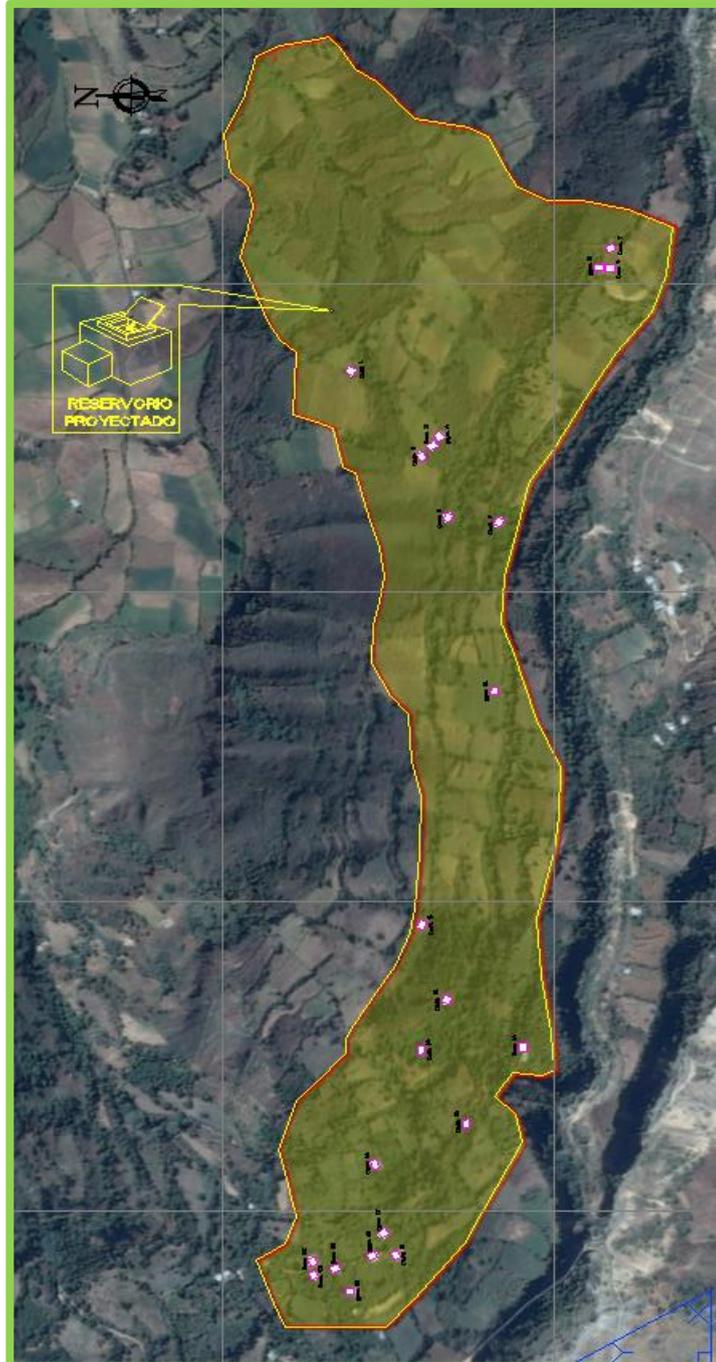


Figura 26: Ubicación de reservorio

Fuente: Elaboración propia

2.2.10. Carga disponible

Nos dice Agüero²⁴, la variedad de la elevación entre la estructura u obra de la captación y reservorio.

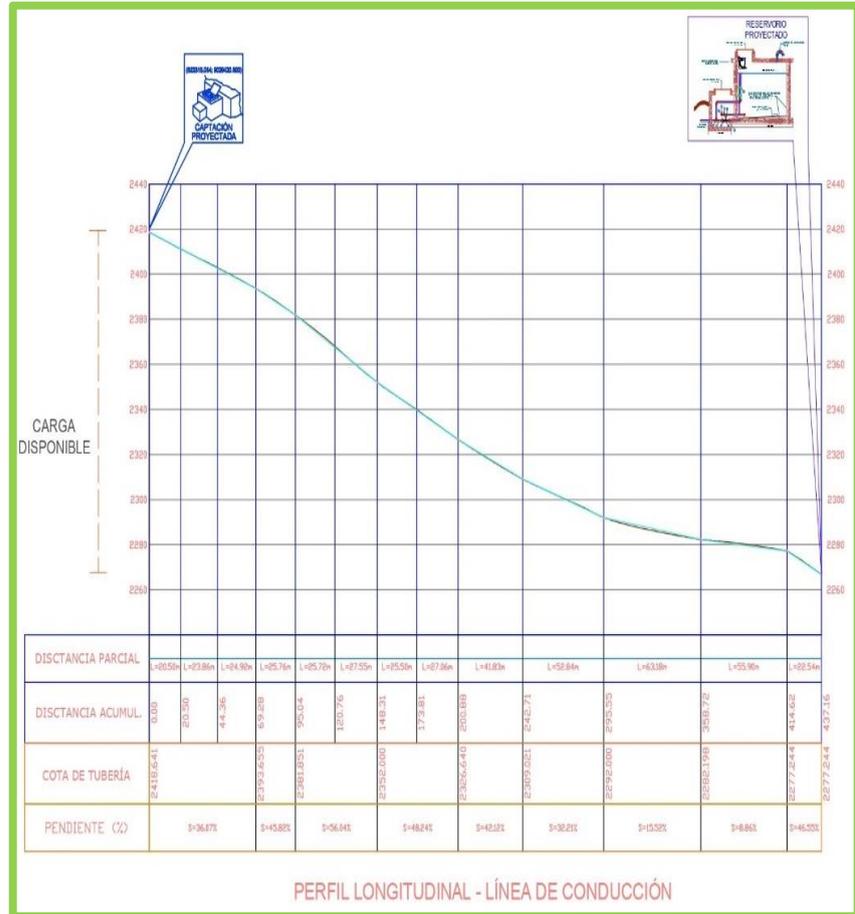


Figura 27: Carga disponible

Fuente: Elaboración propia

2.2.11. Tuberías

Según Arabuko³³, es el conducto que traslada el fluido del agua, la cual está elaborada para resistir presiones del agua, cargas externas y variación de temperatura debido a la velocidad (golpe de ariete).

A. Clases de tubería

Según Agüero²⁵, para los proyectos de abastecimiento en las zonas

rurales se utiliza tuberías de PVC. El material es ligero, flexible, económicos, durables y fáciles de instalar.

Tabla 4: Características técnicas de la tubería para presión NTP-ISO-4422

Clase	Presión Máxima de prueba (m)	Presión máxima de trabajo (m)	Factor de seguridad
5	50	35 (3.5 bar)	1.4
7.5	75	50 (5 bar)	1.5
10	105	70 (7 bar)	1.5
15	150	100 (10 bar)	1.5

Fuente: NTP ISO-4422

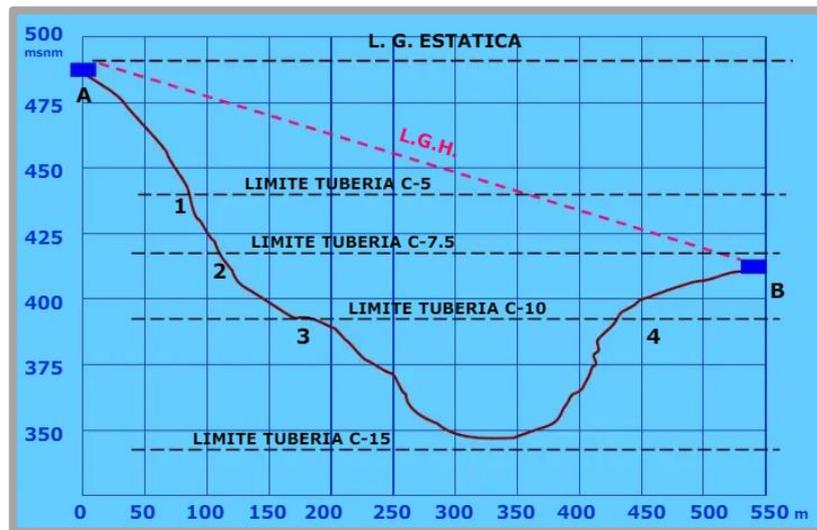


Figura 15: Selección de clase de tubería para presiones máximas de trabajo

Fuente: NTP ISO-4422

B. Tipos de tuberías

Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. Según el proyecto se utilizará PVC. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen

y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establece en la siguiente tabla:

Tabla 5: Coeficientes de fricción (C) fórmula de Hazen y Williams

TIPO DE TUBERÍA	COEFICIENTE DE FRICCIÓN (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
Polietileno, Asbesto Cemento	140
Poli cloruro de vinilo (PVC)	150

Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (2006)

C. Diámetro de tubería

Es de longitud recta donde transita de extremo a extremo un círculo y su unidad de medida está en pulgadas.

El diámetro para el coeficiente $C = 150$, es obtenido mediante la ecuación:

$$D = \frac{(0.71 * Q^{0.38})}{hf^{0.21}}$$

Donde:

D = Diámetro interior de tubería (m)

Q = Caudal (l/s)

h_f = Perdida de carga

2.2.12. Velocidad

Según Agüero²⁴, Se diseñará con una velocidad mínima de 0.6 m/s y máxima de 5.0 m/s. Nos indica que el diámetro mínimo para la línea de conducción es de ¾” para zonas rurales. La velocidad del flujo (V) es la siguiente fórmula:

$$V = 1.9735 * \frac{Q}{D^2}$$

Donde:

D = Diámetro interior de tubería (m)

Q = Caudal (l/s)

V = Velocidad del agua (m/s)

2.2.13. Presión

Según Russo³⁴, es la fuerza ejercida sobre el área de la tubería mediante la energía gravitacional producida por las pendientes. Si por la tubería el fluido está al tope, se puede plantear la ecuación de Bernoulli.

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

Donde:

Z = Altura donde se encuentra la tubería

P = Presión ejercida por el fluido en la tubería

γ = Peso específico del agua

V = Velocidad del fluido

H_f = Pérdida de carga producida por el recorrido

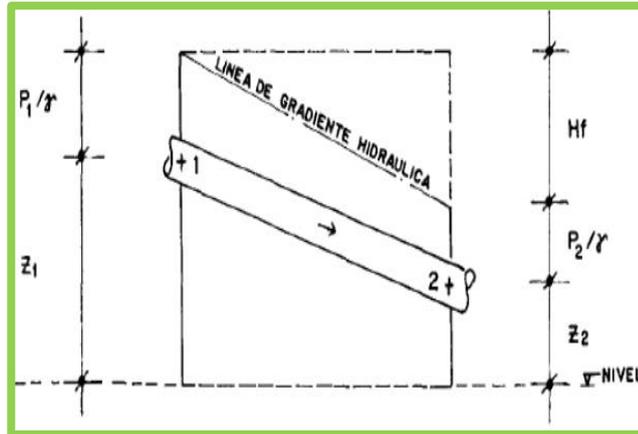


Figura 16: Energías de posición y presión

2.2.14. Estructura complementaria

A. Válvula de aire

Según Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento³⁵, es un sistema hidromecánico que al acumular aire automáticamente efectúa la expulsión, evitando roturas de la tubería.

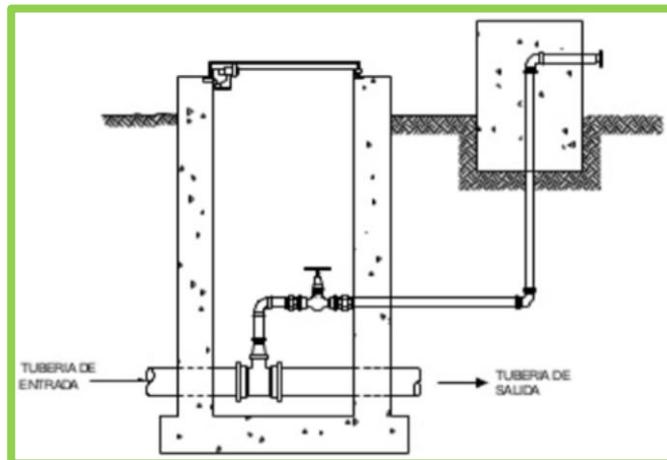


Figura 30: Válvula de aire

Fuente: Agüero

B. Válvula de purga

Según Vargas et al.³⁶, son las que permiten una limpieza periódica en tramos de las tuberías cuando presenta una topografía accidentada en la línea de conducción.

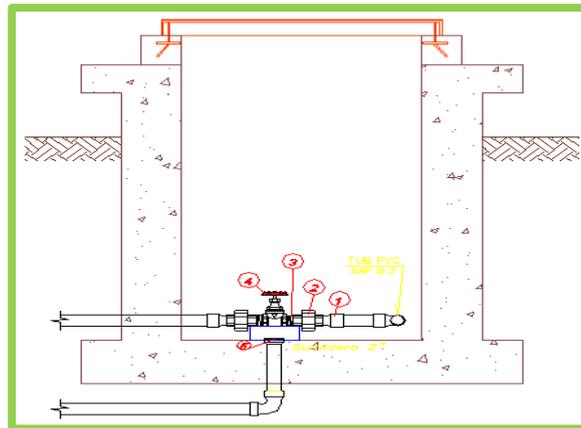


Figura 17: Válvula de purga

Fuente: Elaboración propia

C. Cámara rompe presión

Según Roger³⁷, cuando hay diferencia de niveles de la captación a la línea de conducción, generan presiones que las tuberías no pueden soportar, lo cual debe tener como máximo un desnivel de 50m.

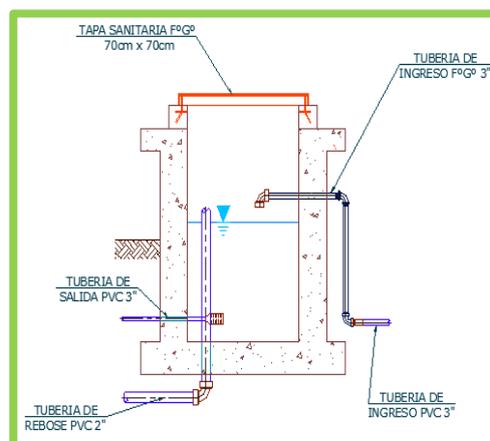


Figura 32: Cámara rompe presión

Fuente: Elaboración propia

- Tipos de cámara rompe presión:

CRP – Tipo 6

Según Vargas et al³⁶, es colocada en la línea de conducción, la cual reduce presiones en la tubería.

CRP – Tipo 7

Según Vargas et al³⁶, Es colocada en la red de distribución, para regular el abastecimiento, mediante la válvula flotadora.

2.2.15. Línea gradiente hidráulico

Es la que indica la presión de agua a lo largo de la tubería bajo condiciones de operación.

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.

Ecuación de Hazen y Williams

$$Q = 0.2785 * C * D^{\left(\frac{4.87}{1.85}\right)} * S^{\left(\frac{1}{1.85}\right)}$$

Despejando

$$S = \left(\frac{Q}{0.2785 * C * D^{2.63}} \right)^{1.85}$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

C = Coeficiente depende de la rugosidad del tubo

D = Diámetro interior de la tubería (m)

S = Pérdida de carga unitaria (m/m)

Fórmula para calcular pérdida de carga

$$hf = S * L$$

Donde:

hf = Pérdida de carga (m)

S = Pendiente de la pérdida de carga por unidad de longitud (m)

L = Longitud del tramo (m)

2.2.16. Topografía

Según García M.³⁸, viene a ser todo el levantamiento topográfico de la zona del proyecto para poder tener las cotas de su captación, reservorio y poder proyectarlas para abastecer a la población.

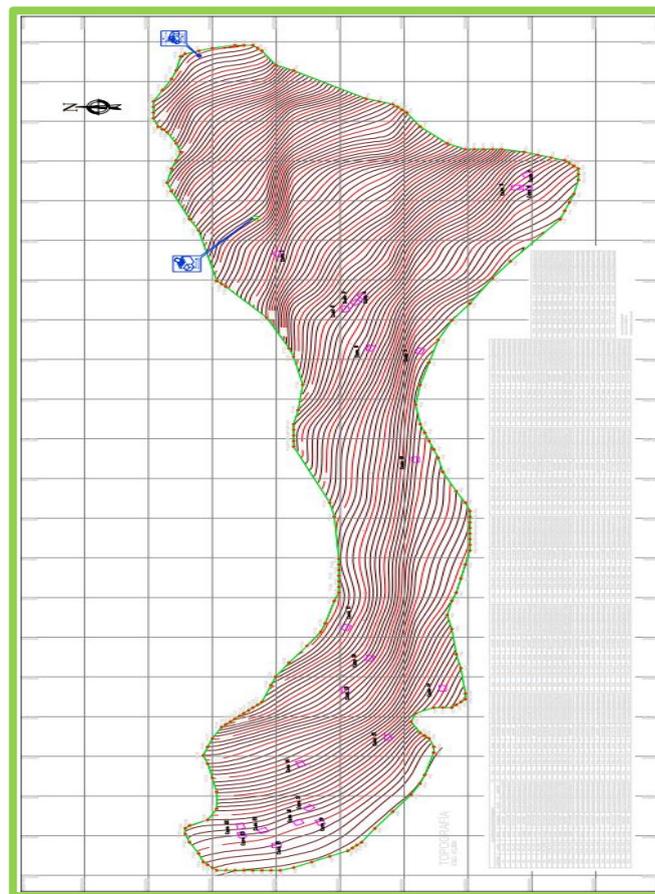


Figura 18. Topografía del proyecto
Fuente: Elaboración propia

2.2.17. Estudio de suelo

Nos permite conocer el tipo de suelo para luego poder calcular el tipo de cimentación y asentamiento de cada estructura.

2.2.17.1. Tipos de suelos

- a) **Suelos granulares.** Son suelos compuestos de grava y arena, el tipo de suelos es más firme y amplía las ondas sísmicas.
- b) **Suelos finos.** Son suelos compuestos por arcillas y limos, por lo cual dependen de la humedad a la que estén expuestas. Por eso no son los mejores suelos para fundar los cimientos de una edificación.

III. Hipótesis

Según Kaseng³⁹ “Así como las investigaciones exploradas se preocupan por el descubrimiento, las investigaciones descriptivas se centran en medir con la mayor precisión posible. El simple hecho de medir un fenómeno para describirlo **no requiere una hipótesis**, por lo que los estudios puramente descriptivos no son lo mismo”.

IV. Metodología

4.1. Diseño de la investigación

Tipo de investigación

La investigación a desarrollarse es de tipo descriptivo, lo cual se recolectarán datos a través de encuestas, fichas técnicas y protocolos, para luego ser analizados e interpretadas.

Nivel de investigación

Es nivel de investigación es cualitativa ya que este proyecto nos ayuda a experimentar nuestros conocimientos y buscar sucesos complejos para poder obtener una mayor información.

En tal sentido no es experimental y descriptivo, ya que podemos identificar fenómenos y luego analizarlos:



Leyenda

- **Mi:** diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio para almacenamiento de agua potable.
- **Xi:** sistema de abastecimiento de agua potable.
- **Oi:** resultados

4.2. Universo y la muestra

4.2.1. Universo

Esta formada por el sistema de abastecimiento de agua potable del anexo de Chucut, distrito de Macate, Provincia del Santa, departamento de

Ancash.

4.2.2. Muestra

Este se consigue mediante el diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio para el almacenamiento del sistema de agua potable en el anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash.

4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	U.M
Diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio para el almacenamiento del sistema de agua potable en el anexo, Distrito de Macate, Provincia del Santa, Departamento Ancash – 2018	Para (Leslieph) ¹⁸ el sistema de agua es un conjunto de infraestructuras, equipos y servicios destinados al sistema agua potable, es principalmente para consumo doméstico, industrial comercial, este de ser en cantidades suficientes y de buena calidad física química y bacteriología es decir apta para el consumo humano	Es la que se capta o reúne por agua manantiales la que se puede aprovechar para poder abastecer a la población.	Cámara de captación	Tipo caudal	Normal Intervalo	Und Lt/seg
		Es por donde se traslada el agua potable desde la salida de la Captación hasta el reservorio.	Línea de conducción	Tipo de tubería Clase de tubería Diámetro Caudal Presión Velocidad	Nominal Ordinal Ordinal Intervalo Intervalo Intervalo	Und Und Pulg Lt/seg M.C.A m/seg
		Es donde se almacena el agua potable para poder abastecer a la población y distribuir a cada vivienda.	Reservorio de almacenamiento	Tipo Forma Material Volumen	Nominal Nominal Nominal Intervalo	Glb Glb Glb m3

Fuente: Elaboración propia (2018)

4.4. Técnica e instrucción de recolección de datos

4.4.1. Técnica de recolección de datos

Esta técnica es de observación, mediante de esta técnica se recolectará datos visitando el lugar identificar la problemática que viven los pobladores, y luego dar solución al problema en este caso en el anexo de chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, Departamento Ancash- 2018.

4.4.2. Instrumento de recolección de datos

4.4.2.1. Ficha técnica

Se basa en recolectar datos del proyecto para el diseño del sistema de agua potable en la población, como son estudio del suelo, estudio topográfico y el estudio hidrológico. Estos estudios son importantes para tener un buen proyecto y con más tiempo de durabilidad.

4.4.2.2. Protocolo

En esta técnica se hace la recolección de datos y el estudio del agua para saber si es apto para el consumo humano y el tipo de tratamiento que se va utilizar para las viviendas.

4.5. Plan de análisis

Se realiza la recolección de datos en el anexo Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash, se identifica el manantial o fuente de agua, población beneficiada, y a continuación se pasa a calcular el caudal que se requiere, este se calcula mediante los datos de población actual y población futura ya que el proyecto está diseñada o destinado a tener una vida útil de veinte años para ellos se necesita saber si el caudal será suficiente

para la población actual y para la población futura, para ello se sigue el siguiente orden.

Para examinar la diferencia de información recaudada en el anexo Chucut, a través de la observación visual directa, de tipo descriptivo, cualitativo, no experimental con las encuestas realizadas, protocolos y fichas técnicas, se hará un análisis mediante cuadros en la que detallaremos el proceso o matriz del desarrollo para diseñar la cámara de captación, línea de conducción y reservorio para el almacenamiento del sistema de agua potable en el anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash – 2018.

4.6. Matriz de consistencia

Título: Diseño de la cámara de captación, línea de conducción y reservorio para el almacenamiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento Ancash – 2018.				
Problema	Objetivos	Marco teórico y conceptual	Variables	Metodología
<p>Características del problema: El agua es un elemento de gran importancia para todos los seres vivos. Actualmente en relación a la infraestructura actual de saneamiento, esta localidad no cuenta con los servicios de agua potable, lo cual está originando la proliferación de enfermedades infectocontagiosas y contaminación del medio ambiente.</p> <p>Enunciado del problema: ¿Cuál sería el resultado de diseñar la cámara de captación, línea de conducción y reservorio para el almacenamiento del sistema de agua potable en el anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash – 2018, para llegar a obtener un servicio eficiente y buen funcionamiento?</p>	<p>Objetivo general: Diseñar la cámara de captación, línea de conducción y reservorio para el almacenamiento del sistema de agua potable en el anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash – 2018.</p> <p>Objetivo específico: Diseño de la cámara de captación para el almacenamiento del sistema de agua potable en el anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash – 2018. Diseño de la línea de conducción para el almacenamiento del sistema de agua potable en el anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash – 2018. Diseño del reservorio para el almacenamiento del sistema de agua potable en el anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash – 2018.</p>	<p>Antecedentes. Según Carbajal⁹, en su tesis Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el caserío de Caypanda, distrito y provincia de Santiago de Chuco. Región la Libertad. Perú; 2009. Conclusiones fueron que los subsistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento deben conformar siempre un proyecto integral, pues de esta manera se estará incrementando los niveles de cobertura de estos servicios, reduciendo las enfermedades de la población y elevando los niveles de vida y salud de la misma.</p>	<p>Variable de estudio independiente sistema de abastecimiento de agua potable Dimensiones Captación Línea de conducción Reservorio Línea de aducción Red de distribución</p>	<p>Tipo: Cuantitativo Nivel: Descriptiva Métodos: Científico Diseño: No experimental Población y muestra Universo: Sistema de abastecimiento de agua potable de la provincia de Macate Muestra: Conformada por el sistema de abastecimiento de agua del Anexo de Chucut. Técnicas e instrumentos Técnicas: Observación, encuesta y entrevista. Instrumentos: Cuestionario del sira, fichas, planos, Software y otros Procesamiento de datos Estadística descriptiva</p>

Fuente: Elaboración propia (2018)

4.7. Principios éticos

La investigación de mi autoría está basada en los principios que rigen la actividad investigadora dados en el código de ética de la Universidad católica los ángeles de Chimbote que son los siguientes:

- **Principio de protección a las personas**

Que indica el respeto por la dignidad del ser humano, la identidad y su diversidad.

- **Beneficencia y no maleficencia**

Que exige que los beneficios sean maximizados en comparación a los efectos adversos.

- **Justicia**

Para evitar malas prácticas por limitaciones personales además del trato equitativo a todos los participantes de la investigación.

- **Integridad científica**

Para evitar conflictos que puedan afectar la investigación.

- **Consentimiento informado y expreso**

Para garantizar la protección total de los datos del titular a usar para fines específicos.

V. Resultados

5.1. Resultados

A. Parámetros de diseño

Tabla 8: Parámetros de diseño

Descripción		Cantidad	Unidad
Aforo	M.V.	1.58	Lt/s
Tipo de sistema	-	Gravedad	-
Número de viviendas		25	
Población actual	Pa	125	Hab.
Tasa de crecimiento	r	15	%
Periodo de diseño	t	20	años
Población futura			
$Pf = Pa \times (1 + r \times t/100)$	Pf	163	Hab.
Dotación	Dot.	50	l/hab./día
Consumo promedio anual			
$Q = (Pf \times Dot.) / 86400$	Q	0.09	l/seg.
Coeficiente de máxima variación diaria	K1	1.3	
Coeficiente de máxima variación horaria	K2	2.0	
Coeficiente	C	0.8	
Consumo máximo diario			
$Qmd = 1.30 \times Q$	Qmd	0.12	l/seg.
Consumo máximo horario			
$Qmh = 2.00 \times Q$	Qmh	0.18	l/seg.

B. Cálculo hidráulico y dimensionamiento de la cámara de captación en ladera.

Tabla 9: Cálculo hidráulico y dimensionamiento

Descripción		Cantidad	Unidad
Determinación del ancho de la pantalla			
Coeficiente de descarga	Cd	0.80	m
Aceleración de la gravedad	g	9.81	m/s ²
Carga sobre el centro del orificio	H	0.40	m
Velocidad de paso teórica			
$V_{2t} = C_d \times \sqrt{2gH}$	V _{2t}	2.24	m/s
Velocidad de paso asumida	V ₂	0.60	m/s
Área requerida para descarga			
$A = (Q_{max}) / (V_2) \times C_d$	A	0.0033	m ²
Diámetro de tubería de ingreso			
$D = \sqrt{4A / \pi}$	D	0.065	m
$D_c = (D \times 100)$	D _c	2.55	pulg.
Diámetro asumido	D _a	2	pulg.
Nº de orificios en la pantalla			
$N_{orif} = (D_c/D_a)^2 + 1$	N _{orif}	3	Orificios
Cálculo de ancho de pantalla:			
$b = 2(6D_a) + N_{orif} \times D_a + 3D_a(N_{orif} - 1)$	b	1.10	m

Altura de la cámara húmeda:	t	20	años
A: Se considera una altura mínima de 10cm que permite la sedimentación	A	10	cm
B: Se considera la mitad del diámetro de la canastilla que permite la sedimentación			
$B = (4/2) \times 2.5$	B	5.00	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.			
$C = 1.56 [Q_{md} / 2g * (A^2)]^2$	C	0.70	m
D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de			

Dimensionamiento de la canastilla:

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

$D_{canastilla} = 2 \times D_a$	Dcan	4	pulg
---------------------------------	------	---	------

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

$$L = 3 \times D_a \times 2.54$$

$$L = 6 \times D_a \times 2.54$$

Ancho de la ranura	L	15	cm
Largo de la ranura	Ancho	5	mm

Cálculo de rebose y limpia:

La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calculan mediante la siguiente ecuación:

Tubería de rebose (asumida)

$$D_r = (0.71 \times Q^{0.38}) / h \times f^{0.21} \quad D_r \quad 2 \quad \text{pulg.}$$

Tubería de limpieza (asumida)

$$D_L \quad 2 \quad \text{pulg.}$$

C. CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN

Tabla 10: Cálculo estructural de la Cámara de captación

Cálculos estructurales de la cámara de captación:		Und
Altura de la caja húmeda	1.00	m
Altura del suelo	0.9	m
Ancho de pantalla	1.5	m
Peso específico del suelo	1700	kg/m ³
Ángulo de rozamiento interno	20	°
Coefficiente de fricción	0.42	-
Peso específico del concreto	2400	kg/m ³
Capacidad de carga del suelo	0.39	kg/cm ²

D. LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Tabla 11: Cálculo de la línea de conducción

DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION	
DATOS DE CÁLCULO	
CAUDAL MÁXIMO DIARIO: 50 l/seg	Entonces será de: 150
COEFICIENTE C: (RNE) tubería: Poli(cloruro de vinilo) PVC	

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

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA HORIZONTAL	NIVEL DINAMICO - COTA -	LONG. DE TUBERIA	PENDIENTE	CAUDAL	DIAMETRO CALCULADO	DIAMETRO ASUMIDO	VELOCIDAD CALCULADA	VELOCIDAD REAL	PERDIDA DE CARGA UNITARIA	H_f ACUMULADA	ALTURA PIESOMETR. - COTA -	PRESION
	(Km + m)	(m.s.n.m.)	(m)	(m/m)	(m³/Seg.)	(mm)	(mm)	→ (m/Seg.)	→ (m/Seg.)	(m/Km)	→ (m)	(m.s.n.m.)	(m) ↑
	00 Km + 000.00 m	2,418.64	0.00		0.001							2,418.640	0.000
CAPTACIÓN - RESERVORIO	00 Km + 437.16 m	2,266.75	437.16	0.347	0.001	16.703	25.4	2.282 m/Seg.	0.987 m/Seg.	19.723	19.723	2,398.917	132.167

E. Diseño del reservorio de almacenamiento

Tabla 12: Parámetros del diseño de reservorio

Descripción	Cantidad	Unidad
Volumen de regulación		
$V_{reg} = 25\% \left(\frac{pf \cdot dot}{1000} \right) * 1 \text{ día}$	V_{reg}	2.00 m3
Volumen de reserva		
$V_r = 7\% Q_{md}$	V_r	3.00 m3
Volumen contra incendio	V_i	0.00 m3
Volumen del Reservorio		
$V_R = V_{reg} + V_r + V_i$	V_R	5.00 m3
Tiempo de llenado		
$T = \left(\frac{V_r * 1000}{Q_{md}} \right)$	T_{ll}	2 horas
Altura del agua	H	1.25 m
Área del reservorio		
$A = \frac{V_R}{H}$	A	4 m2

F. Cálculo estructural del reservorio

Tabla 13: Cálculo estructural del reservorio

Descripción	Cantidad	Unidad
Volumen del reservorio	V_R	5.00 m3
Ancho del reservorio	A_R	2.00 m
Altura del agua	H	1.25 m

Borde libre	BL	0.40	m
Peso específico del agua	γ	1000	Kg/m ³
Capacidad admisible de carga	qadm	1.00	Kg/cm ²
Peso específico del concreto		2400	Kg/m ³
Resistencia del concreto	F'c	280	Kg/cm ²

5.2. Análisis de resultados

a) Los resultados obtenidos en el diseño de la cámara de captación

están detallados en las siguientes tablas:

Tabla 8; especifica los parámetros de diseño como la población de diseño (población futura); este dato se obtuvo mediante la fórmula de crecimiento aritmético, para esto se tuvo la población actual mediante un padrón y la tasa de crecimiento otorgada por el INEI, así mismo para la dotación se consideró los parámetros establecidos en el Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento en la resolución ministerial N° 192-2018, se calculó el caudal promedio diario anual (Qm) en función de la población futura y la dotación, para el caudal máximo diario (Qmd) y el caudal máximo horario (Qmh) se obtuvo los resultados multiplicando el Qm con los coeficientes K1 Y K2 respectivamente.

Tabla 9; que muestra el cálculo hidráulico y dimensionamiento de la cámara de captación; para el dimensionamiento es necesario el caudal máximo de la fuente, la captación consta de tres partes; la primera corresponde a la protección del afloramiento, la segunda a una cámara húmeda para regular el

gasto a utilizarse y la tercera a una cámara seca que sirve para proteger la válvula de control. Estos resultados se obtuvieron siguiendo los parámetros de diseño establecidos en el Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento en la resolución ministerial N° 192-2018; así mismo como lo menciona Agüero R. en su libro Agua potable para poblaciones rurales; utilizando la velocidad mínima de diseño de 0.60 m/s.

Tabla 10; muestra el resultado del cálculo estructural de la cámara de captación considerando los criterios de diseño para estos resultados se obtuvo el peso específico del suelo, peso específico del concreto, resistencia del concreto, la capacidad portante del suelo; estos datos permitieron obtener como resultado el empuje del suelo sobre el muro, momento de vuelco, momento de estabilización y peso; el chequeo por vuelco, máxima carga unitaria y por deslizamiento; teniendo en cuenta los criterios de diseño que menciona Agüero R. en su libro Agua potable para poblaciones rurales.

b) Como se detalla en la tabla 11 los resultados del diseño de la línea de conducción, para esto se tuvo definido el perfil longitudinal y se tomaron los siguientes criterios de diseño; carga disponible (diferencia de cotas entre la captación y reservorio), gasto de diseño (Q_{md}), clase de tubería, diámetro, velocidad de diseño. Para el diseño hidráulico se realizó un análisis general del total de la línea (tramo por tramo), para poder verificar las presiones existentes en cada punto, siguiendo los criterios de diseño ya establecidos en el RNE, se usó la tubería PVC ya que presenta más ventajas en el uso y sus diámetros, en zona rural es recomendado; así como lo menciona Salvador T.

en su texto: Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural. Según resultado obtenido se trabajará con tubería PVC de diámetro de 1", dato obtenido con la velocidad mínima de 0.60 m/s y de clase 5.

c) En la tabla 12 se muestran resultados del diseño de reservorio, los parámetros de diseño, en este se usó el caudal promedio para determinar el volumen de regulación (V_r), el volumen de reserva (V_{res}) y el volumen contra incendio (V_{ci}); según el RNE cuando no hay disponibilidad de información el volumen de regulación se debe considerar el 25% del promedio anual de la demanda, el volumen de reserva (V_{res}) según SEDAPAL el volumen reserva que sea igual al siete por ciento (7%) del consumo máximo diario., en este caso ya que la población de diseño es menor a 1000 habitantes no se considera el volumen contra incendio ya que no es recomendable y resulta antieconómico. El volumen total del reservorio se obtuvo sumando el V_r con el V_{res} .

VII. Conclusiones y recomendaciones

7.1. Conclusiones

a) El sistema de abastecimiento de agua potable para el anexo de Chucut, se diseñó obteniendo datos de la fuente de agua, que proviene de un manantial de ladera concentrado, el estudio de agua realizado permitió garantizar que la fuente sea apta para su consumo, además que la fuente de abastecimiento cuenta con un caudal que permite abastecer de una

dotación de 50 L/Hab. requerida para la población actual de 125 habitantes, así mismo va satisfacer a la población futura de 108 habitantes, para su periodo de diseño de 20 años; concluyendo así que la fuente cumple con las condiciones indispensables para su uso como fuente de abastecimiento potable en cantidad y calidad. La cámara de captación cumple con la función de captar el agua desde su afloramiento, los parámetros de diseño tanto hidráulico como estructural, obtenidos en base a fuentes confiables que permiten garantizar su diseño.

- b) Dado que la zona presenta una topografía accidentada en gran parte de su territorio, y plana en algunas partes, con el levantamiento topográfico se pudo verificar la zona de estudio, sus coordenadas y cotas, permitiendo transportar el agua desde la captación hacia el reservorio, se realizó el trazo del diseño de la línea conducción considerando la diferencia de cotas entre la captación y el reservorio, determinando así la carga disponible. Para el diseño de líneas de conducción se utilizó el caudal máximo diario. El diámetro de la tubería que se utilizará en todo el tramo de la línea de conducción es de 1pulg. Tubería PVC de clase 10, garantizando que la velocidad mínima sea de 0.60 m/s cumpliendo así con la velocidad mínima permisible y así poder generar una vida útil, que satisfaga las necesidades de la población de manera adecuada y para que el sistema sea viable y funcional.
- c) El reservorio es una estructura de concreto armado con capacidad de almacenamiento de 5m³ que permite satisfacer la demanda de consumo

de agua potable en el anexo de Chucut, contará con una caseta de válvulas, disponiendo de una tapa sanitaria, además de su cerco perimétrico. El tipo de suelo donde se implantará la captación y reservorio, se encuentra formado de grava arcillosa con arena y con una capacidad portante de 1kg/cm^2 y 1.33 kg/cm^2 respectivamente lo que presenta una buena resistencia, concluyendo que el reservorio se diseñó, para que funcione como reservorio apoyado, ubicándola en una cota que garantice la presión mínima en el punto más desfavorable del sistema y lo más cercano a la población beneficiada.

7.2. Recomendaciones

- a) Se deben considerar las medidas de mitigación para que la fuente no pierda su caudal durante la vida útil del proyecto. Debe contar con cerco perimétrico, evitando así que personas manipulen o causen daño a la estructura; así mismo debe realizar su debido mantenimiento y limpieza.
- b) En el diseño de toda línea de conducción se deberá tener en cuenta el golpe de ariete. Revisar y controlar los sistemas de válvulas. Mantener limpio los drenajes en los sitios en donde transita la tubería. La velocidad entre todos los tramos debe ser como mínimo de 0.6m/s .
- c) El reservorio debe ubicarse lo más próximo a la población. Se debe proteger el perímetro con un cerco perimetral. Debe disponer de una tapa sanitaria para acceso de personal y herramientas. Debe realizar el proceso

de mantenimiento y limpieza del reservorio. Las escaleras externas serán de material no corrosible, preferentemente inclinadas y con soportes de seguridad y las escaleras internas con material liviano y con soportes de seguridad.

VIII. Referencias bibliográficas

- (1) OMS, Agua potable unicef, [Internet]. F centros de atención de salud. se publicó por la ONS. En 2015 [citado el 08 de octubre del 2018]. Disponible en:
<http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- (2) Mdsaude. Enfermedades transmitidas por el agua [internet] [citado el 08 de octubre del 2018]. Disponible en:
<https://www.mdsaude.com/es/2016/06/enfermedades-transmitidas-por-el-agua.html>
- (3) Lam J. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzin chiquito, municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango. [Internet]. Guatemala; 2011. [citado el 10 de octubre del 2019]. Disponible en:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3296_C.pdf
- (4) Vargas J. Estudio y diseño de la captación, conducción, planta de tratamiento y distribución del sistema de agua potable de la comunidad de Ambatillo alto en la parroquia de Ambatillo, provincia de Tungurahua, para su posterior construcción. [Internet]. Abanto; 2011. [citado el 10 de octubre del 2019]. Disponible en:

<http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/1421>

- (5) René Soto Carmona. Manual para la elaboración de proyectos de sistemas rurales de abastecimiento de agua potable y alcantarillado. Tesis para Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional Autónoma de México. 2012
- (6) Leyva E. Optimización del diseño en la línea de conducción en el sistema de agua potable de la localidad de Yamor del distrito de Antonio Raymondi, Bolognesi – Ancash. [Internet]. Huaraz; 2016. [citado el 10 de octubre del 2019]. Disponible en:
<http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1201/T%20277%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- (7) Poma A., Soto J. Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable del caserío la hacienda – distrito de Santa Rosa – provincia de Jaén – departamento de Cajamarca. Trujillo; 2016. [citado el 10 de octubre del 2019]. Disponible en:
http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3591/1/RE_ING.CIVIL_VI VIANA.POMA_JONATAN.SOTO_ABASTECIMIENTO.DE.AGUA_DAT OS.PDF
- (8) Velásquez J. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío de Mazac, provincia de Yungay, Ancash. Nuevo Chimbote; 2017. [citado el 10 de octubre del 2019]. Disponible en:
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/12264>
- (9) Carbajal W. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y

- alcantarillado en el caserío de caypanda, Distrito y Provincia de Santiago de Chuco. Región La Libertad. [Internet]. Universidad Nacional de Trujillo; 2009.
- (10) Chirinos, en su tesis titulada: “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del caserío Anta, Moro – Ancash 2017.”. Universidad César Vallejo, 2017.
- (11) Velásquez Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío de Mazac, provincia de Yungay, Ancash 2017.”-. Universidad Privada Antenor Orrego, 2017.
- (12) Ecured. Población [internet]. [citado el 10 de octubre del 2019]. Disponible en:
<https://www.ecured.cu/Poblaci%C3%B3n>
- (13) Reglamento Nacional de Edificaciones. Obras de saneamiento. Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria. [OS. 100]. Lima: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.; 2016.
- (14) Guerrero M. El agua. [internet] México, D.F.: FCE - Fondo de Cultura Económica; 2006. [citado el 10 de octubre del 2019]. Disponible en:
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliocauladechsp/reader.action?docID=3190850&query=agua#>
- (15) Mendoza. Gobierno agua potable secretaria de servicios públicos EPAS entre provincias del agua y saneamiento. [Internet]. [citado el 10 de octubre del 2019]. Disponible en:
<http://www.epas.mendoza.gov.ar/index.php/sistema-sanitario/agua-potable>

- (16) Geoenciclopedia [Internet]. [Citado el 09 de octubre del 2018]. Disponible en:
<http://www.geoenciclopedia.com/manantiales/>
- (17) Sierra C. Calidad del agua: evaluación y diagnóstico. [Internet] Bogotá: Ediciones de la U; 2011. [citado el 10 de octubre del 2019]. Disponible en:
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliocauladechsp/reader.action?docID=3198982&query=calidad+de+agua#>
- (18) Sistema de Información Ambiental de Colombia, Oferta hídrica [Internet]. Estudio Nacional del Agua (Colombia); 2014 [citado 2014]. Recuperado a partir de: <http://www.siac.gov.co/web/siac/demandaagua>.
- (19) Concha Huánuco JD (dir), Guillén Lujan JP (dir), Mejoramiento Del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable [Tesis Para Optar Título Profesional], [Lima]: Universidad de San Martín de Porres; 2014 [Citado 10 de octubre del 2018].
https://kupdf.net/download/tesissistema-de-abastecimiento-de-agua-potable_5bf79071e2b6f596612e3ea8_pdf
- (20) TERENCE, J. McGHEE. Abastecimiento de agua y alcantarillado. 6.^a ed. Colombia: Editorial Nomos S.A., 1999. 602 pp. ISBN: 958-600-926-2
- (21) Guerrero C. Sistema de abastecimiento de agua; [Seriada en línea] 2017 [Citado 10 de octubre del 2018]. Disponible en:
<https://prezi.com/a8pbpjfvew3n/unidad-1-sistema-de-abastecimiento-de-agua/>

(22) Félix que es volumen en 20 de mayo del 2016 SCRIBD [citado 20 mayo 2016].

Disponible en: <https://es.scribd.com/document/313306112/Que-Es-Volumen>

(23) http://humanidades.cchs.csic.es/cchs/web_UAE/muestreo/muestreo.html

(24) Agüero R. Agua potable para poblaciones rurales: sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento. Lima: Asociación servicios educativos (SER) [Internet] 1997. [Citado el 10 de octubre del 2019]. Disponible en:

http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable_para_poblaciones_rurales_sistemas_de_abastecim.pdf

(25) ...

(26) García J. Sistemas de captaciones de agua en manantiales y pequeñas quebradas de la región andina. 1ra ed. Yuto: Ediciones INTA, v.8, 28p.; 2011. [Internet]. [citado 05 mayo del 2020].

Disponible en:

https://inta.gob.ar/sites/default/files/scripttmpinta_cipaf_ipafnoa_manual__de_agua.pdf.

(27) Rodriguez J, Barrera J. Planteamiento de una ecuación diferencial para la determinación del diámetro de la válvula de ventosa en un sistema de abastecimiento de agua. [Internet]. Bogotá: Universidad Manuela Beltrán; 2009. [Citado el 10 de octubre del 2019].

Disponible en:

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliocauladechsp/reader.action>

?docID=3178212&query=Sistema+de+abastecimiento+de+agua+#

(28) Mendoza E. Entre Provincia del Agua y Saneamiento. [Internet].2018. [citado

el 10 de octubre del 2019]. Disponible en:

<http://www.epas.mendoza.gov.ar/index.php/ciclo-del-agua>

(29) Saldarriaga A. Línea de conducción por bombeo 214. [Internet].

[citado el 10 de octubre del 2019]. Disponible en:

<https://es.scribd.com/document/201628387/Lineas-de-conduccion-por-bombeo>

(30) Herreros M. & Tarqui M., evaluación de materiales e implementación de controles para el sistema de abastecimiento en los

sectores de apipa y amazonas cono norte – cerro colorado.

(Arequipa). Universidad nacional de San Agustín facultad de ingeniería de procesos escuela profesional de ingeniería química.

(2015). [citado el 09 de octubre del 2018.] disponible en:

http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4019/IQtaba_mn093.pdf?sequence=1&isAllowed=y

(31) Reglamento Nacional de Edificaciones. Obras de saneamiento.

Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria. [OS. 100].

Lima: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.; 2016.

(32) Nahomi N. Fuentes de Abastecimiento de Agua. SCRIBD. [Internet]. 2016.

[citado el 13 de mayo del 2018]. Disponible en:

<https://es.scribd.com/document/307478751/Fuentes-de-Abastecimiento-de->

Agua

- (33) Arabuko. Cobre vs PVC. ¿Qué tubería conviene más? [Internet]. Mexico: arabuko.marketing; 2017. [Citado el 10 de octubre del 2019]. Disponible en:
<http://arabuko.mx/cobre-vs-pvc-que-tuberia-te-conviene-mas/>.
- (34) Russo A. Propiedades de los fluidos física publicado [Internet] el 16 de agosto del 2011 [citado el 09 de octubre del 2018]. Disponible en:
<https://www.educ.ar/recursos/14506/fluidos-presion-densidad>
- (35) Mef. Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales. [Internet].2004. [Citado el 21 de enero del 2020]. Disponible en:
https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/_3_Parametros_de_dise_de_infraestructura_de_agua_y_saneamiento_CC_PP_rurales.pdf
- (36) Vargas E, Huerta M, Soto L, García C, Briseño M. Cámara rompe presión. [Internet]. Slideshare. 2014. [citado el 14 de agosto del 2019]. p.10. Disponible en:
<https://es.slideshare.net/Evargs1992/cmaras-rompe-pesin>
- (37) Roger A. Sistemas de Abastecimiento por Gravedad sin tratamiento. Agua Potable para Población Rurales. [Internet]. 1997. [citado el 10 de mayo del 2018]. Disponible en:
http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable_para_

poblaciones_rurales_sistemas_de_abastecim.pdf

- (38) García M. Topografía. [Internet] Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena; 2014. [Citado el 09 de octubre del 2018]. Disponible en: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliocauladechsp/reader.action?docID=4795230&query=topografia#>

ANEXOS

ANEXO 1: Reglamentos

Reglamento Nacional de Edificaciones

(RNE)

Saneamiento

(Extracto)



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Viceministerio
de Construcción
y Saneamiento

Dirección
Nacional de Saneamiento

II.3. OBRAS DE SANEAMIENTO

NORMA OS.010 CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

1. OBJETIVO

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

2. ALCANCES

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

3. FUENTE

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

La fuente de abastecimiento a utilizarse en forma directa o con obras de regulación, deberá asegurar el caudal máximo diario para el período de diseño. La calidad del agua de la fuente, deberá satisfacer los requisitos establecidos en la Legislación vigente en el País.

4. CAPTACIÓN

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

4.1. AGUAS SUPERFICIALES

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

4.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS

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

4.2.1. Pozos Profundos

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



PERÚ

**Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento**

**Viceministerio
de Construcción
y Saneamiento**

**Dirección
Nacional de Saneamiento**

4.2.2. Pozos Excavados

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

4.2.3. Galerías Filtrantes

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

4.2.4. Manantiales

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

5. CONDUCCIÓN

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

5.1. CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

5.1.1. Canales

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



PERÚ

**Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento**

**Viceministerio
de Construcción
y Saneamiento**

**Dirección
Nacional de Saneamiento**

5.1.2. Tuberías

- a) Para el diseño de la conducción con tuberías se tendrá en cuenta las condiciones topográficas, las características del suelo y la climatología de la zona a fin de determinar el tipo y calidad de la tubería.
- b) La velocidad mínima no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de 0.60 m/s
- c) La velocidad máxima admisible será:
 - En los tubos de concreto = 3 m/s
 - En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC = 5 m/s
 Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima admisible.
- d) Para el cálculo hidráulico de las tuberías que trabajen como canal, se recomienda la fórmula de Manning, con los siguientes coeficientes de rugosidad:
 - Asbesto-cemento y PVC = 0,010
 - Hierro Fundido y concreto = 0,015
 Para otros materiales deberá justificarse los coeficientes de rugosidad.
- e) Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla N° 1. Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

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

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

5.1.3. Accesorios

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

5.2. CONDUCCIÓN POR BOMBEO

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

5.3. CONSIDERACIONES ESPECIALES

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



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Viceministerio
de Construcción
y Saneamiento

Dirección
Nacional de Saneamiento

GLOSARIO

ACUIFERO.- Estrato subterráneo saturado de agua del cual ésta fluye fácilmente.

AGUA SUBTERRANEA.- Agua localizada en el subsuelo y que generalmente requiere de excavación para su extracción.

AFLORAMIENTO.- Son las fuentes o surgencias, que en principio deben ser consideradas como aliviaderos naturales de los acuíferos.

CALIDAD DE AGUA.- Características físicas, químicas, y bacteriológicas del agua que la hacen aptas para el consumo humano, sin implicancias para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor.

CAUDAL MAXIMO DIARIO.- Caudal más alto en un día, observado en el periodo de un año, sin tener en cuenta los consumos por incendios, pérdidas, etc.

DEPRESION.- Entendido como abatimiento, es el descenso que experimenta el nivel del agua cuando se está bombeando o cuando el pozo fluye naturalmente. Es la diferencia, medida en metros, entre el nivel estático y el nivel dinámico.

FILTROS.- Es la rejilla del pozo que sirve como sección de captación de un pozo que toma el agua de un acuífero de material no consolidado.

FORRO DE POZOS.- Es la tubería de revestimiento colocada unas veces durante la perforación, otras después de acabada ésta. La que se coloca durante la perforación puede ser provisional o definitiva. La finalidad más frecuente de la primera es la de sostener el terreno mientras se avanza con la perforación. La finalidad de la segunda es revestir definitivamente el pozo.

POZO EXCAVADO.- Es la penetración del terreno en forma manual. El diámetro mínimo es aquel que permite el trabajo de un operario en su fondo.

POZO PERFORADO.- Es la penetración del terreno utilizando maquinaria. En este caso la perforación puede ser iniciada con un antepozo hasta una profundidad conveniente y, luego, se continúa con el equipo de perforación.

SELLO SANITARIO.- Elementos utilizados para mantener las condiciones sanitarias óptimas en la estructura de ingreso a la captación.

TOMA DE AGUA.- Dispositivo o conjunto de dispositivos destinados a desviar el agua desde una fuente hasta los demás órganos constitutivos de una captación.



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Viceministerio
de Construcción
y Saneamiento

Dirección
Nacional de Saneamiento

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

3.1. Determinación del volumen de almacenamiento

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

3.2. Ubicación

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

3.3. Estudios Complementarios

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

3.4. Vulnerabilidad

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

3.5. Caseta de Válvulas

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

3.6. Mantenimiento

Se debe prever que las labores de mantenimiento sean efectuadas sin causar interrupciones prolongadas del servicio. La instalación debe contar con un sistema de «by pass» entre la tubería de entrada y salida ó doble cámara de almacenamiento.

3.7. Seguridad Aérea

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

4. VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

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

4.1. Volumen de Regulación

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

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

4.2. Volumen Contra Incendio

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

- 50 m³ para áreas destinadas netamente a vivienda.

- Para áreas destinadas a uso comercial o industrial deberá calcularse utilizando el gráfico para agua contra incendio de sólidos del anexo 1, considerando un volumen aparente de incendio de 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.



PERÚ

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Viceministerio de Construcción y Saneamiento

Dirección Nacional de Saneamiento

5. RESERVIOS: CARACTERÍSTICAS E INSTALACIONES

5.1. Funcionamiento

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

5.2. Instalaciones

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

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

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

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

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

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

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

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

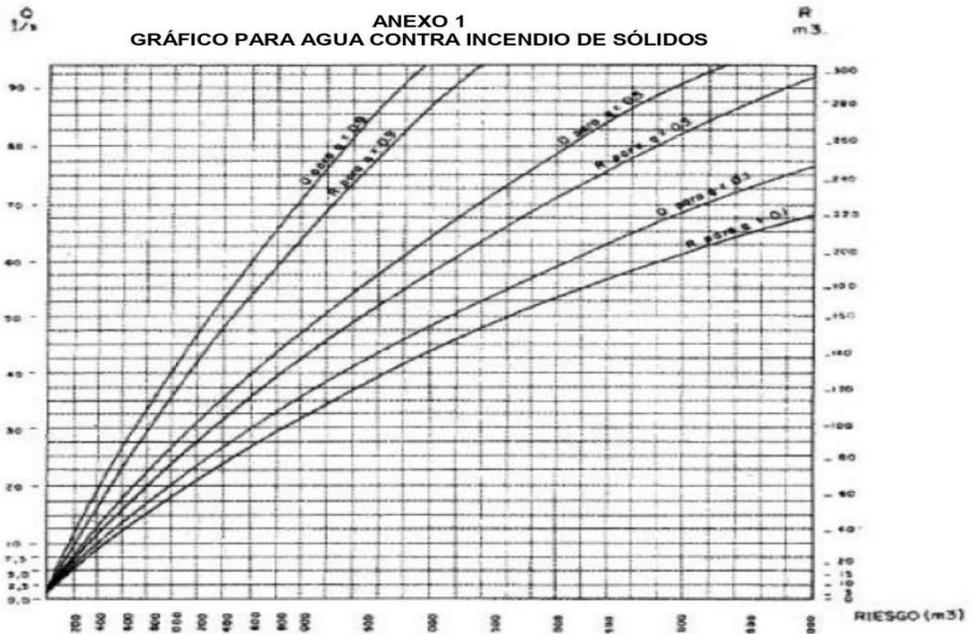
Todo reservorio deberá contar con los dispositivos que permitan conocer los caudales de ingreso y de salida, y el nivel del agua en cualquier instante.

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

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

5.3. Accesorios

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





PERÚ

**Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento**

**Viceministerio
de Construcción
y Saneamiento**

**Dirección
Nacional de Saneamiento**

- Q : Caudal de agua en l/s para extinguir el fuego
- R : Volumen de agua en m³ necesarios para reserva
- g : Factor de Apilamiento
 - g = 0.9 Compacto
 - g = 0.5 Medio
 - g = 0.1 Poco Compacto
- R : Riesgo, volumen aparente del incendio en m³

Reglamento de la Calidad del Agua
para Consumo Humano
(Extracto)



PERÚ

Ministerio
de Salud

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano



ANEXO I

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

ANEXO II

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoníaco	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

ANEXO III

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015
Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Trihalometanos totales (nota 3)		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL ⁻¹	0,01
3. Aceites y grasas	mgL ⁻¹	0,5
4. Alacloro	mgL ⁻¹	0,020
5. Aldicarb	mgL ⁻¹	0,010
6. Aldrín y dieldrín	mgL ⁻¹	0,00003
7. Benceno	mgL ⁻¹	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,001
10. Endrín	mgL ⁻¹	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL ⁻¹	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL ⁻¹	0,001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL ⁻¹	0,00003
14. Metoxicloro	mgL ⁻¹	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL ⁻¹	0,009
16. 2,4-D	mgL ⁻¹	0,030
17. Acrilamida	mgL ⁻¹	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL ⁻¹	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL ⁻¹	0,0003
20. Benzopireno	mgL ⁻¹	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL ⁻¹	0,03
22. Tetracloroetano	mgL ⁻¹	0,04

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
23. Monocloramina	mgL ⁻¹	3
24. Tricloroetano	mgL ⁻¹	0,07
25. Tetracloruro de carbono	mgL ⁻¹	0,004
26. Ftalato de di (2-etilhexilo)	mgL ⁻¹	0,008
27. 1,2- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	1
28. 1,4- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	0,3
29. 1,1- Dicloroetano	mgL ⁻¹	0,03
30. 1,2- Dicloroetano	mgL ⁻¹	0,05
31. Diclorometano	mgL ⁻¹	0,02
32. Ácido edético (EDTA)	mgL ⁻¹	0,6
33. Etilbenceno	mgL ⁻¹	0,3
34. Hexaclorobutadieno	mgL ⁻¹	0,0006
35. Acido Nitrilotriacético	mgL ⁻¹	0,2
36. Estireno	mgL ⁻¹	0,02
37. Tolueno	mgL ⁻¹	0,7
38. Xileno	mgL ⁻¹	0,5
39. Atrazina	mgL ⁻¹	0,002
40. Carbofurano	mgL ⁻¹	0,007
41. Clorotoluron	mgL ⁻¹	0,03
42. Cianazina	mgL ⁻¹	0,0006
43. 2,4- DB	mgL ⁻¹	0,09
44. 1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mgL ⁻¹	0,001
45. 1,2- Dibromoetano	mgL ⁻¹	0,0004
46. 1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mgL ⁻¹	0,04
47. 1,3- Dicloropropeno	mgL ⁻¹	0,02
48. Dicloroprop	mgL ⁻¹	0,1
49. Dimetato	mgL ⁻¹	0,006
50. Fenoprop	mgL ⁻¹	0,009
51. Isoproturon	mgL ⁻¹	0,009
52. MCPA	mgL ⁻¹	0,002
53. Mecoprop	mgL ⁻¹	0,01
54. Metolacloro	mgL ⁻¹	0,01
55. Molinato	mgL ⁻¹	0,006
56. Pendimetalina	mgL ⁻¹	0,02
57. Simazina	mgL ⁻¹	0,002
58. 2,4,5- T	mgL ⁻¹	0,009
59. Terbutilazina	mgL ⁻¹	0,007
60. Trifluralina	mgL ⁻¹	0,02
61. Cloropirifos	mgL ⁻¹	0,03
62. Piriproxifeno	mgL ⁻¹	0,3
63. Microcistin-LR	mgL ⁻¹	0,001

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
64. Bromato	mgL ⁻¹	0,01
65. Bromodichlorometano	mgL ⁻¹	0,06
66. Bromoformo	mgL ⁻¹	0,1
67. Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído)	mgL ⁻¹	0,01
68. Cloroformo	mgL ⁻¹	0,2
69. Cloruro de cianógeno (como CN)	mgL ⁻¹	0,07
70. Dibromoacetoniitrilo	mgL ⁻¹	0,1
71. Dibromoclorometano	mgL ⁻¹	0,05
72. Dichloroacetato	mgL ⁻¹	0,02
73. Dichloroacetoniitrilo	mgL ⁻¹	0,9
74. Formaldehído	mgL ⁻¹	0,02
75. Monocloroacetato	mgL ⁻¹	0,2
76. Tricloroacetato	mgL ⁻¹	0,2
77. 2,4,6- Triclorofenol		

Nota 1: En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mgL⁻¹.

Nota 2: Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL⁻¹.

Nota 3: La suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Cloroformo, Dibromoclorometano, Bromodichlorometano y Bromoformo) con respecto a sus límites máximos permisibles no deberá exceder el valor de 1,00 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{cloroformo}}}{LMP_{\text{cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{LMP_{\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodichlorometano}}}{LMP_{\text{Bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{LMP_{\text{Bromoformo}}} \leq 1$$

donde, C: concentración en mg/L, y LMP: límite máximo permisible en mg/L

ANEXO IV

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
PARÁMETROS RADIACTIVOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Dosis de referencia total (nota 1)	mSv/año	0,1
2. Actividad global α	Bq/L	0,5
3. Actividad global β	Bq/L	1,0

Nota 1: Si la actividad global α de una muestra es mayor a 0,5 Bq/L o la actividad global β es mayor a 1 Bq/L, se deberán determinar las concentraciones de los distintos radionúclidos y calcular la dosis de referencia total; si ésta es mayor a 0,1 mSv/año se deberán examinar medidas correctivas; si es menor a 0,1 mSv/año el agua se puede seguir utilizando para el consumo.

ANEXO 2:

Norma Técnica de Diseño:

Opciones Tecnológicas

Para Sistemas de Saneamiento en

el Ámbito Rural

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 e inicio del proyecto, los períodos de diseño máximos para los sistemas de saneamiento deben ser los siguientes:

Tabla N° 03.01. Periodos de diseño de infraestructura sanitaria

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

Fuente: Elaboración propia

b. Población de diseño

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

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

Donde:

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

Es importante indicar:

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

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

c. Dotación

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

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

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

Fuente: Elaboración propia

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

Tabla N° 03.03. Dotación de agua para centros educativos

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

Fuente: Elaboración propia

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

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

d. Variaciones de consumo

d.1. Consumo máximo diario (Q_{md})

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

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

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

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:

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

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

Donde:

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

1.2. Tipo de fuentes de abastecimiento de agua

a. Criterios para la determinación de la fuente

La fuente de abastecimiento se debe seleccionar de acuerdo a los siguientes criterios:

- Calidad de agua para consumo humano.
- Caudal de diseño según la dotación requerida.
- Menor costo de implementación del proyecto.
- Libre disponibilidad de la fuente.

b. Rendimiento de la fuente

Todo proyecto debe considerar evaluar el rendimiento de la fuente, verificando que la cantidad de agua que suministre la fuente sea mayor o igual al caudal máximo diario. En caso contrario, debe buscarse otras fuentes complementarias de agua.

c. Necesidad de estaciones de bombeo

En función de la ubicación del punto de captación y la localidad, los sistemas pueden requerir de una estación de bombeo, a fin de impulsar el agua hasta un reservorio o Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP). Debe procurarse obviar este tipo de infraestructura, debido al incremento del costo de operación y mantenimiento del sistema, salvo sea la única solución se puede incluir en el planteamiento técnico.

d. Calidad de la fuente de abastecimiento

Para verificar la necesidad de una PTAP, debe tomarse muestras de agua de la fuente y analizarlas, la eficiencia de tratamiento del agua de la PTAP para hacerla de consumo humano debe cumplir lo establecido en el Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano (DIGESA-MINSA) y sus modificatorias.

Asimismo, debe tenerse en cuenta la clasificación de los cuerpos de agua, según los estándares de calidad ambiental (ECA-AGUA), toda vez que definen si un cuerpo de agua puede ser utilizado para consumo humano, según la fuente de donde proceda. El Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM y sus normas modificatorias o complementarias por el que se aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, define:

- Tipo A1: aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección (fuente subterránea o pluvial).
- Tipo A2: aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional (fuente superficial).

1.3. Estandarización de Diseños Hidráulicos

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

Tabla N° 03.04. Criterios de Estandarización de Componentes Hidráulicos

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

ITEM	COMPONENTE HIDRÁULICO	CRITERIO PRINCIPAL	CRITERIOS SECUNDARIOS	DESCRIPCIÓN
13	Cisterna de 5, 10 y 20 m ³	$V_{cist} (m^3) = (\text{menor a } 5) \text{ o } (>5 - 10) \text{ o } (>10 - 20)$	Población final y dotación	Para un volumen calculado menor o igual a 5 m ³ , se selecciona una estructura de almacenamiento de 5 m ³ , para un volumen mayor a 5 m ³ y hasta 10 m ³ , se selecciona una estructura de almacenamiento de 10 m ³ y así sucesivamente.
	Cerco Perimétrico Cisterna		X	
13	Reservorio Apoyado de 5, 10, 15, 20 y 40 m ³	$V_{res} (m^3) = (\text{menor a } 5) \text{ o } (>5 - 10) \text{ o } (>10 - 15) \text{ o } (>15 - 20) \text{ o } (>35 - 40)$	Población final y dotación	Para los volúmenes no considerados, debe tenerse en cuenta lo siguiente: i) debe diseñarse estructuras con un volumen múltiplo de 5, ii) debe considerarse los diseños propuestos como referencia para nuevas estructuras
14	Reservorio Elevado de 10 y 15 m ³	$V_{res} (m^3) = (>5 - 10) \text{ o } (>10 - 15)$	Población final y dotación	
14.1	Caseta de Válvulas de Reservorio			Típicos para modelos pequeños y de pared curva para un reservorio de gran tamaño
14.2	Sistema de Desinfección			Sistema de desinfección para todos los reservorios
14.3	Cerco Perimétrico para Reservorio			Para la protección y seguridad de la infraestructura
15	Línea de Aducción			Para un caudal máximo diario "Q _{md} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un "Q _{md} " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
16	Red de Distribución y Conexión Domiciliaria			
16.1	CRP para Redes	$Q_{md} (l/s) = (\text{menor a } 0,50) \text{ o } (>0,50 - 1,00) \text{ o } (> 1,00 - 1,50)$		Para un caudal máximo diario "Q _{md} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un "Q _{md} " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
16.2	Válvula de Control		X	
16.3	Conexión Domiciliaria		X	
17	Lavaderos	Depende si se implementa en vivienda, institución pública o institución educativa inicial y primaria		Para distintos tipos de conexión domiciliaria
18	Piletas Públicas	Cota de ubicación de los componentes		Solamente en el caso de que las viviendas más altas ya no sean alcanzadas por el diseño de la red
19	Captación de Agua de Lluvia		Falta de fuente	Se realiza la captación de agua de lluvia por ser la única solución posible ante la falta de fuente

Para que el proyectista utilice adecuadamente los componentes desarrollados para expediente técnico acerca de los componentes hidráulicos de abastecimiento de agua para consumo humano, deben seguir los siguientes pasos:

- ✓ Realizar el cálculo del caudal máximo diario (Q_{md})
- ✓ Determinar el Q_{md} de diseño según el Q_{md} real

Tabla N° 03.05. Determinación del Q_{md} para diseño

RANGO	Q_{md} (REAL)	SE DISEÑA CON:
1	< de 0,50 l/s	0,50 l/s
2	0,50 l/s hasta 1,0 l/s	1,0 l/s
3	> de 1,0 l/s	1,5 l/s

- ✓ En la Tabla N° 03.04., se menciona cuáles son los componentes hidráulicos diseñados en base al criterio del redondeo del Q_{md}
- ✓ Para el caso de depósitos de almacenamiento de agua como cisternas y reservorios se tiene el siguiente criterio:

Tabla N° 03.06. Determinación del Volumen de almacenamiento

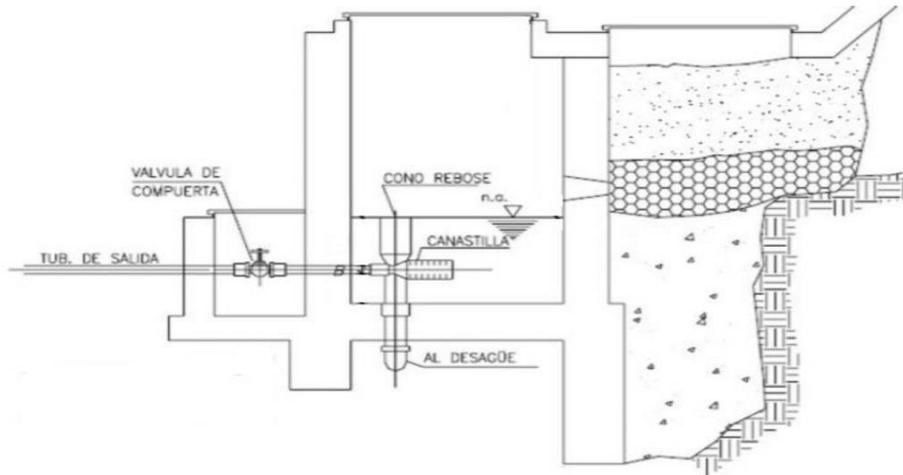
RANGO	V_{alm} (REAL)	SE UTILIZA:
1 – Reservorio	$\leq 5 \text{ m}^3$	5 m^3
2 – Reservorio	$> 5 \text{ m}^3$ hasta $\leq 10 \text{ m}^3$	10 m^3
3 – Reservorio	$> 10 \text{ m}^3$ hasta $\leq 15 \text{ m}^3$	15 m^3
4 – Reservorio	$> 15 \text{ m}^3$ hasta $\leq 20 \text{ m}^3$	20 m^3
5 – Reservorio	$> 20 \text{ m}^3$ hasta $\leq 40 \text{ m}^3$	40 m^3
1 – Cisterna	$\leq 5 \text{ m}^3$	5 m^3
2 – Cisterna	$> 5 \text{ m}^3$ hasta $\leq 10 \text{ m}^3$	10 m^3
3 – Cisterna	$> 10 \text{ m}^3$ hasta $\leq 20 \text{ m}^3$	20 m^3

De resultar un volumen de almacenamiento fuera del rango, el proyectista debe realizar el cálculo de este para un volumen múltiplo de 5 siguiendo el mismo criterio de la Tabla N° 03.06.

2.5. MANANTIAL DE LADERA

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

Ilustración N° 03.20. Manantial de ladera



Componentes Principales

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

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

Criterios de Diseño.

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

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

Determinación del ancho de la pantalla

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

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

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

- Q_{\max} : gasto máximo de la fuente (l/s)
- C_d : coeficiente de descarga (valores entre 0.6 a 0.8)
- g : aceleración de la gravedad (9.81 m/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:

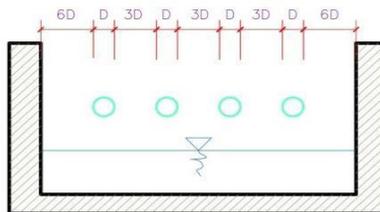
D : diámetro de la tubería de ingreso (m)

- Cálculo del número de orificios en la pantalla:

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

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

Ilustración N° 03.21. Determinación de ancho de la pantalla



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

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

- 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:

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

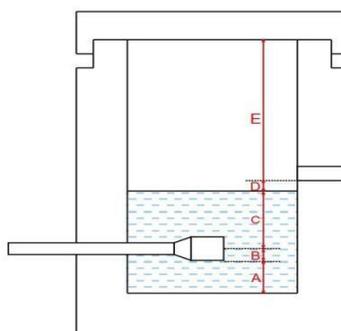
Donde:

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 (m^3/s)

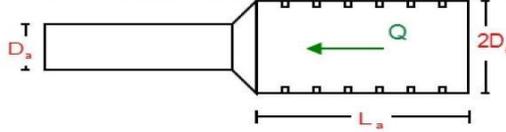
A : área de la tubería de salida (m^2)

Dimensionamiento de la canastilla

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

$$H_f = H - h_o$$

Ilustración N° 03.23. Dimensionamiento de canastilla



Diámetro de la Canastilla

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

Longitud de la Canastilla

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

$$3D_a < L_a < 6D_a$$

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

$$A_{TOTAL} = 2A$$

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

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

Determinar el número de ranuras:

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

Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia

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

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

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

Tubería de rebose

Donde:

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

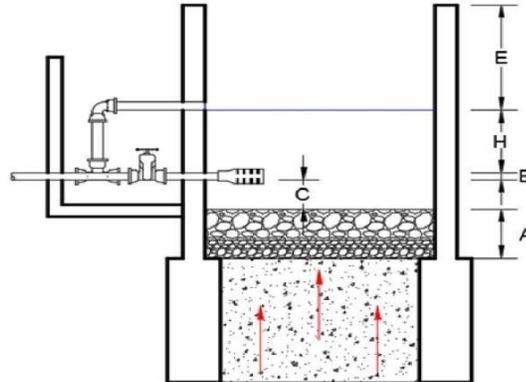
h_f : pérdida de carga unitaria en (m/m) - (valor recomendado: 0.015 m/m)

D_r : diámetro de la tubería de rebose (pulg)

2.6. MANANTIAL DE FONDO

Permite la captación del agua subterránea que emerge de un terreno llano, ya que la estructura de captación es una cámara sin losa de fondo que rodea el punto de brote del agua, consta de una cámara húmeda que sirve para almacenar el agua y regula el caudal a utilizarse, y una cámara seca que protege las válvulas de control de salida, rebose y limpia.

Ilustración N° 03.24. Manantial de Fondo



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.

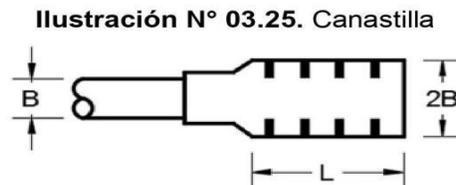
- Cálculo de la altura de la cámara húmeda

$$H = 1.56 \frac{V^2}{2g} = 1.56 \frac{Q_{md}^2}{2g \times A^2}$$

- A : altura del filtro (se recomienda de 0.10 a 0.20m)
 B : diámetro de la tubería de salida (se considera la mitad del diámetro de la canastilla)
 C : separación entre el filtro y la tubería (m)
 E : borde libre (se recomienda mínimo 0,30 m)
 H : Altura de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción (se recomienda como mínimo 0,30 m)

Dimensionamiento de la canastilla

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



Diámetro de la Canastilla

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

Longitud de la Canastilla

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

$$3D_a < L_a < 6D_a$$

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

$$A_{TOTAL} = 2A$$

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

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

Determinar el número de ranuras:

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

Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia

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

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

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

Tubería de rebose

Donde:

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

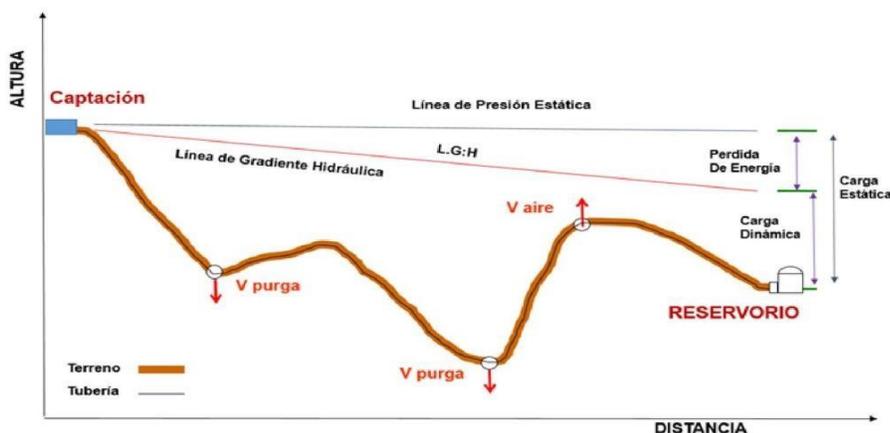
h_f : pérdida de carga unitaria en (m/m) - (valor recomendado: 0.015 m/m)

D_r : diámetro de la tubería de rebose (pulg)

2.9. LÍNEA DE CONDUCCIÓN

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

Ilustración N° 03.31. Línea de Conducción



✓ Caudales de Diseño

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

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

✓ Velocidades admisibles

Para la línea de conducción se debe cumplir lo siguiente:

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

✓ Criterios de Diseño

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

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

Donde:

V : velocidad del fluido en m/s

n : coeficiente de rugosidad en función del tipo de material

- | | |
|---------------------------------------|-------|
| - Hierro fundido dúctil | 0,015 |
| - Cloruro de polivinilo (PVC) | 0,010 |
| - Polietileno de Alta Densidad (PEAD) | 0,010 |

R_h : radio hidráulico
 I : pendiente en tanto por uno

- Cálculo de diámetro de la tubería:

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

$$H_f = 10,674 * [Q^{1.852} / (C^{1.852} * D^{4.86})] * L$$

Donde:

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

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

$$H_f = 676,745 * [Q^{1.751} / (D^{4.753})] * L$$

Donde:

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

Salvo casos fortuitos debe cumplirse lo siguiente:

- La velocidad mínima no será menor de 0,60 m/s.
 - La velocidad máxima admisible será de 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s si se justifica razonadamente.
- Cálculo de la línea de gradiente hidráulica (LGH), ecuación de Bernoulli

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

Donde:

Z : cota altimétrica respecto a un nivel de referencia en m
 P/γ : Altura de carga de presión, en m, P es la presión y γ el peso específico del fluido
 V : Velocidad del fluido en m/s
 H_f : Pérdida de carga, incluyendo tanto las pérdidas lineales (o longitudinales) como las locales.

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

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

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

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

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

Donde:

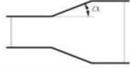
ΔH_i : Pérdida de carga localizada en las piezas especiales y en las válvulas, en m.

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

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

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

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

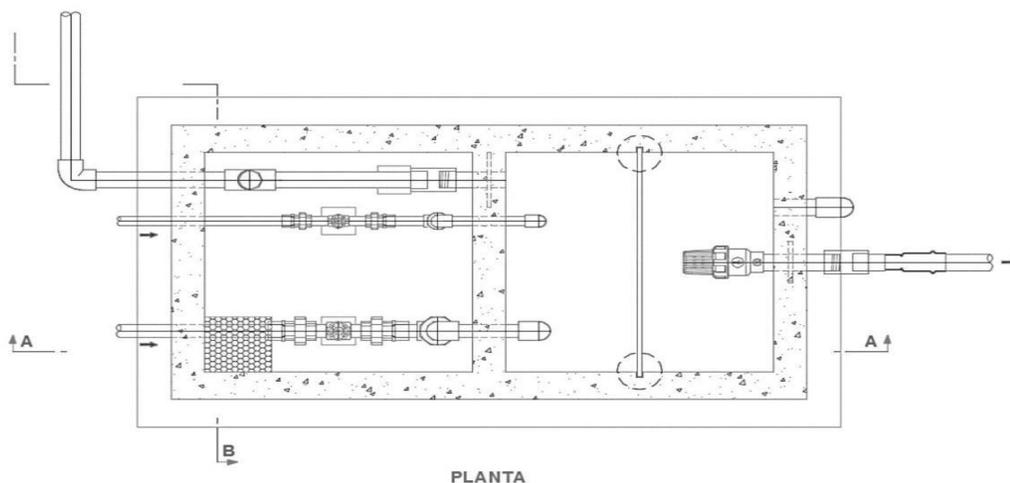
ELEMENTO	COEFICIENTE k_i								
	α	5°	10°	20°	30°	40°	90°		
Ensanchamiento gradual 	α	5°	10°	20°	30°	40°	90°		
	k_i	0,16	0,40	0,85	1,15	1,15	1,00		
Codos circulares 	R/DN	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	K_{90°	0,09	0,11	0,20	0,31	0,47	0,69	1,00	1,14
	$k_i = K_{90^\circ} \times \alpha/90^\circ$				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

2.9.1. CÁMARA DE REUNIÓN DE CAUDALES

Se debe considerar lo siguiente:

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

Ilustración N° 03.32. Cámara de reunión de caudales



- ✓ Cálculo Hidráulico
 - ✓ En caso existan varias fuentes de captación de agua, se requiere una estructura para la reunión de los caudales y llevarlas por una sola línea de conducción al reservorio o a la planta de tratamiento de agua potable.
 - ✓ El desnivel entre la cámara de reunión y la captación más alta no debe ser mayor a los 50 m. Sin embargo, en caso fuese mayor a los 50 m, se deberá instalar en la línea de conducción una cámara rompe presión para conducciones.
 - ✓ Se recomienda una sección interior mínima de $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m}$, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.
 - ✓ La altura de la cámara debe calcularse mediante la suma de tres conceptos:
 - Altura mínima de salida, mínimo 10 cm.
 - Resguardo a borde libre, mínimo 40 cm.
 - Carga de agua requerida, calculada aplicando la ecuación de Bernoulli para que el caudal de salida pueda fluir.

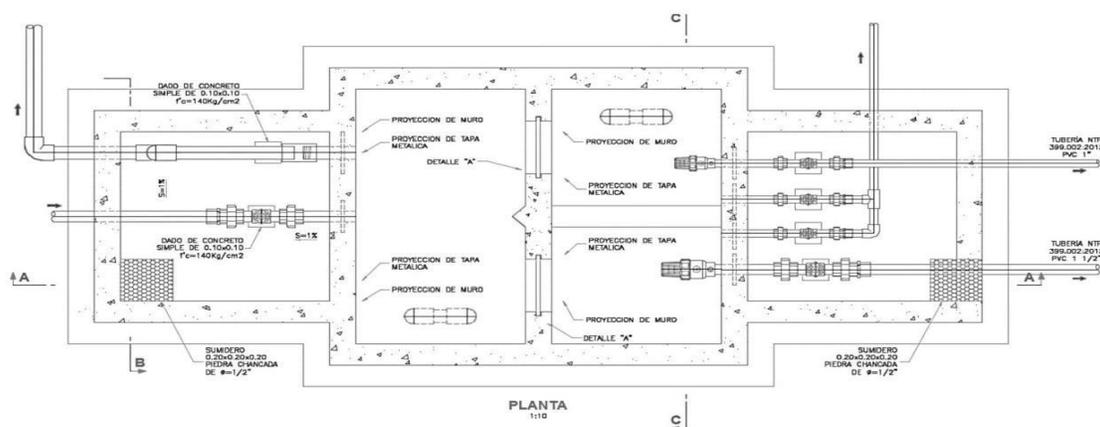
- ✓ La tubería de entrada a la cámara debe estar por encima del nivel del agua.
- ✓ La tubería de salida debe disponer de una canastilla de salida, que impida la entrada de objetos en la tubería.
- ✓ La cámara dispondrá de un aliviadero o rebose.
- ✓ El cierre de la cámara será estanco y removible, para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

2.9.2. CÁMARA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES

Se deben de considerar lo siguiente:

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

Ilustración N° 03.33. Cámara de distribución de caudales



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

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

- Altura mínima de salida, mínimo 10 cm
- Resguardo a borde libre, mínimo 40 cm
- Carga de agua requerida, calculada aplicando la ecuación de Bernoulli para que el caudal de salida pueda fluir.
- La tubería de entrada a la cámara estará por debajo del nivel del agua, es decir el ingreso es sumergido con el fin evitar turbulencia en el vertedero de salida.
- La tubería de salida debe disponer de una canastilla de salida, que impida la entrada de objetos en la tubería.
- La cámara debe incluir un aliviadero o rebose.
-
- El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

La fórmula utilizada para los cálculos es la siguiente:

$$Q = C_e \times \frac{8}{15} \times \sqrt{2g} \times \tan \frac{\theta}{2} \times (h_1 + k_h)^{2.5}$$

Donde:

Q : caudal (m³/s)

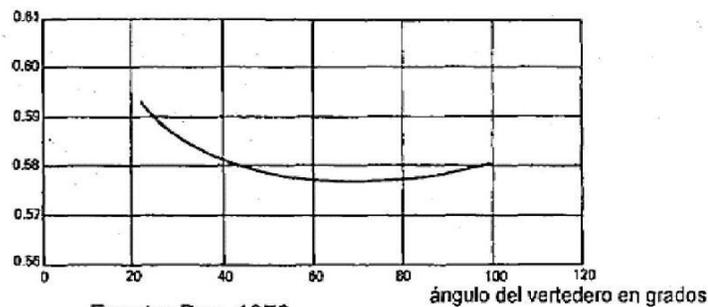
Θ : ángulo del vertedero (°)

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

C_e : Coeficiente en función de Θ

k_h : coeficiente en función de Θ

Ilustración N° 03.34. Coeficiente de Descarga Ce



Fuente: Bos, 1976

Ilustración N° 03.35. Angulo del Vertedero

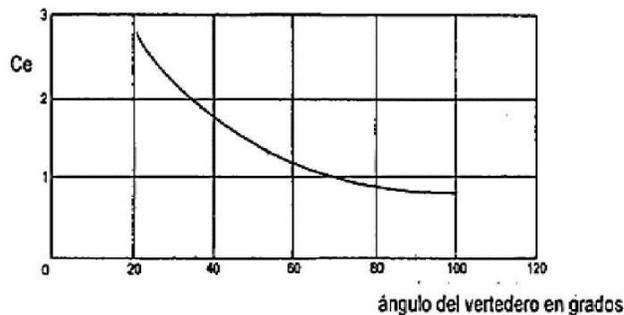


Figura 11: Valor de K_f, función de θ

Fuente: Bos, 1976

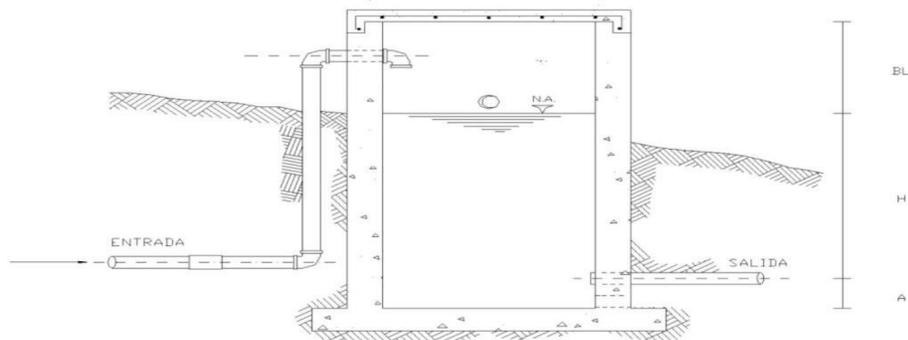
2.9.3. CÁMARA ROMPE PRESIÓN PARA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

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

Para ello, se recomienda:

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

Ilustración N° 03.36. Cámara rompe presión



- ✓ Cálculo de la Cámara Rompe Presión

Del gráfico:

A : altura mínima (0.10 m)

H : altura de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir

BL : borde libre (0.40 m)

H_t : altura total de la Cámara Rompe Presión

$$H_t = A + H + B_L$$

- ✓ Para el cálculo de carga requerida (H)

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

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

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

✓ **Cálculo de la Canastilla**

Se recomienda que el diámetro de la canastilla sea 2 veces el diámetro de la tubería de salida.

$$D_c = 2D$$

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

$$3D < L < 6D$$

Área de ranuras:

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

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

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

El número de ranuras resulta:

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

✓ **Rebose**

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

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

Donde:

D : diámetro (pulg)

Qmd : caudal máximo diario (l/s)

S : pérdida de carga unitaria (m/m)

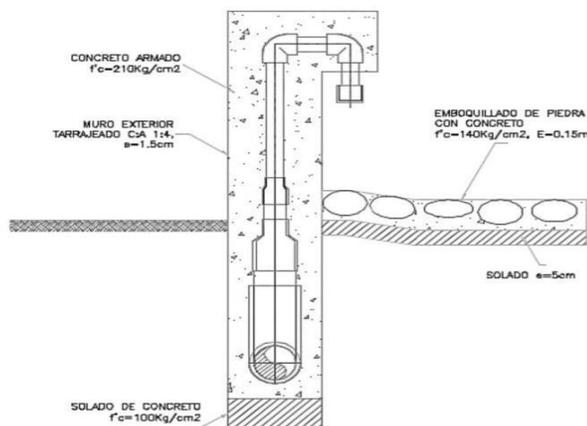
2.9.4. TUBO ROMPE CARGA

Se recomienda:

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

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

Ilustración N° 03.37. Tubería Rompe Presión



✓ Cálculo hidráulico

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

Criterios de diseño

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

- El flujo es permanente y uniforme, de naturaleza turbulento ($Re > 2000$)
- El diámetro de la cámara de disipación de energía es 2 veces que el de la tubería de conducción. La velocidad del agua se reduce a la cuarta parte, pasando el flujo de rápido (supercrítico) a lento (subcrítico) produciéndose un resalto hidráulico.
- El resalto hidráulico se desarrollada en $L=6.9 (D_1-D_2)$, pero por cuestiones constructivas se asume una longitud mínima de la cámara disipadora de 1.25 m.
- Para evitar el deterioro de las instalaciones por la vibración, el dispositivo e empotra con concreto.
- Se ubican a cada 50 m de desnivel
- Instalaciones deben realizarse con tuberías PVC C-10.

Funcionamiento

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

Recomendaciones:

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

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

2.9.5. VÁLVULA DE AIRE

- Son dispositivos hidromecánicos previstos para efectuar automáticamente la expulsión y entrada de aire a la conducción, necesarias para garantizar su adecuada explotación y seguridad.
- Las necesidades de entrada/salida de aire a las conducciones, son las siguientes:
 - Evacuación de aire en el llenado o puesta en servicio de la conducción, aducción e impulsión.
 - Admisión de aire en las operaciones de descarga o rotura de la conducción, para evitar que se produzcan depresiones o vacío.
 - Expulsión continua de las bolsas o burbujas de aire que aparecen en el seno del flujo de agua por arrastre y desgasificación (purgado).
- Según las funciones que realicen, podemos distinguir los siguientes tipos de válvulas de aireación:
 - Purgadores: Eliminan en continuo las bolsas o burbujas de aire de la conducción.
 - Ventosas bifuncionales: Realizan automáticamente la evacuación/admisión de aire.
 - Ventosas trifuncionales: Realizan automáticamente las tres funciones señaladas.
- Los purgadores o ventosas deben ser de fundición dúctil, y deben cumplir la norma NTP 350.101 1997. Válvulas descargadoras de aire, de aire vacío y combinaciones de válvulas de aire para servicios de agua.
- Se establecen las siguientes prescripciones técnicas adicionales para las ventosas:
 - Presión normalizada: $PN \geq 1,0$ MPa.
 - Tipo: De triple, doble o simple función y de cuerpo simple o doble.
 - Instalación: Embridada sobre una derivación vertical con válvula de aislamiento.
- Para el correcto dimensionamiento de purgadores y ventosas se debe tener en cuenta las especificaciones técnicas del fabricante y las características propias de la instalación: longitud, presión y volumen de aire a evacuar. Con carácter general, salvo circunstancias especiales que aconsejen o requieran de la adopción de otra solución distinta, para cubrir las funciones de aireación requeridas en las conducciones, aducciones e impulsiones, se deben instalar válvulas de aire (ventosas de tipo bifuncional o trifuncional), principalmente en aquellas zonas de difícil acceso para operaciones de mantenimiento y operación.
- Se deben disponer válvulas de aire/purgas en los siguientes puntos de la línea de agua:
 - Puntos altos relativos de cada tramo de la línea de agua, para expulsar aire mientras la instalación se está llenando y durante el funcionamiento normal de la instalación, así como admitir aire durante el vaciado.
 - Cambios marcados de pendiente, aunque no correspondan a puntos altos relativos.
 - Al principio y al final de tramos horizontales o con poca pendiente y en intervalos de 400 a 800 m.
 - Aguas arriba de caudalímetros para evitar imprecisiones de medición causadas por aire atrapado.
 - En la descarga de una bomba, para la admisión y expulsión de aire en la tubería de impulsión.
 - Aguas arriba de una válvula de retención en instalaciones con bombas sumergidas, pozos profundos y bombas verticales.
 - En el punto más elevado de un sifón para la expulsión de aire, aunque debe ir equipada con un dispositivo de comprobación de vacío que impida la admisión de aire en la tubería.

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

- ✓ Válvula de aire manual

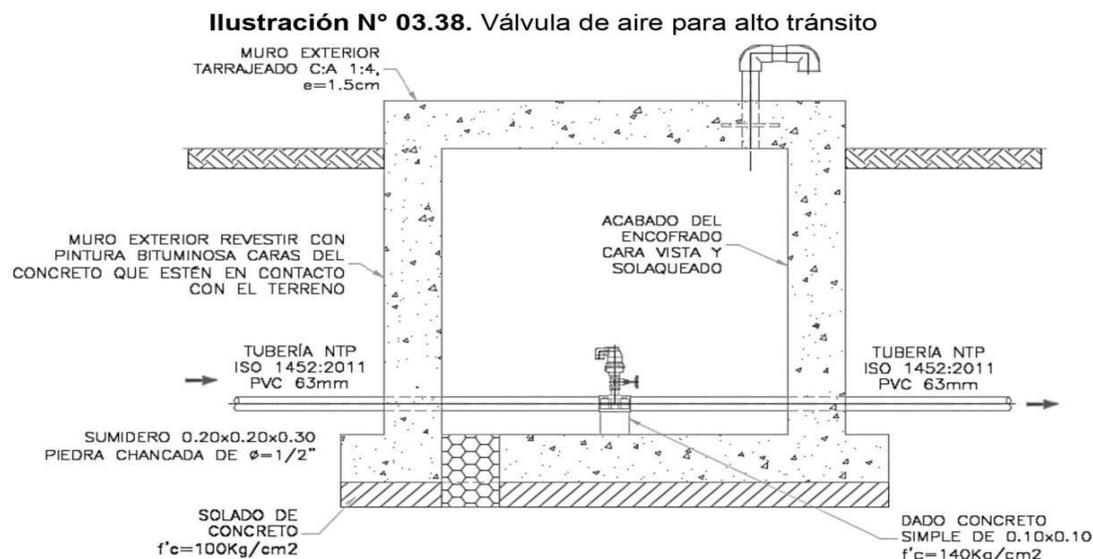
El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire de accionamiento manual.

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

- ✓ Válvula de aire automática

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

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



- ✓ Memoria de cálculo hidráulico

Válvula de aire manual

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

- ✓ La estructura será de concreto armado $f'c = 210 \text{ kg}/\text{cm}^2$ cuyas dimensiones internas son $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$, para el cual se utilizará cemento portland tipo I.

Válvula de aire automática

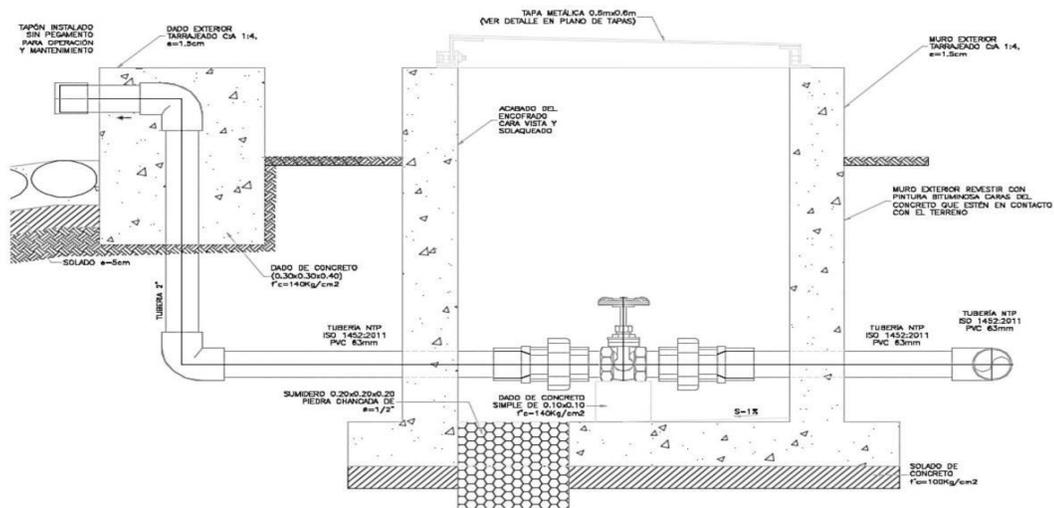
- ✓ Para sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito rural, se recomienda una sección interior mínima de $0,60 \times 0,60 \text{ m}^2$, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.

- ✓ La estructura será de concreto armado $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ cuyas dimensiones internas son $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$, para el cual se utilizará cemento portland tipo I.

2.9.6. VÁLVULA DE PURGA

- Es una derivación instalada sobre la tubería a descargar, provista de una válvula de interrupción (compuerta o mariposa, según diámetro) y un tramo de tubería hasta un punto de desagüe apropiado.
- Todo tramo de las redes de aducción o conducción comprendido entre ventosas consecutivas debe disponer de uno o más desagües instalados en los puntos de inferior cota. Siempre que sea posible los desagües deben acometer a un punto de descarga o pozo de absorción. El dimensionamiento de los desagües se debe efectuar teniendo en cuenta las características del tramo a desaguar: longitud, diámetro y desnivel; y las limitaciones al vertido.

Ilustración N° 03.39. Diámetros de válvulas de purga



- ✓ Cálculo hidráulico
 - ✓ Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías.
 - ✓ La estructura sea de concreto armado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, cuyas dimensiones internas son $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$ y el dado de concreto simple $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, para ello se debe utilizar el tipo de concreto según los estudios realizados.
 - ✓ El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

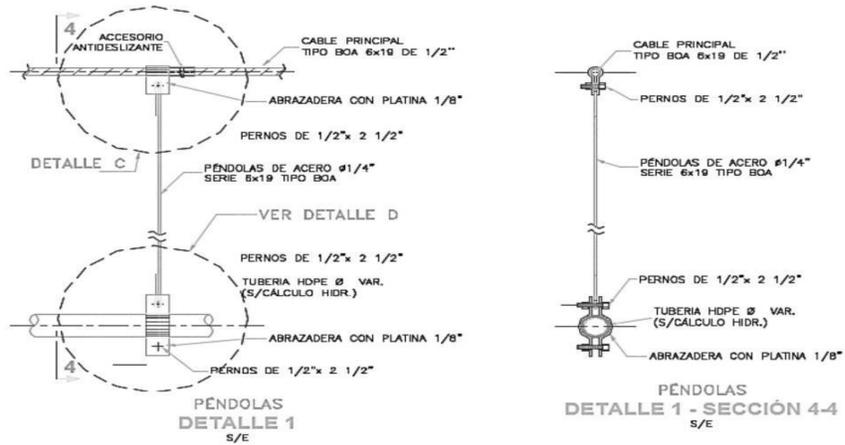
2.9.7. PASE AÉREO

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

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

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

Ilustración N° 03.40. Detalles técnicos del pase aéreo



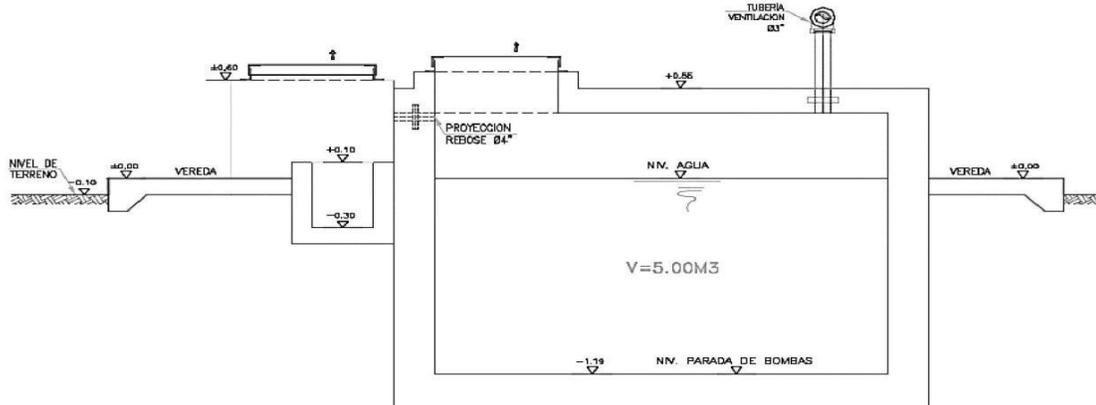
2.13. CISTERNA

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

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

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

Ilustración N° 03.52. Cisterna de 5 m³



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

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

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

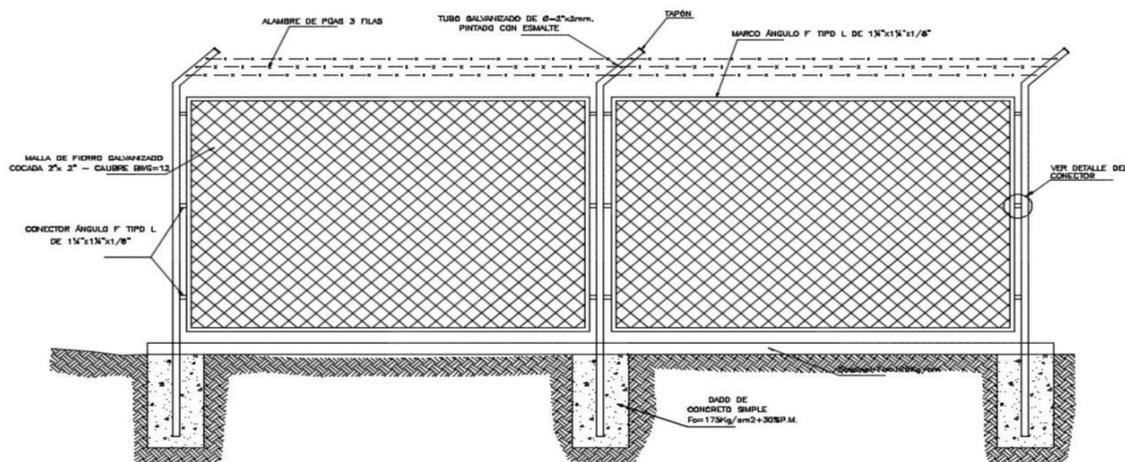
La cisterna proyectada, considera dos ambientes una donde se almacena el volumen útil de agua para consumo humano y otro ambiente de caseta de bombeo que albergará al sistema de bombeo y tableros eléctricos. La cisterna debe ser tarrajada interna y externamente, y pintado externamente con pintura látex.

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

2.13.1. CERCO PERIMÉTRICO DE CISTERNA

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

Ilustración N° 03.53. Cerco perimétrico de cisterna



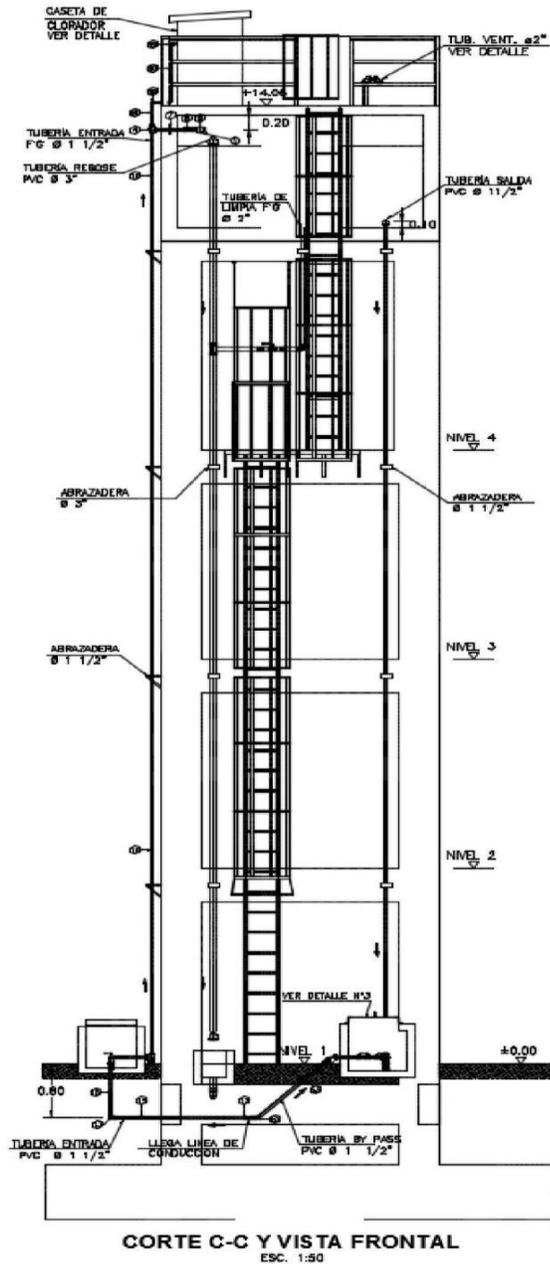
- La embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar en posición opuesta para forzar la circulación del agua dentro del mismo.
- El diámetro de la tubería de limpia debe permitir el vaciado en 2 horas.
- Disponer de una tubería de rebose, conectada a la tubería de limpia, para la libre descarga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

Recomendaciones

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

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

• Ilustración N° 03.55. Reservorio elevado de 15 m³



2.14.1. CASETA DE VÁLVULAS DE RESERVORIO

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

La puerta de acceso es metálica y debe incluir ventanas laterales con rejas de protección.

En el caso del reservorio de 70 m³, desde el interior de la caseta de válvulas nace una escalera tipo marinera que accede al techo mediante una ventana de inspección y de allí se puede ingresar al reservorio por su respectiva ventana de inspección de 0,60 x 0,60 m con tapa metálica y dispositivo de seguridad.

Las consideraciones por tener en cuenta son las siguientes:

- **Techos**
Los techos serán en concreto armado, pulido en su superficie superior para evitar filtración de agua en caso se presenten lluvias, en el caso de reservorios de gran tamaño, el techo acabara con ladrillo pastelero asentados en torta de barro y tendrán junta de dilatación según el esquema de techos.
- **Paredes**
Los cerramientos laterales serán de concreto armado en el caso de los reservorios de menor tamaño, en el caso del reservorio de 70 m³, la pared estará compuesto por ladrillo K.K. de 18 huecos y cubrirán la abertura entre las columnas estructurales del edificio. Éstos estarán unidos con mortero 1:4 (cemento: arena gruesa) y se prevé el tarrajeo frotachado interior y exterior con revoque fino 1:4 (cemento: arena fina).

Las paredes exteriores serán posteriormente pintadas con dos manos de pintura látex para exteriores, cuyo color será consensuado entre el Residente y la Supervisión. El acabado de las paredes de la caseta será de tarrajeo frotachado pintado en látex y el piso de cemento pulido bruñado a cada 2 m.

- **Pisos**
Los pisos interiores de la caseta serán de cemento pulido y tendrán un bruñado a cada 2 m en el caso de reservorios grandes.
- **Pisos en Veredas Perimetrales**
En vereda el piso será de cemento pulido de 1 m de ancho, bruñado cada 1 m y, tendrá una junta de dilatación cada 5 m.

El contrazócalo estará a una altura de 0,30 m del nivel del piso acabado y sobresaldrá 1 cm al plomo de la pared. Estos irán colocados tanto en el interior como en el exterior de la caseta de válvulas.

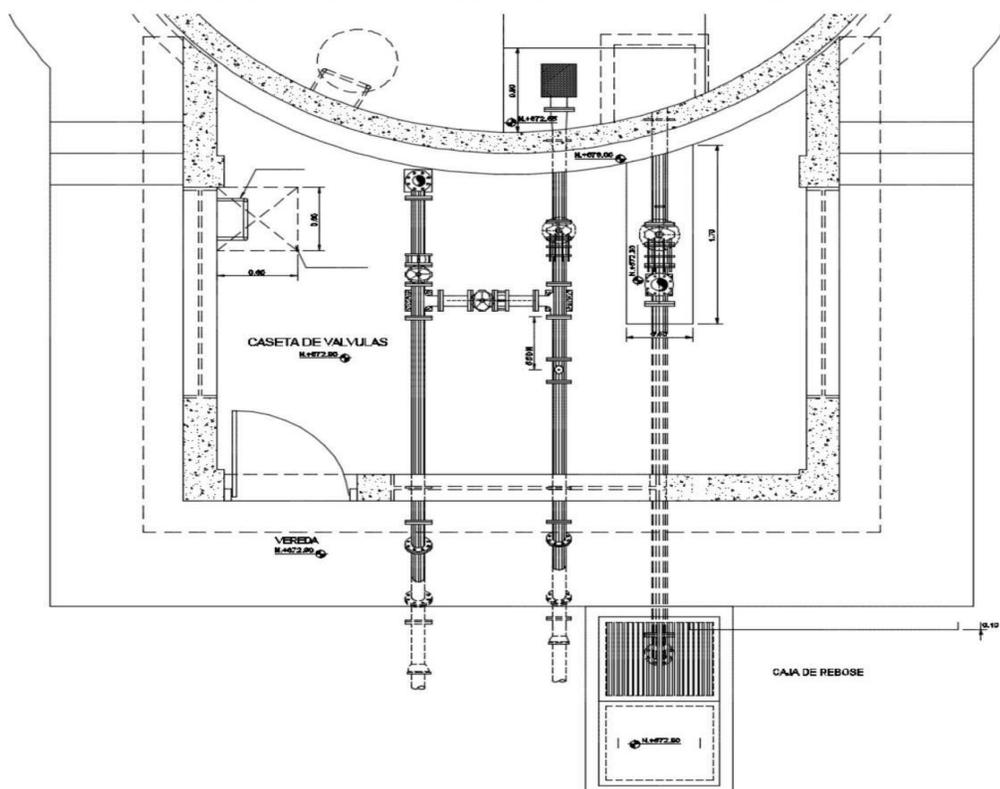
- **Escaleras**
En el caso sea necesario, la salida de la caseta hacia el reservorio, se debe colocar escaleras marineras de hierro pintadas con pintura epóxica anticorrosivas con pasos espaciados a cada 0.30 m.
- **Escaleras de Acceso**
Las escaleras de acceso a los reservorios (cuando sean necesarias), serán concebidas para una circulación cómoda y segura de los operadores, previendo un paso aproximado

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

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

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

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



2.14.2. SISTEMA DE DESINFECCIÓN

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

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

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

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

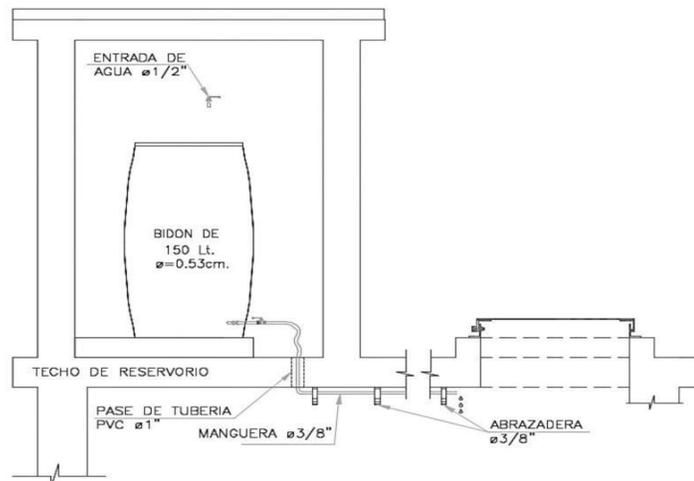
Desinfectantes empleados

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

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

a. Sistema de Desinfección por Goteo

Ilustración N° 03.57. Sistema de desinfección por goteo



- Cálculo del peso de hipoclorito de calcio o sodio necesario

$$P = Q * d$$

Donde:

P : peso de cloro en gr/h

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

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

$$P_c = P * 100/r$$

Donde:

P_c : peso producto comercial gr/h

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

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

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

Donde:

P_c : peso producto comercial gr/h

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

c : concentración solución (%)

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

$$V_s = q_s * t$$

Donde:

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

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

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

b. Sistema de Desinfección por erosión

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

Ilustración N° 03.58. Dosificador por erosión de tableta



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

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

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

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

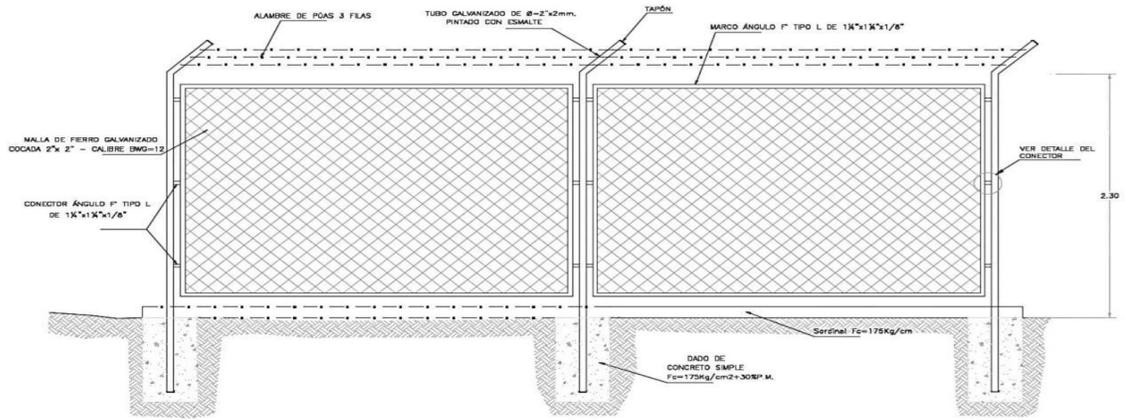
El mecanismo del dosificador de tabletas se debe inspeccionar con regularidad para detectar obstrucciones; se tendrá cuidado de limpiarlo bien, volver a ponerlo en la posición correcta y calibrarlo. La inspección y el relleno de tabletas dependerán de la instalación específica, de la dosificación de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

2.14.3. CERCO PERIMÉTRICO PARA RESERVORIO

El cerco perimétrico idóneo en zonas rurales para reservorios por su versatilidad, durabilidad, aislamiento al exterior y menor costo es a través de una malla de las siguientes características:

- Con una altura de 2,30 m dividido en paños con separación entre postes metálicos de 3,00 m y de tubo de 2" F°G°.
- Postes asentados en un dado de concreto simple $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 30\%$ de P.M.
- Malla de F°G° con cocada de 2" x 2" calibre BWG = 12, soldadas al poste metálico con un conector de Angulo F tipo L de 1 ¼" x 1 ¼" x 1/8".
- Los paños están coronados en la parte superior con tres hileras de alambres de púas y en la parte inferior estarán sobre un sardinel de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Ilustración N° 03.59. Cerco perimétrico de reservorio



ANEXO 3:

Levantamiento Topográfico

PUNTOS	ESTE	NORTE	COTA
1	821564.854	9029087.00	2418.640
2	821582.472	9029077.53	2416.098
3	821600.090	9029068.07	2414.333
4	821617.708	9029058.60	2413.310
5	821556.702	9029114.08	2432.886
6	821574.320	9029104.62	2430.433
7	821591.938	9029095.15	2427.860
8	821609.556	9029085.69	2425.339
9	821627.174	9029076.22	2424.103
10	821644.792	9029066.75	2424.134
11	821662.410	9029057.29	2424.208
12	821680.028	9029047.82	2424.256
13	821697.646	9029038.36	2423.609
14	821715.264	9029028.89	2422.844
15	821732.882	9029019.42	2422.313
16	821750.501	9029009.96	2422.313
17	821768.119	9029000.49	2422.775
18	821785.737	9028991.03	2424.461
19	821803.355	9028981.56	2426.366
20	821820.973	9028972.09	2428.232
21	821838.591	9028962.63	2430.041
22	821856.209	9028953.16	2431.718
23	821873.827	9028943.70	2433.430
24	821566.168	9029131.70	2444.918
25	821583.786	9029122.24	2443.075
26	821601.404	9029112.77	2440.318
27	821619.022	9029103.30	2437.632
28	821636.640	9029093.84	2435.711
29	821654.258	9029084.37	2434.851
30	821671.876	9029074.91	2434.710
31	821689.494	9029065.44	2434.619
32	821707.112	9029055.97	2434.375
33	821724.730	9029046.51	2434.010

34	821742.348	9029037.04	2433.631
35	821759.966	9029027.58	2433.237
36	821777.585	9029018.11	2432.828
37	821795.203	9029008.64	2433.356
38	821812.821	9028999.18	2434.733
39	821830.439	9028989.71	2436.370
40	821848.057	9028980.25	2437.858
41	821865.675	9028970.78	2439.189
42	821883.293	9028961.31	2440.883
43	821900.911	9028951.85	2442.830
44	821918.529	9028942.38	2445.244
45	821936.147	9028932.92	2448.657
46	821953.765	9028923.45	2451.767
47	821971.383	9028913.98	2454.141
48	821989.001	9028904.52	2456.205
49	822006.619	9028895.05	2457.863
50	821575.634	9029149.32	2456.393
51	821593.252	9029139.85	2454.057
52	821610.870	9029130.39	2452.070
53	821628.488	9029120.92	2449.791
54	821646.106	9029111.46	2447.907
55	821663.724	9029101.99	2446.908
56	821681.342	9029092.52	2446.205
57	821698.960	9029083.06	2445.576
58	821716.578	9029073.59	2445.358
59	821734.196	9029064.13	2445.324
60	821751.814	9029054.66	2445.288
61	821769.432	9029045.19	2445.100
62	821787.050	9029035.73	2444.791
63	821804.669	9029026.26	2444.476
64	821822.287	9029016.80	2444.168
65	821839.905	9029007.33	2444.879
66	821857.523	9028997.86	2445.762
67	821875.141	9028988.40	2446.797

68	821892.759	9028978.93	2448.101
69	821910.377	9028969.47	2449.838
70	821927.995	9028960.00	2452.108
71	821945.613	9028950.53	2454.791
72	821963.231	9028941.07	2457.508
73	821980.849	9028931.60	2459.904
74	821998.467	9028922.14	2462.226
75	822016.085	9028912.67	2464.169
76	822033.703	9028903.21	2466.355
77	821585.100	9029166.94	2466.464
78	821602.718	9029157.47	2465.143
79	821620.336	9029148.01	2462.604
80	821637.954	9029138.54	2460.365
81	821655.572	9029129.07	2459.344
82	821673.190	9029119.61	2458.861
83	821690.808	9029110.14	2458.334
84	821708.426	9029100.68	2457.775
85	821726.044	9029091.21	2457.193
86	821743.662	9029081.74	2456.715
87	821761.280	9029072.28	2456.485
88	821778.898	9029062.81	2456.280
89	821796.516	9029053.35	2456.089
90	821814.135	9029043.88	2455.611
91	821831.753	9029034.41	2455.067
92	821849.371	9029024.95	2454.520
93	821866.989	9029015.48	2454.131
94	821884.607	9029006.02	2454.331
95	821902.225	9028996.55	2455.354
96	821919.843	9028987.08	2456.540
97	821937.461	9028977.62	2458.251
98	821955.079	9028968.15	2460.513
99	821972.697	9028958.69	2463.106
100	821990.315	9028949.22	2465.643
101	822007.933	9028939.76	2467.944

102	822025.551	9028930.29	2470.431
103	822043.169	9028920.82	2473.228
104	821594.566	9029184.56	2474.295
105	821612.184	9029175.09	2473.003
106	821629.802	9029165.62	2471.626
107	821647.420	9029156.16	2470.507
108	821665.038	9029146.69	2470.145
109	821682.656	9029137.23	2470.328
110	821700.274	9029127.76	2470.579
111	821717.892	9029118.29	2470.850
112	821735.510	9029108.83	2470.268
113	821753.128	9029099.36	2469.322
114	821770.746	9029089.90	2468.479
115	821788.364	9029080.43	2097.382
116	821805.982	9029070.96	2466.967
117	821823.600	9029061.50	2466.295
118	821841.219	9029052.03	2465.447
119	821858.837	9029042.57	2464.553
120	821876.455	9029033.10	2464.130
121	821894.073	9029023.63	2463.729
122	821911.691	9029014.17	2463.394
123	821929.309	9029004.70	2463.628
124	821946.927	9028995.24	2464.876
125	821964.545	9028985.77	2466.734
126	821982.163	9028976.31	2468.788
127	821999.781	9028966.84	2471.667
128	822017.399	9028957.37	2474.787
129	822035.017	9028947.91	2478.184
130	821639.268	9029183.24	2480.401
131	821656.886	9029173.78	2480.369
132	821674.504	9029164.31	2480.635
133	821692.122	9029154.84	2481.534
134	821709.740	9029145.38	2482.514
135	821727.358	9029135.91	2483.116

136	821744.976	9029126.45	2483.502
137	821762.594	9029116.98	2482.592
138	821780.212	9029107.51	2481.020
139	821797.830	9029098.05	2479.516
140	821815.448	9029088.58	2478.013
141	821833.066	9029079.12	2476.979
142	821850.684	9029069.65	2476.311
143	821868.303	9029060.18	2475.576
144	821885.921	9029050.72	2474.823
145	821903.539	9029041.25	2474.875
146	821921.157	9029031.79	2475.409
147	821938.775	9029022.32	2475.318
148	821956.393	9029012.85	2474.853
149	821974.011	9029003.39	2475.653
150	821991.629	9028993.92	2477.747
151	822009.247	9028984.46	2480.319
152	822026.865	9028974.99	2483.819
153	821683.970	9029181.93	2491.360
154	821701.588	9029172.46	2492.648
155	821719.206	9029163.00	2493.913
156	821736.824	9029153.53	2494.742
157	821754.442	9029144.06	2494.727
158	821772.060	9029134.60	2493.727
159	821789.678	9029125.13	2492.675
160	821807.296	9029115.67	2491.327
161	821824.914	9029106.20	2489.986
162	821842.532	9029096.73	2488.552
163	821860.150	9029087.27	2487.180
164	821877.769	9029077.80	2487.492
165	821895.387	9029068.34	2487.936
166	821913.005	9029058.87	2488.986
167	821930.623	9029049.40	2490.571
168	821948.241	9029039.94	2491.750
169	821965.859	9029030.47	2492.684

170	821983.477	9029021.01	2491.953
171	822001.095	9029011.54	2492.394
172	822018.713	9029002.08	2494.918
173	821711.054	9029190.08	2333.057
174	821728.672	9029180.61	2333.738
175	821746.290	9029171.15	2334.581
176	821763.908	9029161.68	2334.947
177	821781.526	9029152.22	2334.430
178	821799.144	9029142.75	2333.259
179	821816.762	9029133.28	2332.127
180	821834.380	9029123.82	2331.021
181	821851.998	9029114.35	2329.824
182	821869.616	9029104.89	2329.384
183	821887.234	9029095.42	2329.755
184	821904.853	9029085.95	2281.767
185	821922.471	9029076.49	2284.301
186	821940.089	9029067.02	2287.126
187	821957.707	9029057.56	2289.996
188	821975.325	9029048.09	2292.802
189	821992.943	9029038.63	2294.571
190	822010.561	9029029.16	2294.328
191	822028.179	9029019.69	2294.089
192	821755.756	9029188.77	2292.616
193	821773.374	9029179.30	2292.810
194	821790.992	9029169.83	2292.985
195	821808.610	9029160.37	2292.905
196	821826.228	9029150.90	2292.084
197	821843.846	9029141.44	2291.187
198	821861.464	9029131.97	2290.612
199	821879.082	9029122.50	2290.596
200	821896.700	9029113.04	2291.698
201	821914.318	9029103.57	2294.769
202	821931.937	9029094.11	2299.003
203	821949.555	9029084.64	2294.070

204	821967.173	9029075.18	2297.453
205	821984.791	9029065.71	2295.180
206	822002.409	9029056.24	2298.723
207	822020.027	9029046.78	2301.131
208	821800.458	9029187.45	2285.360
209	821818.076	9029177.99	2285.669
210	821835.694	9029168.52	2285.989
211	821853.312	9029159.05	2285.780
212	821870.930	9029149.59	2285.654
213	821888.548	9029140.12	2285.998
214	821906.166	9029130.66	2282.615
215	821923.784	9029121.19	2275.718
216	821941.402	9029111.73	2270.092
217	821959.021	9029102.26	2269.994
218	821976.639	9029092.79	2269.743
219	821994.257	9029083.33	2267.277
220	822011.875	9029073.86	2266.750

Anexo 4: Encuesta y Tabulación

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"/> |

33


Rogers Michael Lozano Villegas
C.Y.P. N° 96637
JEFE DE PROYECTO


Angie Rosana Quiñones Hinojosa
CIP N° 114672
INGENIERO CIVIL


Walter Alfredo Botello Alva
C.I.P. N° 114658
ING. CIVIL

¿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/lt
- Entre 5 y 8 mg/lt
- Mayor a 8 mg/lt

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

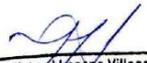
72. ¿Me podría enseñar su letrina? (De lo observado anote)

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

34


Rogers Michael Lozano Villegas
C.I.P. N° 96637
JEFE DE PROYECTO


Angie Roxana Quiñones Hinojosa
CIP N° 114672
INGENIERO CIVIL


Walker Alfredo Botello Alva
C.I.P. N° 114864
ING. CIVIL

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:

35


Rogers Michel Lozano Villegas
C.I.P. N° 98637
JEFE DE PROYECTO


Angie Rocana Quiñones Zúñiga
CIP N° 114672
INGENIERO CIVIL


Walter Alfredo Botello Alva
C.I.P. N° 114656
ING. CIVIL

**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:XXXXXXX..... 4. Distrito:
5. Provincia: 6. Departamento:
7. Altura (m.s.n.m.): Altitud: 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:

42

[Firma]
Rogers Michael Lozano Villegas
C.I.P. N° 96637
JEFE DE PROYECTO

[Firma]
Angie Roxana Quintana Hinojosa
CIP N° 114672
INGENIERO CIVIL

[Firma]
Walter Alfredo Botello Alva
C.I.P. N° 114604
ING. CIVIL

Anexo: Tabulación de encuesta

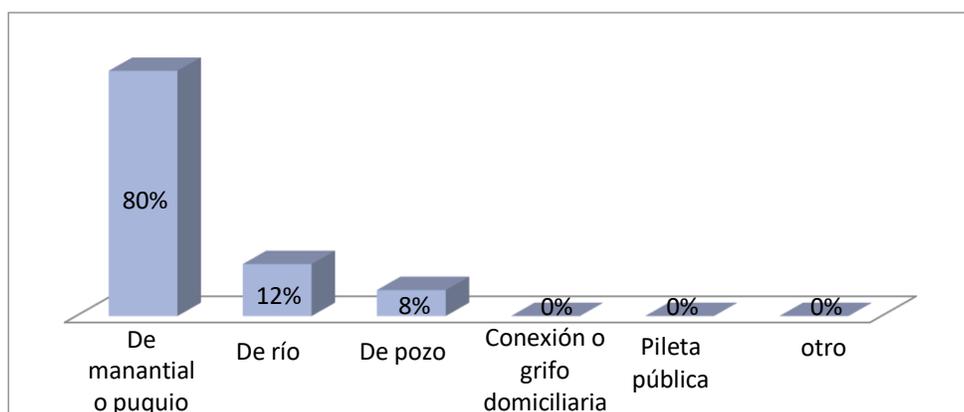
Se realizó la encuesta sobre el comportamiento familiar (para familias) y poder analizar y concluir sobre la cobertura y la calidad del servicio de agua potable; los resultados obtenidos permitieron conocer las problemáticas que cuenta la población del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash.

1.- ¿De dónde consigue normalmente el agua para consumo de la familia?

Tabla N° 01

Detalle	Frecuencia	%
De manantial o puquio	20	80%
De río	3	12%
De pozo	2	8%
Conexión o grifo domiciliaria	0	0%
Pileta pública	0	0%
otro	0	0%
Total	25	100%

Grafico N° 01



Fuente: Encuesta realizada a los pobladores anexo de Chucut, distrito de Mácate, provincia del Santa (2018)

Interpretación:

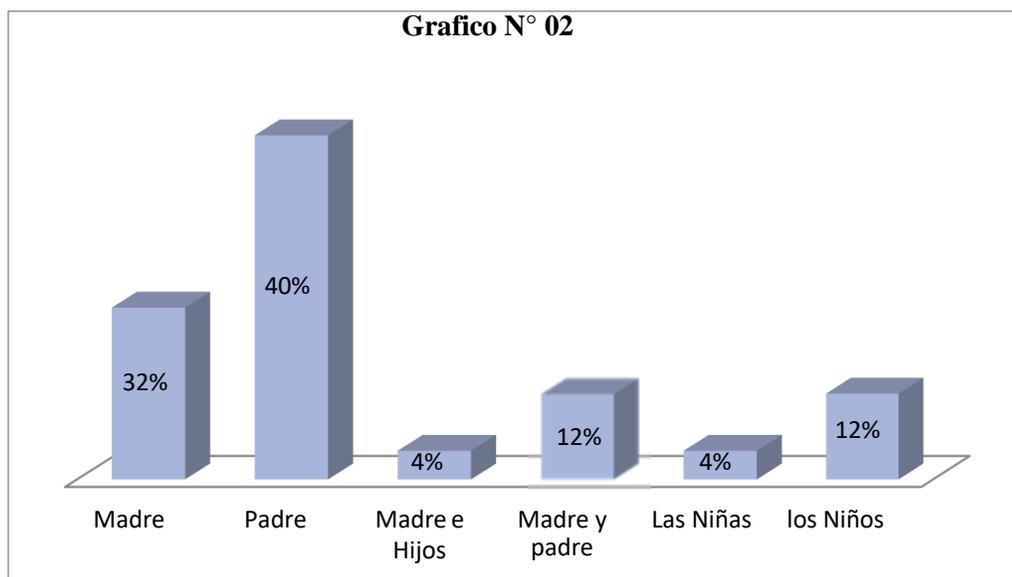
En la Tabla N°01 y Grafica N° 01, se observa que de las 25 personas encuestadas anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash, el 80% consume agua de manantial o puquio, el 12% consume agua de río y 8% restante de pozo.

2.- ¿Quién o quienes traen agua?

Tabla N° 02

Detalle	Frecuencia	%
Madre	8	32%
Padre	10	40%
Madre y Padre	3	12%
Madre e Hijos	1	4%
Las Niñas	0	4%
los Niños	3	12%
Total	25	100%

Grafico N° 02



Fuente: Encuesta realizada a los pobladores del anexo de Chucut, distrito de Mácate, provincia del Santa, departamento de Ancash (2018)

Interpretación:

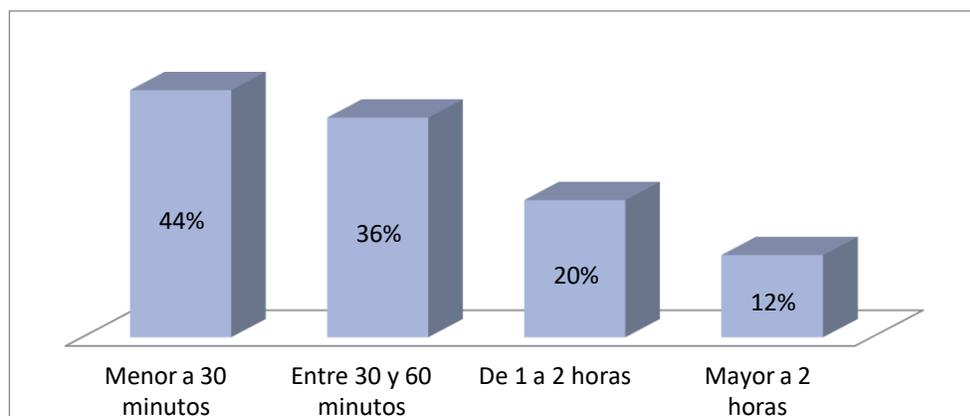
En la Tabla N°02 y Grafica N° 02, se observa que de las 25 personas encuestadas del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash, el 40% traen aguas los padres y el 32% traen agua las madres.

3.- ¿Aproximadamente que tiempo debe recorrer para traer agua para consumo familiar a su vivienda?

Tabla N° 03

Detalle	Frecuencia	%
Menor a 30 minutos	11	44%
Entre 30 y 60 minutos	9	36%
De 1 a 2 horas	8	20%
Mayor a 2 horas	3	12%
Total	25	100%

Grafico N° 03



Fuente: Encuesta realizada a los pobladores del anexo de Chucut, distrito de Mácate, provincia del Santa, departamento de Ancash (2018)

Interpretación:

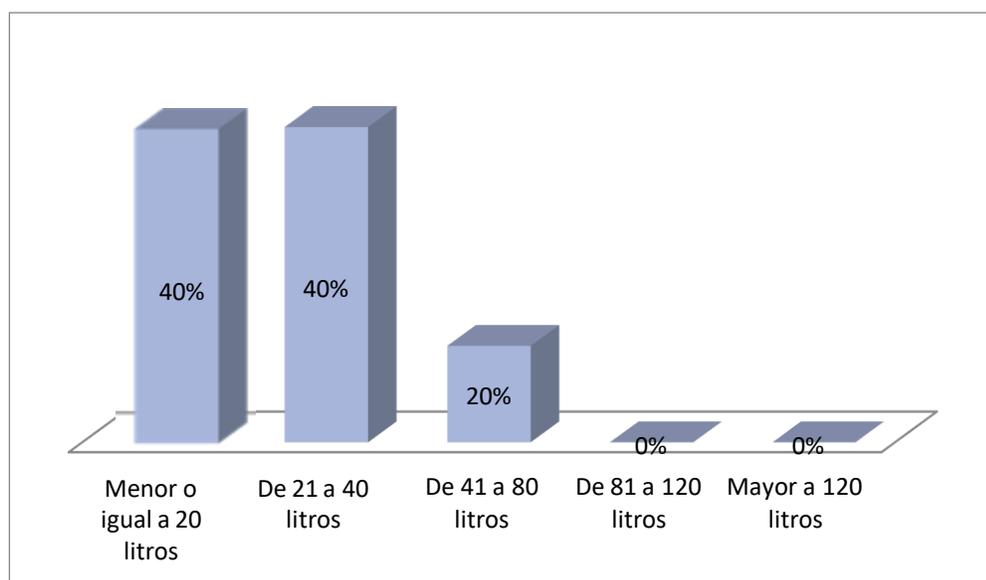
En la Tabla N°03 y Grafica N° 03, se observa que de las 25 personas encuestadas del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash, el 44% es el tiempo de menos de 30 minutos en traer agua y el 36% es el tiempo mayor de 2 horas en traer agua a sus viviendas.

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

Tabla N° 04

Detalle	Frecuencia	%
Menor o igual a 20 litros	10	40%
De 21 a 40 litros	10	40%
De 41 a 80 litros	5	20%
De 81 a 120 litros	0	0%
Mayor a 120 litros	0	0%
Total	25	100%

Grafico N° 04



Fuente: Encuesta realizada a los pobladores del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash (2018)

Interpretación:

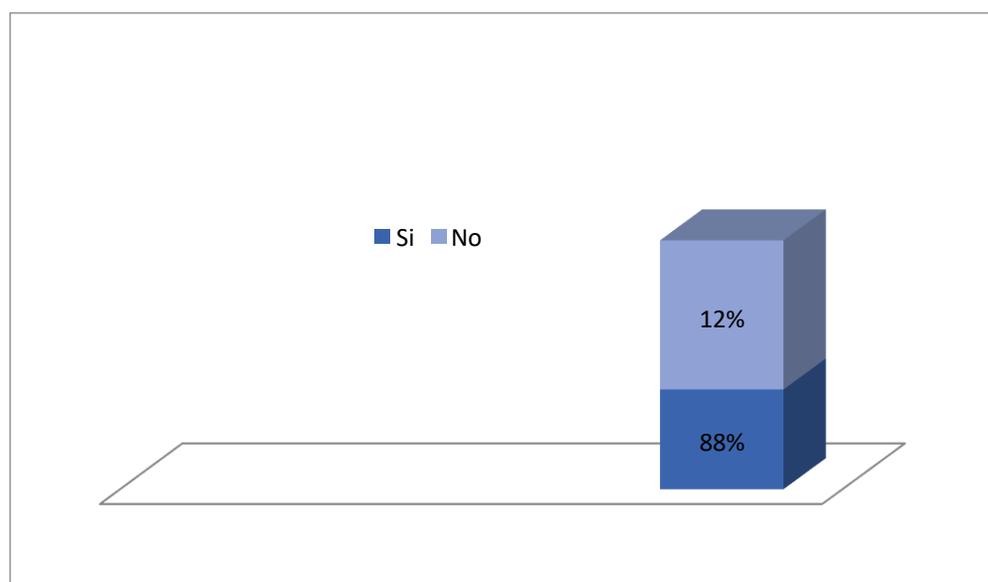
En la Tabla N°04 y Grafica N° 04, se observa que de las 25 personas encuestadas del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash, el 40% consume menor o igual litros de agua por día y el 20% consume de 41 a 80 litro de agua por día.

5.- ¿Almacena o guarda agua en la casa?

Tabla N° 05

Detalle	Frecuencia	%
Si	22	88%
No	3	12%
Total	25	100%

Grafico N° 05



Fuente: Encuesta realizada a los pobladores del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash (2018)

Interpretación:

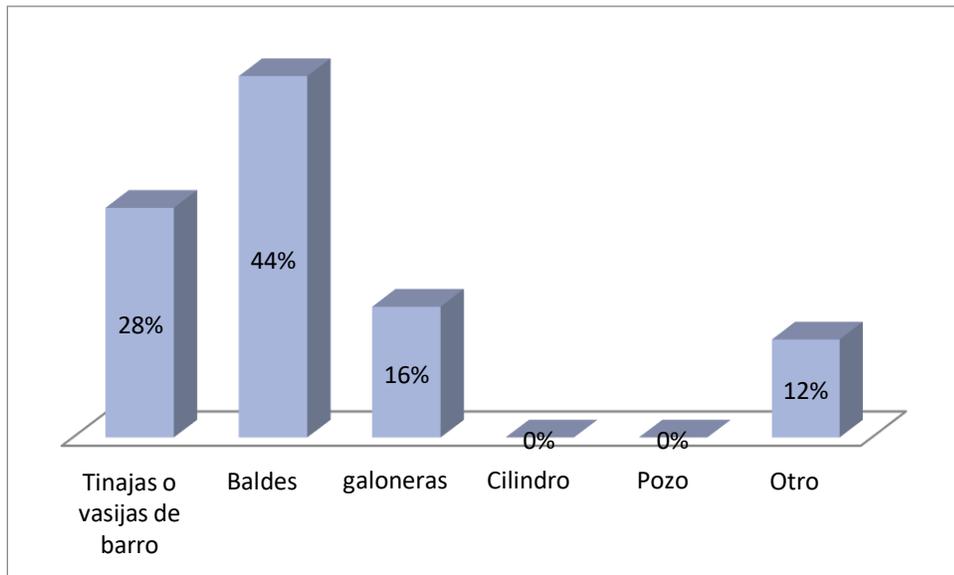
En la Tabla N°05 y Grafica N° 05, se observa que de las 25 personas encuestadas del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash, el 88% almacena y guarda agua en casa y el 12% no almacena ni guarda agua en casa.

6.- ¿En qué tipo de depósitos almacena el agua?

Tabla N° 06

Detalle	Frecuencia	%
Tinajas o vasijas de barro	7	28%
Baldes	11	44%
Galonerias	4	16%
Cilindro	0	0%
Pozo	0	0%
Otro	3	12%
Total	25	100%

Grafico N° 06



Fuente: Encuesta realizada a los pobladores del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash (2018)

Interpretación:

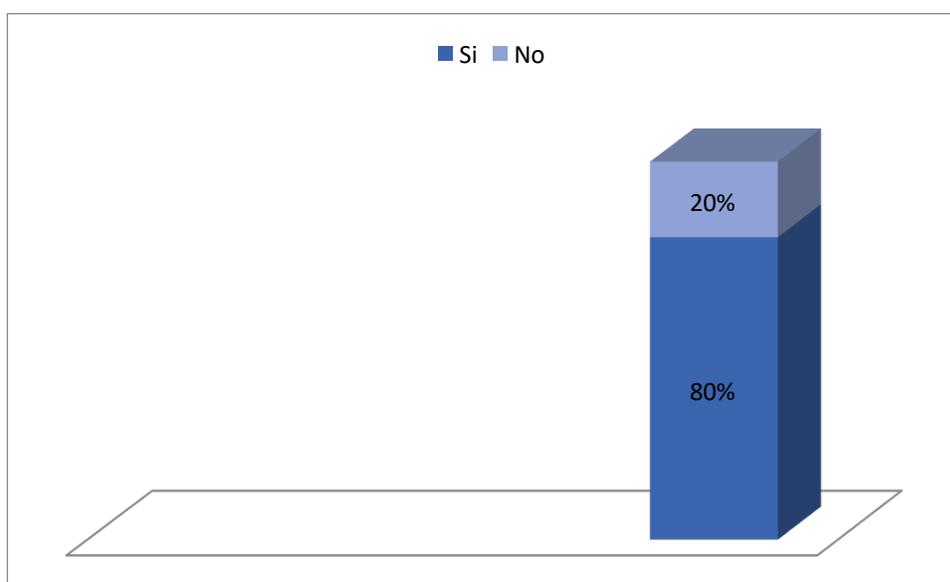
En la Tabla N°06 y Grafica N° 06, se observa que de las 25 personas encuestadas del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash, el 44% depositan y almacenan el agua en baldes y el 12% depositan y almacenan el agua en otros recipientes.

7.- ¿Los depósitos se encuentran protegidos con tapa?

Tabla N° 07

Detalle	Frecuencia	%
Si	20	80%
No	5	20%
Total	25	100%

Grafico N° 07



Fuente: Encuesta realizada a los pobladores del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash (2018)

Interpretación:

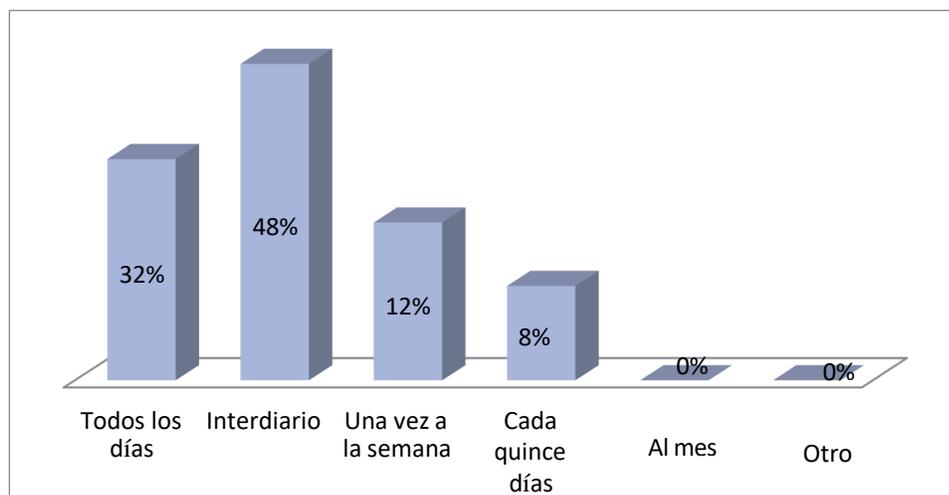
En la Tabla N°07 y Grafica N° 07, se observa que de las 25 personas encuestadas del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash, el 80% sus depósitos de aguas se encuentran protegidos con tapa y el 20%no están protegidos con tapa sus depósitos de agua.

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

Tabla N° 08

Detalle	Frecuencia	%
Todos los días	8	32%
Interdiario	12	48%
Una vez a la semana	3	12%
Cada quince días	2	8%
Al mes	0	0%
Otro	0	0%
Total	25	100%

Grafico N° 08



Fuente: Encuesta realizada a los pobladores del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash (2018)

Interpretación:

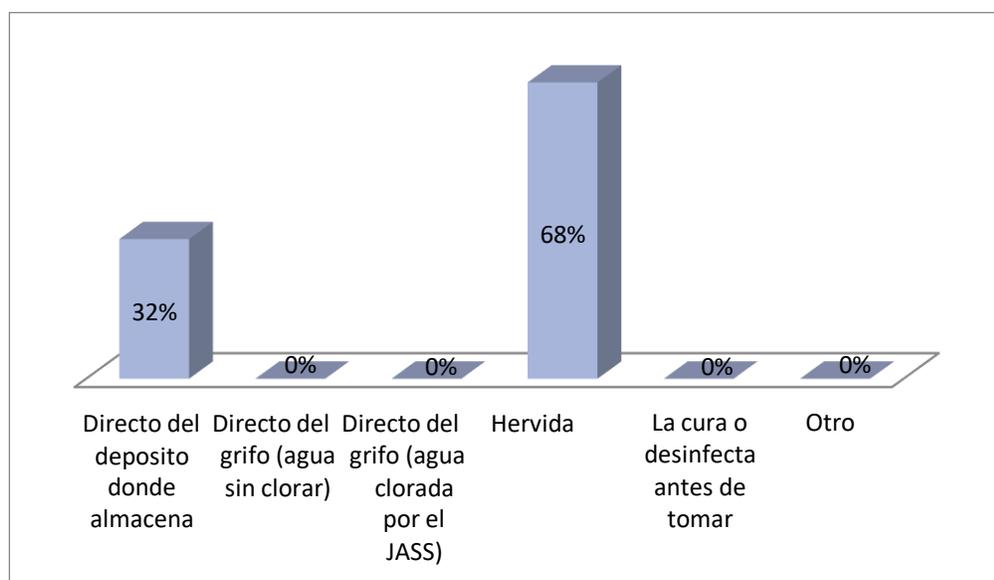
En la Tabla N°08 y Grafica N° 08, se observa que de las 25 personas encuestadas del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash, el 32% lavan todos los días los depósitos donde guardan el agua y el 8% lavan cada quince días los depósitos donde guardan el agua.

9.- ¿Cómo consume el agua para tomar?

Tabla N° 09

Detalle	Frecuencia	%
Directo del depósito donde almacena	8	32%
Directo del grifo (agua sin clorar)	0	0%
Directo del grifo (agua clorada por el JASS)	0	0%
Hervida	17	68%
La cura o desinfecta antes de tomar	0	0%
Otro	0	0%
Total	25	100%

Grafico N° 09



Fuente: Encuesta realizada a los pobladores del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash (2018)

Interpretación:

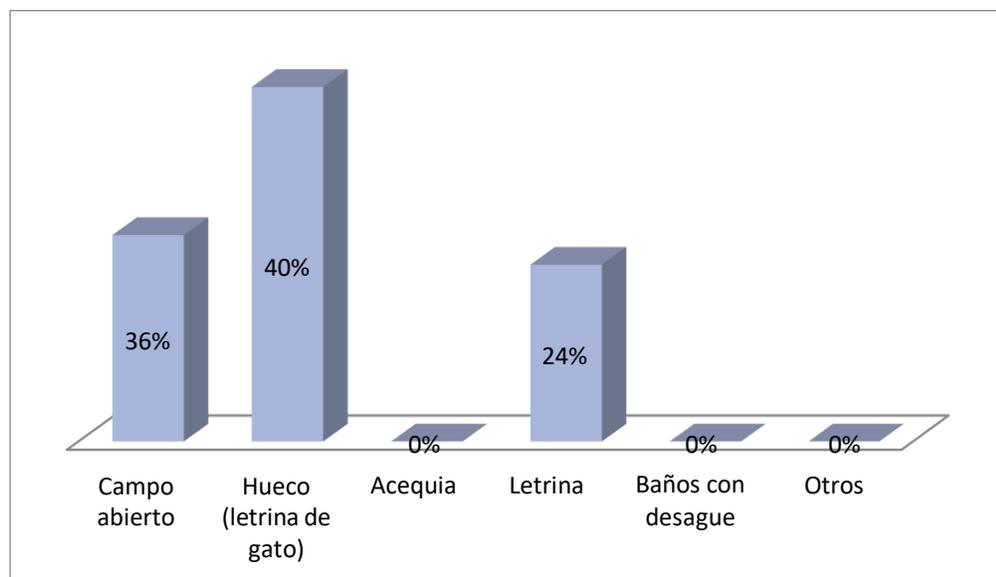
En la Tabla N°09 y Grafica N° 09, se observa que de las 25 personas encuestadas del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash, el 32% consume agua para tomar desde el depósito donde se almacena y el 68% consume agua hervida.

10.- ¿Dónde hacen normalmente sus necesidades?

Tabla N° 10

Detalle	Frecuencia	%
Campo abierto	9	36%
Hueco (letrina de gato)	10	40%
Acequia	0	0%
Letrina	6	24%
Baños con desagüe	0	0%
Otros	0	0%
Total	25	100%

Grafico N° 10



Fuente: Encuesta realizada a los pobladores del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash (2018)

Interpretación:

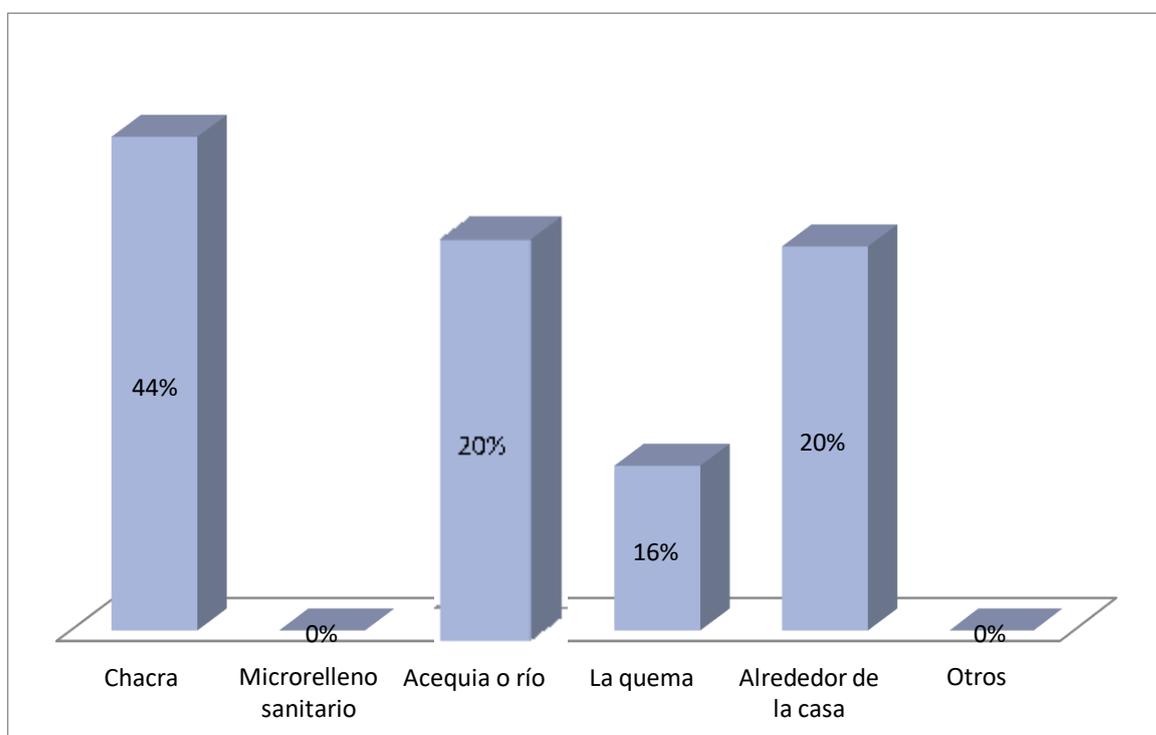
En la Tabla N°10 y Grafica N°10, se observa que de las 25 personas encuestadas del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash, el 36% hacen sus necesidades en campo abierto y el 40% en un hueco (letrina de gato) hacen sus necesidades.

11.- ¿Dónde eliminan la basura de la casa?

Tabla N° 11

Detalle	Frecuencia	%
Chacra	11	44%
Microrelleno sanitario	0	0%
Acequia o río	4	16%
La quema	5	20%
Alrededor de la casa	5	20%
Otros	0	0%
Total	25	100%

Grafico N° 11



Fuente: Encuesta realizada a los pobladores del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash (2018)

Interpretación:

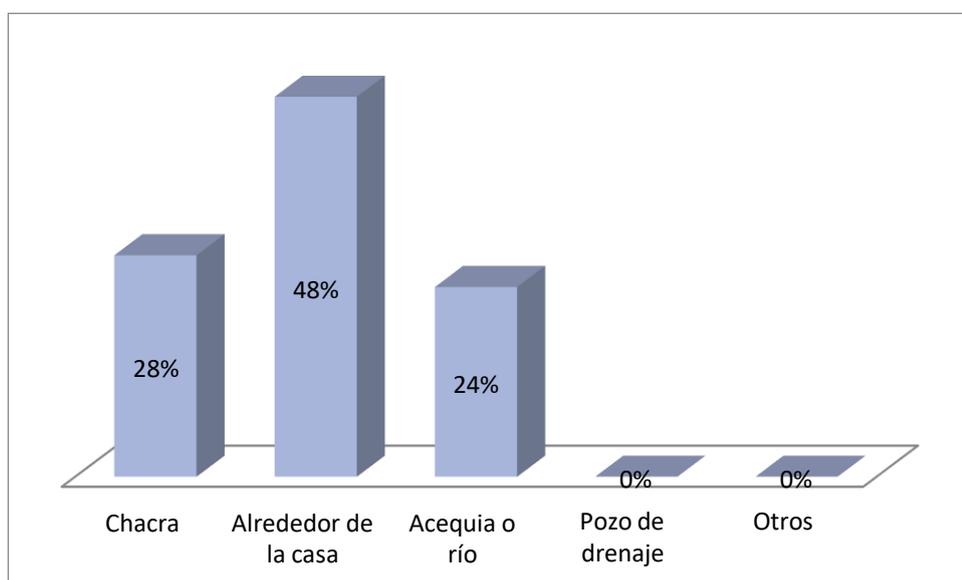
En la Tabla N°11 y Grafica N°11, se observa que de las 25 personas encuestadas del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash, el 44% eliminan la basura en la chacra y el 20% eliminan la basura alrededor de la acequia o río y alrededor la casa

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

Tabla N° 12

Detalle	Frecuencia	%
Chacra	7	28%
Alrededor de la casa	12	48%
Acequia o río	6	24%
Pozo de drenaje	0	0%
Otros	0	0%
Total	25	100%

Grafico N° 12



Fuente: Encuesta realizada a los pobladores del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash a (2018)

Interpretación:

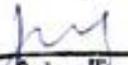
En la Tabla N° 12 y Grafica N° 12, se observa que de las 25 personas encuestadas del anexo de Chucut, distrito de Macate, provincia del Santa, departamento de Ancash, el 76% consume agua de manantial o puquio y el 24% restante consume agua de río.

Anexo 5: Fichas Técnicas

CAPTACIÓN DE UN MANANTIAL

	Título					
	Tesista		Fecha			
	Asesor					
	Lugar	Distrito		Nivel Estático		
	Provincia	Departamento				
CAPTACIÓN DE UN MANANTIAL						
Caudal Máximo		ALTURA DE LA CÁMARA HÚMEDA				
Caudal Mínimo		Altura de filtro	Altura mínima	Diámetro de la canastilla de salida		
Gasto Máximo Diario					Borde libre	Altura de agua
Ancho de Pantalla						
Diámetro de Tubería de Salida:						
DIMENSIONAMIENTO DE LA CANASTILLA						
Altura de ranura		Largo de ranura		Área total de ranura		
Reboce y limpieza	Diseño de estructura I	Tr/m3 Peso específico del suelo		Empuje del suelo sobre el muro	El coeficiente de empuje	
		Ángulo de rozamiento interno del suelo			Siendo la altura del terreno	
Diámetro en pulg.		Coeficiente de fricción		Resultado		
		Tr/m3 Peso específico del concreto				
Gasto Máximo de la Fuente	Momento de Vuelco			Momento de estabilización (Mr) y el peso W:		
	$M_o = P \times Y$					
Pérdida de carga unitaria	Considerando $Y = h/3$					
	Chequero de la estructura	Por volteo		W	W (kg)	X (m)
Máxima carga unitaria						
Por deslizamiento						
Resultado						


 Rogers Michael Lozano Villegas
 C.I.P. N° 96637
 JEFE DE PROYECTO

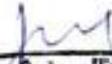

 Jorge Rosendo Quiroga Hinojosa
 C.I.P. N° 114672
 INGENIERO CIVIL


 Walter Alfredo Botello Al.
 C.I.P. N° 114664
 ING. CIVIL

RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO

	Titulo					
	Tesista					fecha
	Asesor					
	Lugar				Distrito	
	provincia				Departamento	
DISEÑO DE RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO						
Altura de agua:		Ancho de pared:		Borde libre:		Altura total:
Peso específico del terreno		Peso específico del agua			Capacidad portante del terreno	
P.Ya x h	El empuje del agua es: $V.Ya.h^2.b/2$	P.Ya x h	El empuje del agua es: $V.Ya.h^2.b/2$	P.Ya x h	El empuje del agua es: $V.Ya.h^2.b/2$	
Losas de cubierta		Espesor de la pared			Datos de diseño	
Distribución de la armadura		Losas de fondo			Distribución de la armadura de pared	
Distribución de la armadura de losa de fondo		Distribución de la armadura de losa de cubierta			Chequeo de la losa de fondo	


 Rogers Michael Lozano Villegas
 C. Y. P. N° 96637
 JEFE DE PROYECTO


 Aguirre Rosendo Quiñones Hinojosa
 CIP N° 114672
 INGENIERO CIVIL


 Walter Alfredo Botello Al.
 C. I. P. N° 114664
 ING. CIVIL

ANEXO 6: Cálculos

AFORO DE FUENTES DE AGUA

DISEÑO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN, LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RESERVORIO PARA EL ALMACENAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL ANEXO DE CHUCUT, DISTRITO DE MACATE, PROVINCIA DEL SANTA, DEPARTAMENTO DE ANCASH-2018.

TIPO DE FUENTE	Manantial de ladera
CONDICION	Captación proyectada
DENOMINACION	Captación
UBICACIÓN	
Anexo	Chucut
Distrito	Macate
Provincia	Santa
Departamento	Ancash
COORDENADAS	
Norte	9029420.80
Este	822315.05
ALTITUD	2418.64 msnm
METODO DE AFORO	Volumétrico
Nº DE TUB. DE INGRESO A LA CAPTACIÓN	1
FECHA	06/11/2019



ENSAYO Nº	VOLUMEN (lt)	TIEMPO (seg)	CAUDAL (lt/seg)	CAUDAL PROMEDIO (lt/seg)	CAUDAL DE PRODUCCIÓN DE LA FUENTE (lt/seg)
1	4	2.54	1.57	1.58	1.58
2	4	2.15	1.86		
3	4	3.14	1.27		
4	4	2.43	1.65		
5	4	2.37	1.69		

**CALCULO HIDRAULICO PARA EL DISEÑO DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
(Circuito Cerrado)**

1) Calculo de Población Futura:

Usamos el Método de crecimiento vegetativo: de las poblaciones (usado por el Ministerio de Salud) para proyectos de crecimientos en zonas rurales, cuya expresión matemática es:

$$Pf = Pa(1 + (r \times t)/1000)$$

$$Pf = 125 (1 + (15 \times 20)/1000)$$

$$Pf = 163 \text{ hab.}$$

Donde: Población actual: Pa= 125 hab
 Tasa de crecimiento: r= 15.00
 Número de años para el futuro: t= 20 años

2) Determinación del Qmh (Caudal Máximo Horario):

Primeramente determinamos el Qm:

$$Q_m = \frac{Pf \times Dot}{86400}$$

$$Q_m = \frac{163 \times 50}{86400}$$

Donde: Población futura: Pf= 163 hab
 Dotación: Dot= 50 lt/hab/día

Consumo Medio: Qm= 0.09 lt/s

Hallamos el Qmh:

$$Qmh = k_2 \times Qm$$

$$Qmh = 2.0 \times 0.09$$

Coefficiente según reglamento: K2= 2

Consumo Máximo Horario: Qmh= 0.19 lt/s

Hallamos el Qmd:

$$Qmd = k_1 \times Qm$$

$$Qmd = 1.3 \times 0.19$$

Coefficiente según reglamento: K1= 1.3

Consumo Máximo Diario: Qmd= 0.12 lt/s

Asumimos para el Diseño Qmd= 0.5 lt/s

NOTA: Qmin (0.70) ES MAYOR Qmd (0.12) " SI ABASTECE A TODO EL ANEXO"

DISEÑO DE CAPTACION - 01

Gasto Máximo de la Fuente: Qmax= 1.58 l/s
 Gasto Mínimo de la Fuente: Qmin= 0.70 l/s
 Gasto Máximo Diario: Qmd= 0.50 l/s

1) Determinación del ancho de la pantalla:

Sabemos que:

$$Q_{max} = v_2 \times Cd \times A$$

Despejando:

$$A = \frac{Q_{max}}{v_2 \times Cd}$$

$$A = \frac{1.58}{2.24 \times 0.80}$$

$$A = 0.88$$

Donde:

Gasto máximo de la fuente: Qmax= 1.58 l/s

Coefficiente de descarga: Cd= 0.80 (valores entre 0.6 a 0.8)

Aceleración de la gravedad: g= 9.81 m/s²

Carga sobre el centro del orificio: H= 0.40 m (valor entre 0.40m. a 0.50m)

Velocidad de paso teórica: $v_{2t} = Cd \times \sqrt{2gH}$

v_{2t}= 2.24 m/s (en la entrada a la tubería)

Velocidad de paso asumida: v₂= 0.60 m/s (el valor máximo es 0.60m/s, en la entrada a la tubería)

Area requerida para descarga: A= 0.00329 m²

Ademas sabemos que:

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

Diametro de tubería de ingreso: Dc= 0.064739 m

Dc= 2.548762 pulg

Asumimos un diametro comercial:

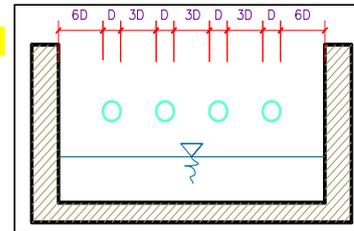
Da= 2.0 pulg (se recomiendan diámetros < ó = 2")

Determinamos el número de orificios en la pantalla:

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

$$Norif = \left(\frac{Dc}{Da}\right)^2 + 1$$

Numero de orificios: **Norif= 3 orificios**



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:

$$b = 2(6D) + Norif \times D + 3D(Norif - 1)$$

$$b = 2(6 \times 0.051) + 3 \times 0.051 + 3 \times 0.051 (3-1)$$

Ancho de la pantalla: b= 1.10 m

2) Calculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:

Sabemos que:

$$H_f = H - h_o$$

$$H_f = 0.4 - 0.029$$

Donde: Carga sobre el centro del orificio: $H = 0.40$ m

Además:
$$h_o = 1.56 \frac{v_2^2}{2g}$$

$$h_o = \frac{1.56 (2.24)^2}{2 \cdot 9.81}$$

Pérdida de carga en el orificio: $h_o = 0.028624$ m

$$H_f = H - h_o$$

$$H_f = 0.4 - 0.0286$$

$H_f = 0.3714$ m

Hallamos: **Pérdida de carga afloramiento - reservorio: $H_f = 0.37$ m**

Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

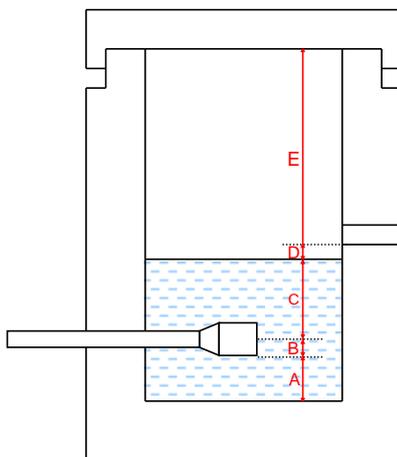
$$L = \frac{H_f}{0.30}$$

$$L = \frac{0.37}{0.30}$$

Distancia afloramiento - captación: $L = 1.238$ m

3) Altura de la cámara húmeda:

Determinamos la altura de la cámara húmeda mediante la siguiente ecuación:



Donde:

A: Se considera una altura mínima de 10cm que permite la sedimentación

$$A = 10.0 \text{ cm}$$

B: Se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.

$$B = \frac{2}{2} \cdot 2.53$$
$$B = 2.5 \text{ cm}$$

D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínima 3cm).

$$D = 3.0 \text{ cm}$$

E: Borde Libre (se recomienda de 10 a 30cm).

$$E = 30.0 \text{ cm}$$

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 30cm).

$$C = 1.56 \frac{V^2}{2g} = 1.56 \frac{Qmd^2}{2gA^2}$$

Donde: Caudal máximo diario: Qmd= 0.0005 m3/s
 Area de la tubería de salida: A= 0.0020 m2

$$C = ((0.0002^2)/(2*9.81*0.001*0.001))*1.56$$

Por tanto: **Altura calculada: C= 0.004839 m**

Resumen de Datos:

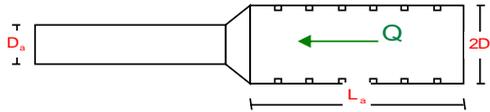
A= 10.0 cm
 B= 2.5 cm
 C= 30.0 cm
 D= 3.0 cm
 E= 30.0 cm

Hallamos la altura total: **Ht= A+B+C+D+E**

$$Ht = (10 + 2.5 + 30 + 3 + 30)/100$$

Altura Asumida: **Ht= 0.80 m**

4) Dimensionamiento de la Canastilla:



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

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

$$D_{canastilla} = 2 \times 2.0$$

$$\mathbf{D_{canastilla} = 4 \text{ pulg}}$$

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

$$L = 3 \times 2.0 = 6 \text{ pulg} = 6 \times 2.54 = 15.24 \text{ cm}$$

$$L = 6 \times 2.0 = 12 \text{ pulg} = 12 \times 2.54 = 30.48 \text{ cm}$$

$$\mathbf{L = 15.0 \text{ cm}}$$

Siendo las medidas de las ranuras: ancho de la ranura= 5 mm (medida recomendada)
 largo de la ranura= 7 mm (medida recomendada)

Siendo el área de la ranura: Ar= 35 mm2
 Ar= 35 / 1000000

$$\mathbf{Ar = 0.0000350 \text{ m}^2}$$

Debemos determinar el área total de las ranuras:

Siendo: Área sección tubería de salida:

$$A_o = (2 \cdot 2.54)^2 / 4 / 10000$$

$$A_s = 0.0020268 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{TOTAL}} = 2A_s$$

$$A_{\text{total}} = 2 \times 0.0011401$$

$$A_{\text{TOTAL}} = 0.0040537 \text{ m}^2$$

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

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

Donde: Diámetro de la granada: $D_g = 4 \text{ pulg} = 10.16 \text{ cm}$
 $L = 15.0 \text{ cm}$

$$A_g = 0.0239389 \text{ m}^2$$

Por consiguiente: $A_{\text{TOTAL}} < A_g$ **OK!**

Determinar el número de ranuras:

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

$$N^{\circ} \text{ranuras} = 2 \text{ ranuras}$$

5) Cálculo de Rebose y Limpia:

La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calculan mediante la siguiente ecuación:

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

Donde: Gasto máximo de la fuente: $Q_{\text{max}} = 1.58 \text{ l/s}$
Pérdida de carga unitaria en m/m: $h_f = 0.015 \text{ m/m}$ (valor recomendado)

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

$$D_r = \frac{0.71 \times 0.28^{0.38}}{0.015^{0.21}}$$

$$\text{Diámetro de la tubería de rebose: } D_r = 2.040652 \text{ pulg}$$

$$\text{Asumimos un diámetro comercial: } D_r = 2 \text{ pulg}$$

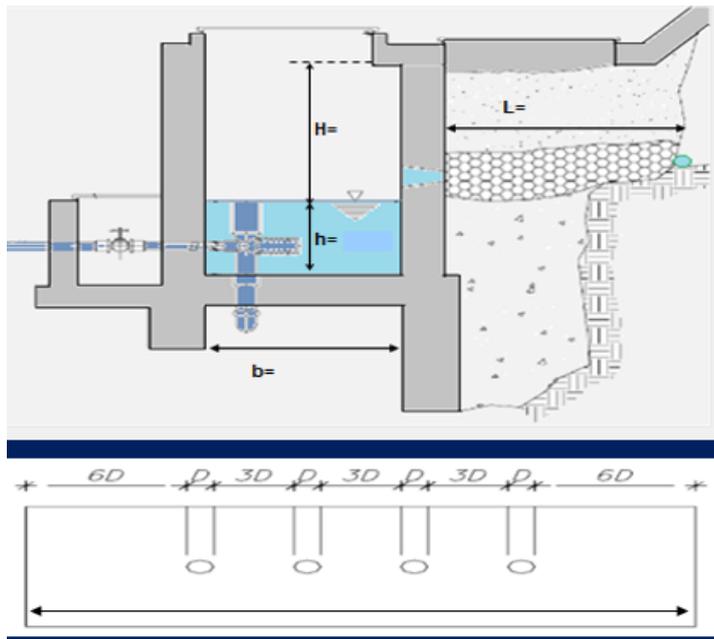
Tubería de Limpieza

Donde: Gasto máximo de la fuente: $Q_{max} = 1.58 \text{ l/s}$
Perdida de carga unitaria en m/m: $hf = 0.015 \text{ m/m}$ (valor recomendado)

Diámetro de la tubería de limpia: $D_L = 2.040652 \text{ pulg}$

Asumimos un diámetro comercial: $D_L = 2 \text{ pulg}$

Resumen de cálculos de manantial de ladera



$L = 1.23792 \text{ m}$
 $H = 0.33 \text{ m}$
 $h = 0.425 \text{ m}$
 $H + h \text{ (asume)} = 0.80 \text{ m}$
 $b = 1.10 \text{ m}$
 $D = 2.0 \text{ pulg}$
 $\# \text{ orificios} = 3$
 $D_{\text{canastilla}} = 4 \text{ pulg}$

DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION	
DATOS DE CÁLCULO	
CAUDAL MÁXIMO DIARIO: 50 l/seg	Entonces será de: 150
COEFICIENTE C: (RNE) tubería: Poli(cloruro de vinilo) PVC	

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

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA HORIZONTAL	NIVEL DINAMICO - COTA -	LONG. DE TUBERIA	PENDIENTE	CAUDAL	DIAMETRO CALCULADO	DIAMETRO ASUMIDO	VELOCIDAD CALCULADA	VELOCIDAD REAL	PERDIDA DE CARGA UNITARIA	H_f ACUMULADA	ALTURA PIESOMETR. - COTA -	PRESION
	(Km + m)	(m.s.n.m.)	(m)	(m/m)	(m ³ /Seg.)	(mm)	(mm)	→ (m/Seg.)	→ (m/Seg.)	(m/Km)	→ (m)	(m.s.n.m.)	(m) ↑
	00 Km + 000.00 m	2,418.64	0.00		0.001							2,418.640	0.000
CAPTACIÓN - RESERVORIO	00 Km + 437.16 m	2,266.75	437.16	0.347	0.001	16.703	25.4	2.282 m/Seg.	0.987 m/Seg.	19.723	19.723	2,398.917	132.167

RESERVORIO

DATOS PARA EL CALCULO DEL RESERVORIO

Población futura	163	Habitantes
Dotación	50	Lt/hab/día
Qmd	0.50	Lt/seg.

Calculo del reservorio

Formula	Reemplazando datos	Resultados	Unidades
$V_{reg} = 25\% \left(\frac{pf * Dot}{1000} \right) * 1dia$	$V_{reg} = 0.25 \left(\frac{163 * 50}{1000} \right) * 1$	2.0	m3
según el reglamento se considera el 25% para poblaciones rurales			
$V_r = 7\% * Qmd$	$V_r = 0.07 \left(\frac{0.50}{1000} \right) * 86400$	3.0	m3
según sedapal se considera el 7 %			
SEGÚN MINSA NO SE CONSIDERA EL Vi EN POBLACIONES RURALES			
$VR = V_{reg} + V_r + V_i$	$V_r = 2 + 3 + 0$	5	m3
Se considera		5.0	
$TII = \left(\frac{V_r}{Qmd} \right)$	$TII = \left(\frac{3.0 * 1000}{0.50} \right)$	6048.0	seg
se convierte a horas		2	horas
se considera		3	horas

donde:

Qmad=Caudal maxima diario
Vreg Volumen de regulación
Vr Volumen de reserva
Vi Volumen contra incendios
VR Volumen del reservorio
TII Tiempo de llenado

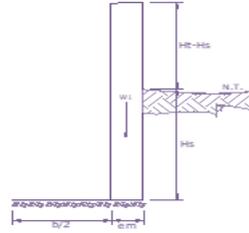
Dimensionamiento del reservorio

asumimos un H de		1.25	m
Formula	despejando formula		
$VR = A * H$	\longrightarrow	$A = \frac{VR}{H}$	
Formula	Reemplazando datos	Resultados	Unidades
$A = \frac{VR}{H}$	$A = \frac{5}{1.25}$	4	m2
<p>Donde: VR= Volumen de Reservorio 5 m3 A= Área rectangular del reservorio H= Altura de agua 1.25m</p>			

MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL - CAPTACION MANANTIAL DE LADERA - CAMARA HUMEDA

Datos:

$H_c = 1.20$ m.	altura de la caja para camara humeda
$H_s = 1.10$ m.	altura del suelo
$b = 1.50$ m.	ancho de pantalla
$e_m = 0.20$ m.	espesor de muro
$g_s = 1700$ kg/m ³	peso especifico del suelo
$f = 20^\circ$	angulo de rozamiento interno del suelo
$m = 0.42$	coeficiente de fricci3n
$g_c = 2400$ kg/m ³	peso especifico del concreto
$s_t = 0.60$ kg/cm ²	capacidad de carga del suelo



Empuje del suelo sobre el muro (P):

coeficiente de empuje

$$C_{ah} = 0.49$$

$$C_{ah} = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

$$P = 504.26 \text{ kg}$$

Momento de vuelco (Mo):

$$P = \frac{C_{ah} \cdot \gamma_s \cdot (H_s + e_b)^2}{2}$$

Donde: $Y = \left(\frac{H_s}{3}\right)$

$Y = 0.37$ m.

$$M_o = 184.90 \text{ kg-m}$$

Momento de estabilizaci3n (Mr) y el peso W:

$$M_o = P \cdot Y$$

Donde:
W= peso de la estructura
X= distancia al centro de gravedad

$$M_r = W \cdot X$$

$$W_1 = 576.00 \text{ kg}$$

$$W_1 = e_m \cdot H_t \cdot \gamma_c$$

$$X_1 = 0.85 \text{ m.}$$

$$X_1 = \left(\frac{b}{2} + \frac{e_m}{2}\right)$$

$$M_{r1} = 489.60 \text{ kg-m}$$

$$M_{r1} = W_1 \cdot X_1$$

$$M_r = 489.60 \text{ kg-m}$$

Para verificar si el momento resultante pasa por el tercio central se aplica la siguiente f3rmula:

$$M_r = M_{r1}$$

$$M_r = 489.60 \text{ kg-m} \quad M_o = 184.90 \text{ kg-m}$$

$$W = 576.00 \text{ kg}$$

$$a = \frac{M_r + M_o}{W}$$

$$a = 0.53 \text{ m.}$$

Chequeo por volteo:

donde deberá ser mayor de 1.6

$$C_{dv} = 2.64796$$

Cumple !

$$C_{dv} = \frac{M_r}{M_o}$$

Chequeo por deslizamiento:

$$F = 241.9$$

$$F = \mu \cdot W$$

$$C_{dd} = 0.242$$

$$C_{dd} = \frac{F}{P}$$

$$C_{dd} = 0.48$$

Cumple !

Chequeo para la max. carga unitaria:

$$L = 0.95 \text{ m.}$$

$$L = \frac{b}{2} + e_m$$

$$P_1 = (4L - 6a) \frac{W}{L^2}$$

$$P_1 = 0.04 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_2 = (6a - 2L) \frac{W}{L^2}$$

$$P_2 = 0.08 \text{ kg/cm}^2$$

el mayor valor que resulte de los P1 debe ser menor o igual a la capacidad de carga del terreno

$$0.08 \text{ kg/cm}^2 \leq 0.60 \text{ kg/cm}^2$$

Cumple !

$$P \leq \sigma_t$$

**MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL - CAPTACION
MANANTIAL DE LADERA - CAMARA HUMEDA**

1.0.- ACERO HORIZONTAL EN MUROS

Datos de Entrada

Altura	Hp	1.20 (m)
P.E. Suelo	(W)	1.70 Ton/m3
Fc		280.00 (Kg/cm2)
Fy		4,200.00 (Kg/cm2)
Capacidad terr.	Qt	0.60 (Kg/cm2)
Ang. de fricción	Ø	20.00 grados
S/C		300.00 Kg/m2
Luz libre	LL	1.50 m

$$P_t = K_a * w * H_p$$

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2)$$

Hp= 1.20 m

Entonces Ka= 0.490

Calculamos Pu para (7/8)H de la base

H= Pt= (7/8)*H*Ka*W 0.87 Ton/m2 Empuje del terreno

E= 75.00 %Pt 0.66 Ton/m2 Sismo

Pu= 1.0*E + 1.6*H 2.05 Ton/m2

Calculo de los Momentos

Asumimos espesor de muro	E=	20.00	cm
	d=	14.37	cm

$$M (+) = \frac{P_t * L^2}{16}$$

$$M (-) = \frac{P_t * L^2}{12}$$

M(+)= 0.29 Ton-m

M(-)= 0.39 Ton-m

Calculo del Acero de Refuerzo As

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - a/2)}$$

$$a = \frac{A_s * F_y}{0.85 f'_c b}$$

Mu=	0.39	Ton-m
b=	100.00	cm
Fc=	280.00	Kg/cm2
Fy=	4,200.00	Kg/cm2
d=	14.37	cm

Calculo del Acero de Refuerzo

Acero Minimo

$$A_{smin} = 0.0018 * b * d$$

Asmin= 2.59 cm2

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	1.44	0.75
2 iter	0.13	0.71
3 iter	0.13	0.71
4 iter	0.13	0.71
5 iter	0.13	0.71
6 iter	0.13	0.71
7 iter	0.13	0.71
8 iter	0.13	0.71

As(cm2)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
2.59	4.00	3.00	2.00	1.00	1.00

USAR Ø3/8" @0.25 m en ambas caras

2.0.- ACERO VERTICAL EN MUROS TIPO M4

Altura	Hp	1.20	(m)
P.E. Suelo	(W)	1.70	Ton/m3
Fc		280.00	(Kg/cm2)
Fy		4,200.00	(Kg/cm2)
Capacidad terr.	Qt	0.60	(Kg/cm2)
Ang. de fricción	Ø	20.00	grados
S/C		300.00	Kg/m2
Luz libre	LL	1.50	m

$$M(-) = =1.70 \cdot 0.03 \cdot (K_a \cdot w) \cdot H_p \cdot H_p \cdot (LL) \quad M(-) = 0.09 \quad \text{Ton-m}$$

$$M(+) = =M(-)/4 \quad M(+) = 0.02 \quad \text{Ton-m}$$

Incluyendo carga de sismo igual al 75.0% de la carga de empuje del terreno

$$M(-) = 0.16 \quad \text{Ton-m}$$

$$M(+) = 0.04 \quad \text{Ton-m}$$

Mu=	0.16	Ton-m
b=	100.00	cm
Fc=	210.00	Kg/cm2
Fy=	4,200.00	Kg/cm2
d=	14.37	cm

Calculo del Acero de Refuerzo

Acero Minimo

$$A_{smin} = 0.0018 \cdot b \cdot d$$

$$Asmin = 2.59 \quad \text{cm}^2$$

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	1.44	0.31
2 iter	0.07	0.30
3 iter	0.07	0.30
4 iter	0.07	0.30
5 iter	0.07	0.30

As(cm2)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
2.59	4.00	3.00	2.00	1.00	1.00

USAR Ø3/8" @0.25m en ambas caras

3.0.- DISEÑO DE LOSA DE FONDO

Altura	H	0.15	(m)
Ancho	A	1.80	(m)
Largo	L	1.80	(m)
P.E. Concreto	(Wc)	2.40	Ton/m ³
P.E. Agua	(Ww)	1.00	Ton/m ³
Altura de agua	Ha	0.50	(m)
Capacidad terr.	Qt	0.60	(Kg/cm ²)

Peso Estructura

Losa 1.1664

Muros 1.144

Peso Agua 0.605 Ton

Pt (peso total) 2.9154 Ton

Area de Losa 3.24 m²

Reaccion neta del terreno =1.2*Pt/Area 1.08 Ton/m²

Qneto= 0.11 Kg/cm²

Qt= 0.60 Kg/cm²

Qneto < Qt **CONFORME**

Altura de la losa H= 0.15 m As min= 2.574 cm²

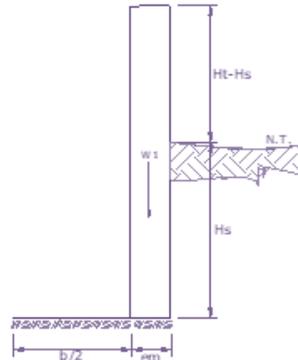
As(cm ²)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
2.57	4.00	3.00	2.00	1.00	1.00

USAR Ø3/8" @0.25ambos sentidos

MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL - CAPTACION MANANTIAL DE LADERA - CAMARA SECA

Datos:

$H_r = 0.70$ m.	altura de la caja para camara seca
$H_s = 0.50$ m.	altura del suelo
$b = 0.80$ m.	ancho de pantalla
$e_m = 0.10$ m.	espesor de muro
$\gamma_s = 1710$ kg/m ³	peso especifico del suelo
$f = 20^\circ$	angulo de rozamiento interno del suelo
$m = 0.42$	coeficiente de fricción
$\gamma_c = 2400$ kg/m ³	peso especifico del concreto
$s_f = 0.60$ kg/cm ²	capacidad de carga del suelo



Empuje del suelo sobre el muro (P):

coeficiente de empuje

$$C_{ah} = 0.49$$

$$C_{ah} = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

$$P = 104.80 \text{ kg}$$

Momento de vuelco (M_o):

$$P = \frac{C_{ah} \cdot \gamma_s \cdot (H_s + e_b)^2}{2}$$

Donde: $\gamma = \left(\frac{H_s}{3}\right)$
 $\gamma = 0.17$ m.

$$M_o = 17.47 \text{ kg-m}$$

Momento de estabilización (M_r) y el peso W:

$$M_o = P \cdot Y$$

Donde:
W= peso de la estructura
X= distancia al centro de gravedad

$$M_r = W \cdot X$$

$$W_1 = 168.00 \text{ kg}$$

$$W_1 = e_m \cdot H_t \cdot \gamma_c$$

$$X_1 = 0.45 \text{ m.}$$

$$X_1 = \left(\frac{b}{2} + \frac{e_m}{2}\right)$$

$$M_{r1} = 75.60 \text{ kg-m}$$

$$M_{r1} = W_1 \cdot X_1$$

$$M_r = 75.60 \text{ kg-m}$$

Para verificar si el momento resultante pasa por el tercio central se aplica la siguiente fórmula:

$$M_r = M_{r1}$$

$$a = \frac{M_r + M_o}{W}$$

$M_r = 75.60$ kg-m $M_o = 17.47$ kg-m
 $W = 168.00$ kg

$$a = 0.35 \text{ m.}$$

Chequeo por volteo:

donde deberá ser mayor de 1.6

$$C_{dv} = 4.32826$$

Cumple !

$$C_{dv} = \frac{M_r}{M_o}$$

Chequeo por deslizamiento:

$$F = 70.56$$

$$F = \mu \cdot W$$

$$C_{dd} = 0.071$$

$$C_{dd} = \frac{F}{P}$$

$$C_{dd} = 0.67$$

Cumple !

Chequeo para la max. carga unitaria:

$$L = 0.50 \text{ m.}$$

$$L = \frac{b}{2} + em$$

$$P_1 = (4L - 6a) \frac{W}{L^2}$$

$$P_1 = -0.01 \text{ kg/cm}^2$$

el mayor valor que resulte de los P1 debe ser menor o igual a la capacidad de carga del terreno

$$P_1 = (6a - 2L) \frac{W}{L^2}$$

$$P_1 = 0.07 \text{ kg/cm}^2$$

$$0.07 \text{ kg/cm}^2 \leq 0.60 \text{ kg/cm}^2$$

Cumple !

$$P \leq \sigma_t$$

**MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL - CAPTACION
MANANTIAL DE LADERA - CAMARA SECA**

1.0.- **ACERO HORIZONTAL EN MUROS**
Datos de Entrada

Altura	Hp	0.70	(m)
P.E. Suelo	(W)	1.71	Ton/m3
Fc		210.00	(Kg/cm2)
Fy		4,200.00	(Kg/cm2)
Capacidad terr.	Qt	0.60	(Kg/cm2)
Ang. de fricción	Ø	20.00	grados
S/C		300.00	Kg/m2
Luz libre	LL	0.80	m

$$P_t = K_a * w * H_p$$

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2)$$

Hp= 0.70 m

Entonces Ka= 0.490

Calculamos Pu para (7/8)H de la base

H=	Pt=	(7/8)*H*Ka*W	0.51	Ton/m2	Empuje del terreno
E=	75.00 %Pt		0.38	Ton/m2	Sismo
Pu=	1.0*E + 1.6*H	1.21	Ton/m2		

Calculo de los Momentos

Asumimos espesor de muro	E=	10.00	cm
	d=	4.37	cm

$$M (+) = \frac{P_t * L^2}{16}$$

$$M (-) = \frac{P_t * L^2}{12}$$

M(+)= 0.05 Ton-m
M(-)= 0.06 Ton-m

Calculo del Acero de Refuerzo As

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - a/2)}$$

$$a = \frac{A_s * F_y}{0.85 f'_c b}$$

Mu= 0.06 Ton-m
b= 100.00 cm
Fc= 280.00 Kg/cm2
Fy= 4,200.00 Kg/cm2
d= 4.37 cm

Calculo del Acero de Refuerzo

Acero Minimo

$$A_{smin} = 0.0018 * b * d$$

Asmin= 0.79 cm2

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	0.44	0.41
2 lter	0.07	0.39
3 lter	0.07	0.39
4 lter	0.07	0.39
5 lter	0.07	0.39
6 lter	0.07	0.39
7 lter	0.07	0.39
8 lter	0.07	0.39

As(cm2)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
0.79	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00

USAR Ø3/8" @0.25 m en ambas caras

2.0.- ACERO VERTICAL EN MUROS TIPO M4

Altura	Hp	0.70	(m)
P.E. Suelo	(W)	1.71	Ton/m3
F'c		210.00	(Kg/cm2)
Fy		4,200.00	(Kg/cm2)
Capacidad terr.	Qt	0.60	(Kg/cm2)
Ang. de fricción	Ø	20.00	grados
S/C		300.00	Kg/m2
Luz libre	LL	0.80	m

$$M(-) = 1.70 \cdot 0.03 \cdot (K_a \cdot w) \cdot H_p \cdot H_p \cdot (LL) \quad M(-) = 0.02 \quad \text{Ton-m}$$

$$M(+) = M(-)/4 \quad M(+) = 0.00 \quad \text{Ton-m}$$

Incluyendo carga de sismo igual al 75.0% de la carga de empuje del terreno

$$M(-) = 0.03 \quad \text{Ton-m}$$

$$M(+) = 0.01 \quad \text{Ton-m}$$

Mu=	0.03	Ton-m
b=	100.00	cm
F'c=	210.00	Kg/cm2
Fy=	4,200.00	Kg/cm2
d=	4.37	cm

Calculo del Acero de Refuerzo

Acero Minimo

$$A_{smin} = 0.0018 \cdot b \cdot d$$

$$Asmin = 0.79 \quad \text{cm}^2$$

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	0.44	0.19
2 lter	0.04	0.18
3 lter	0.04	0.18
4 lter	0.04	0.18
5 lter	0.04	0.18

As(cm2)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
0.79	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00

USAR Ø3/8" @0.25m en ambas caras

3.0.-

DISEÑO DE LOSA DE FONDO

Altura	H	0.15	(m)
Ancho	A	1.00	(m)
Largo	L	1.00	(m)
P.E. Concreto	(Wc)	2.40	Ton/m3
P.E. Agua	(Ww)	1.00	Ton/m3
Altura de agua	Ha	0.00	(m)
Capacidad terr.	Qt	0.60	(Kg/cm2)
Peso Estructura			
	Losa	0.36	
	Muros	0.168	
Peso Agua	0		Ton

Pt (peso total)	0.528		Ton
Area de Losa	6.3		m2
Reaccion neta del terreno	=1.2*Pt/Area	0.10	Ton/m2
		Qneto=	0.01 Kg/cm2
		Qt=	0.60 Kg/cm2
	Qneto < Qt	CONFORME	

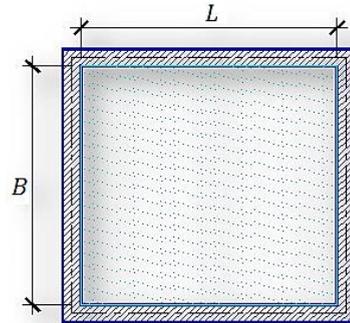
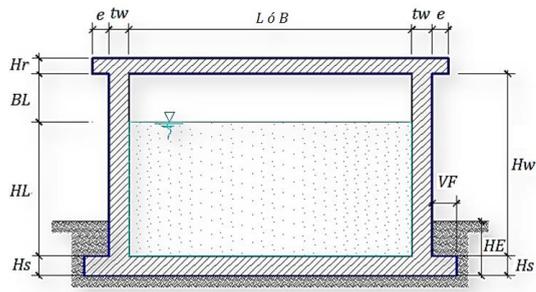
Altura de la losa H= 0.15 m As min= 2.574 cm2

As(cm2)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
2.57	4.00	3.00	2.00	1.00	1.00

USAR Ø3/8" @0.25ambos sentidos

ANÁLISIS Y DISEÑO DE RESERVORIO RECTANGULAR

DATOS DE DISEÑO	
Capacidad Requerida	5.00 m ³
Longitud	2.00 m
Ancho	2.00 m
Altura del Líquido (HL)	1.25 m
Borde Libre (BL)	0.30 m
Altura Total del Reservorio (HW)	1.55 m
Volumen de líquido Total	5.00 m ³
Espesor de Muro (tw)	0.15 m
Espesor de Losa Techo (Hr)	0.15 m
Alero de la losa de techo (e)	0.10 m
Sobrecarga en la tapa	100 kg/m ²
Espesor de la losa de fondo (Hs)	0.15 m
Espesor de la zapata	0.35 m
Alero de la Cimentación (VF)	0.20 m
Tipo de Conexión Pared-Base	Flexible
Largo del clorador	1.05 m
Ancho del clorador	0.80 m
Espesor de losa de clorador	0.10 m
Altura de muro de clorador	1.22 m
Espesor de muro de clorador	0.10 m
Peso de Bidon de agua	60.00 kg
Peso de clorador	979 kg
Peso de clorador por m ² de techo	156.63 kg/m ²
Peso Propio del suelo (gm):	1.50 ton/m ³
Profundidad de cimentación (HE):	0.00 m
Angulo de fricción interna (Ø):	30.00 °
Presión admisible de terreno (st):	0.60 kg/cm ²
Resistencia del Concreto (f'c)	210 kg/cm ²
Ec del concreto	218,820 kg/cm ²
Fy del Acero	4,200 kg/cm ²
Peso específico del concreto	2,400 kg/m ³
Peso específico del líquido	1,000 kg/m ³
Aceleración de la Gravedad (g)	9.81 m/s ²
Peso del muro	4,798.80 kg
Peso de la losa de techo	2,250.00 kg
Recubrimiento Muro	0.05 m
Recubrimiento Losa de techo	0.03 m
Recubrimiento Losa de fondo	0.05 m
Recubrimiento en Zapata de muro	0.10 m



1.- PARÁMETROS SÍSMICOS: (Reglamento Peruano E.030)

$$Z = 0.25$$

$$U = 1.50$$

$$S = 1.20$$

2.- ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO: (ACI 350.3-06)

2.1.- Coeficiente de masa efectiva (ε):

$$\epsilon = \left[0.0151 \left(\frac{L}{H_L} \right)^2 - 0.1908 \left(\frac{L}{H_L} \right) + 1.021 \right] \leq 1.0$$

Ecua. 9.34 (ACI 350.3-06)

$$\epsilon = 0.75$$

2.2.- Masa equivalente de la aceleración del líquido:

Peso equivalente total del líquido almacenado (WL)= 5,000 kg

$$\frac{W_L}{W_L} = \frac{\tan \left[0.866 \left(\frac{L}{H_L} \right) \right]}{0.866 \left(\frac{L}{H_L} \right)} \quad \text{Ecua. 9.1 (ACI 350.3-06)}$$

$$\frac{W_c}{W_L} = 0.264 \left(\frac{L}{H_L} \right) \tan \left[3.16 \left(\frac{H_L}{L} \right) \right] \quad \text{Ecua. 9.2 (ACI 350.3-06)}$$

Peso del líquido (WL)=	5,000 kg
Peso de la pared del reservorio (Ww1)=	4,799 kg
Peso de la losa de techo (Wtr)=	2,250 kg
Peso Equivalente de la Componente Impulsiva (Wi)=	3,183 kg
Peso Equivalente de la Componente Convectiva (Wc)=	2,032 kg
Peso efectivo del depósito (We = ε * Ww + Wtr)=	5,849 kg

Ecua. 9.34 (ACI 350.3-06)

2.3.- Propiedades dinámicas:

Frecuencia de vibración natural componente Impulsiva (ω_i):	649.18 rad/s
Masa del muro (m_w):	57 kg.s ² /m ²
Masa impulsiva del líquido (m_i):	81 kg.s ² /m ²
Masa total por unidad de ancho (m):	138 kg.s ² /m ²
Rigidez de la estructura (k):	34,190,590 kg/m ²
Altura sobre la base del muro al C.G. del muro (h_w):	0.78 m
Altura al C.G. de la componente impulsiva (h_i):	0.47 m
Altura al C.G. de la componente impulsiva IBP ($h'i$):	0.83 m
Altura resultante (h):	0.60 m
Altura al C.G. de la componente compulsiva (h_c):	0.77 m
Altura al C.G. de la componente compulsiva IBP ($h'c$):	0.95 m
Frecuencia de vibración natural componente convectiva (ω_c):	3.86 rad/s
Periodo natural de vibración correspondiente a T_i :	0.01 seg
Periodo natural de vibración correspondiente a T_c :	1.63 seg

$$\omega_i = \sqrt{k/m}$$

$$m = m_w + m_i$$

$$m_w = H_w t_w (\gamma_c / g)$$

$$m_i = \left(\frac{W_i}{W_L}\right) \left(\frac{L}{2}\right) H_L \left(\frac{\gamma_L}{g}\right)$$

$$h = \frac{(h_w m_w + h_i m_i)}{(m_w + m_i)}$$

$$h_w = 0.5 H_w$$

$$k = \frac{4E_c}{4} \left(\frac{t_w}{h}\right)^3$$

$$\frac{L}{H_L} < 1.333 \rightarrow \frac{h_i}{H_L} = 0.5 - 0.09375 \left(\frac{L}{H_L}\right)$$

$$\frac{L}{H_L} \geq 1.333 \rightarrow \frac{h_i}{H_L} = 0.375$$

$$\frac{L}{H_L} < 0.75 \rightarrow \frac{h'i}{H_L} = 0.45$$

$$\frac{L}{H_L} \geq 0.75 \rightarrow \frac{h'i}{H_L} = \frac{0.866 \left(\frac{L}{H_L}\right)}{2 \tanh \left[0.866 \left(\frac{L}{H_L}\right)\right]} - 1/8$$

$$\frac{h_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh[3.16(H_L/L)] - 1}{3.16(H_L/L) \sinh[3.16(H_L/L)]}$$

$$\frac{h'c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh[3.16(H_L/L)] - 2.01}{3.16(H_L/L) \sinh[3.16(H_L/L)]}$$

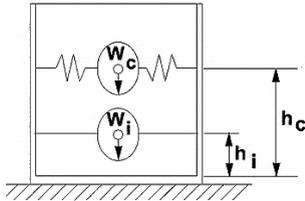
$$\lambda = \sqrt{3.16g \tanh[3.16(H_L/L)]}$$

$$\omega_c = \frac{\lambda}{\sqrt{L}}$$

$$T_i = \frac{2\pi}{\omega_i} = 2\pi \sqrt{m/k}$$

$$T_c = \frac{2\pi}{\omega_c} = \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right) \sqrt{L}$$

Factor de amplificación espectral componente impulsiva C_i : 2.29
 Factor de amplificación espectral componente convectiva C_c : 1.36



Altura del Centro de Gravedad del Muro de Reservorio $h_w = 0.78$ m
 Altura del Centro de Gravedad de la Losa de Cobertura $h_r = 1.63$ m
 Altura del Centro de Gravedad Componente Impulsiva $h_i = 0.47$ m
 Altura del Centro de Gravedad Componente Impulsiva IBP $h'i = 0.83$ m
 Altura del Centro de Gravedad Componente Convectiva $h_c = 0.77$ m
 Altura del Centro de Gravedad Componente Convectiva IBP $h'c = 0.95$ m

2.4.- Fuerzas laterales dinámicas:

$I = 1.50$
 $R_i = 2.00$
 $R_C = 1.00$
 $Z = 0.25$
 $S = 1.20$

Type of structure	R_i		R_c
	On or above grade	Buried	
Anchored, flexible-base tanks	3.25 [†]	3.25 [†]	1.0
Fixed or hinged-base tanks	2.0	3.0	1.0
Unanchored, contained, or uncontained tanks [‡]	1.5	2.0	1.0
Pedestal-mounted tanks	2.0	—	1.0

$P_w = 2,474.38$ kg Fuerza Inercial Lateral por Aceleración del Muro $P'_w = ZSIC_i \frac{\epsilon W_w}{R_{wi}} \quad P''_w = ZSIC_i \frac{\epsilon W'_w}{R_{wi}}$

$P_r = 1,160.16$ kg Fuerza Inercial Lateral por Aceleración de la Losa $P_r = ZSIC_i \frac{\epsilon W_r}{R_{wi}}$

$P_i = 1,641.47$ kg Fuerza Lateral Impulsiva $P_i = ZSIC_i \frac{\epsilon W_i}{R_{wi}}$

$P_c = 1,239.54$ kg Fuerza Lateral Convectiva $P_c = ZSIC_c \frac{\epsilon W_c}{R_{wc}}$

$V = 5,419.66$ kg Corte basal total $V = \sqrt{(P_i + P_w + P_r)^2 + P_c^2}$

2.5.- Aceleración Vertical:

La carga hidrostática q_{hy} a una altura y :
 La presión hidrodinámica reultante Ph_y :
 $C_v=1.0$ (para depósitos rectangulares)
 $b=2/3$

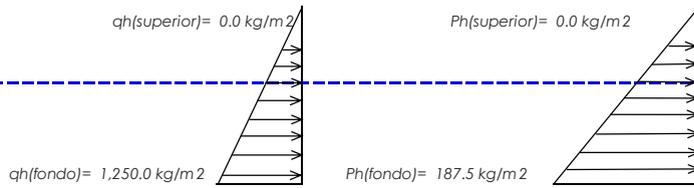
$$q_{hy} = \gamma_L(H_L - y)$$

$$p_{hy} = a_v \cdot q_{hy} \quad p_{hy} = ZSIC_v \frac{b}{R_{wi}} \cdot q_{hy}$$

Ajuste a la presión hidrostática debido a la aceleración vertical

Presion hidroestatica

Presion por efecto de sismo vertical



2.6.- Distribución Horizontal de Cargas:

Presión lateral por sismo vertical	$p_{hy} = ZSIC_v \frac{b}{R_{wi}} \cdot q_{hy}$	$p_{hy} = 187.5 \text{ kg/m}^2$	-150.00 y
Distribución de carga inercial por W_w	$P_{wy} = ZSI \frac{C_i}{R_{wi}} (\epsilon \gamma_c B t_w)$	$P_{wy} = 278.44 \text{ kg/m}$	
Distribución de carga impulsiva	$P_{iy} = \frac{P_i}{2H_L^2} (4H_L - 6H_i) - \frac{P_i}{2H_L^3} (6H_L - 12H_i)y$	$P_{iy} = 1145.1 \text{ kg/m}$	-781.60 y
Distribución de carga convectiva	$P_{cy} = \frac{P_c}{2H_L^2} (4H_L - 6H_c) - \frac{P_c}{2H_L^3} (6H_L - 12H_c)y$	$P_{cy} = 150.7 \text{ kg/m}$	552.14 y

2.7.- Presión Horizontal de Carga:

$y_{max} = 1.25 \text{ m}$		$P=Cz+D$	
$y_{min} = 0.00 \text{ m}$			
Presión lateral por sismo vertical	$p_{hy} = ZSIC_v \frac{b}{R_{wi}} \cdot q_{hy}$	$p_{hy} = 187.5 \text{ kg/m}^2$	-150.00 y
Presión de carga inercial por W_w	$p_{wy} = \frac{P_{wy}}{B}$	$p_{wy} = 139.2 \text{ kg/m}^2$	
Presión de carga impulsiva	$p_{iy} = \frac{P_{iy}}{B}$	$p_{iy} = 572.5 \text{ kg/m}^2$	-390.80 y
Presión de carga convectiva	$p_{cy} = \frac{P_{cy}}{B}$	$p_{cy} = 75.4 \text{ kg/m}^2$	276.07 y

2.8.- Momento Flexionante en la base del muro (Muro en voladizo):

$M_w = 1,930 \text{ kg.m}$	$M_w = P_w x h_w$	
$M_r = 1,885 \text{ kg.m}$	$M_r = P_r x h_r$	
$M_i = 771 \text{ kg.m}$	$M_i = P_i x h_i$	
$M_c = 954 \text{ kg.m}$	$M_c = P_c x h_c$	
$M_b = 4,685 \text{ kg.m}$	Momento de flexión en la base de toda la seccion	$M_b = \sqrt{(M_i + M_w + M_r)^2 + M_c^2}$

2.9.- Momento en la base del muro:

$M_w = 1,930 \text{ kg.m}$	$M_w = P_w x h_w$	
$M_r = 1,885 \text{ kg.m}$	$M_r = P_r x h_r$	
$M'_i = 1,355 \text{ kg.m}$	$M'_i = P_i x h'_i$	
$M'_c = 1,178 \text{ kg.m}$	$M'_c = P_c x h'_c$	
$M_o = 5,303 \text{ kg.m}$	Momento de volteo en la base del reservorio	$M_o = \sqrt{(M'_i + M_w + M_r)^2 + M'_c^2}$

Factor de Seguridad al Volteo (FSv):

$M_o = 5,303 \text{ kg.m}$			
$MB = 14,673 \text{ kg.m}$	2.80	Cumple	
$ML = 14,673 \text{ kg.m}$	2.80	Cumple	FS volteo mínimo = 1.5

2.9.- Combinaciones Últimas para Diseño

El Modelamiento se efectuó en el programa de análisis de estructuras **SAP2000(*)**, para lo cual se consideró las siguientes combinaciones de carga:

$$U = 1.4D+1.7L+1.7F$$

$$U = 1.25D+1.25L+1.25F+1.0E \quad E = \sqrt{(p_{iy} + p_{wy})^2 + p_{cy}^2 + p_{hy}^2}$$

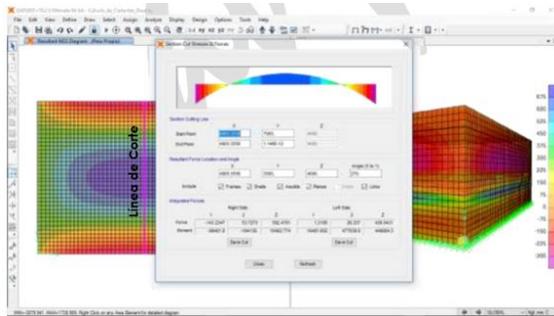
$$U = 0.9D+1.0E$$

Donde: D (Carga Muerta), L (Carga Viva), F (Empuje de Líquido) y E (Carga por Sismo).

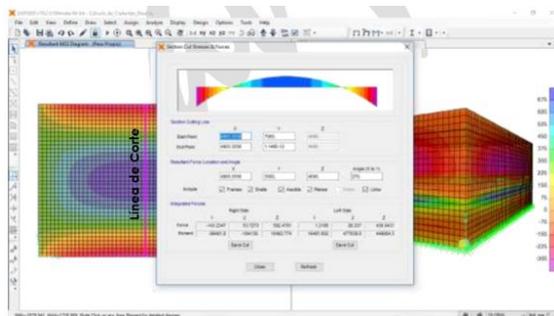
(*) para el modelamiento de la estructura puede utilizarse el software que el ingeniero estructural considere pertinente.

3.-Modelamiento y resultados mediante Programa SAP2000

Resultante del Diagrama de Momentos M22 – Max. (Envolvente) en la direccion X



Fuerzas Laterales actuantes por Presión del Agua.



4.-Diseño de la Estructura

El refuerzo de los elementos del reservorio en contacto con el agua se colocará en **dobles mallas**.

4.1.- Verificación y cálculo de refuerzo del muro

a. Acero de Refuerzo **Vertical** por Flexión:

Momento máximo último M22 (SAP) **460.00 kg.m**

As = 1.23 cm²

Asmin = 2.00 cm²

Usando

s = 0.57 m

Usando

s = 0.71 m

b. Control de agrietamiento

w = **0.033 cm** (Rajadura Máxima para control de agrietamiento)

$$s_{\text{máx}} = 26 \text{ cm} \quad s_{\text{máx}} = \left(\frac{107046}{f_s} - 2C_c \right) \frac{w}{0.041}$$

$$s_{\text{máx}} = 27 \text{ cm} \quad s_{\text{máx}} = 30.5 \left(\frac{2817}{f_s} \right) \frac{w}{0.041}$$

c. Verificación del Cortante Vertical

Fuerza Cortante Máxima (SAP) V23 **1,300.00 kg**

Resistencia del concreto a cortante 7.68 kg/cm²

Esfuerzo cortante último = V/(0.85bd) 1.53 kg/cm²

$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}$

Cumple

d. Verificación por contracción y temperatura

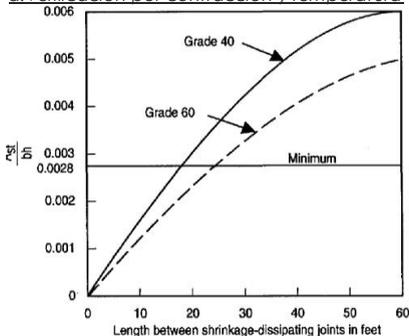


Figure 3—Minimum temperature and shrinkage reinforcement ratio (ACI 350)

Long. de muro entre juntas (m)
Long. de muro entre juntas (pies)
Cuantía de acero de temperatura
Cuantía mínima de temperatura
Área de acero por temperatura

	L	B
Long. de muro entre juntas (m)	2.30 m	2.30 m
Long. de muro entre juntas (pies)	7.55 pies	7.55 pies
Cuantía de acero de temperatura	0.003	0.003
Cuantía mínima de temperatura	0.003	0.003
Área de acero por temperatura	4.50 cm ²	4.50 cm ²

(ver figura)

(ver figura)

Usando

s = 0.32 m

e. Acero de Refuerzo Horizontal por Flexión:

Momento máximo último M11 (SAP) **210.00 kg.m**
 $A_s = 0.56 \text{ cm}^2$ Usando s = 1.27 m
 $A_{smin} = 1.50 \text{ cm}^2$ Usando s = 0.95 m

f. Acero de Refuerzo Horizontal por Tensión:

Tensión máximo último F11 (SAP) **1,350.00 kg** $A_s = N_u / 0.9f_y$
 $A_s = 0.36 \text{ cm}^2$ Usando s = 1.99 m

g. Verificación del Cortante Horizontal

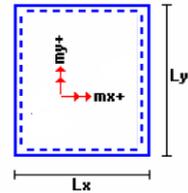
Fuerza Cortante Máxima (SAP) V13 **1,300.00 kg** $V_c = 0.53\sqrt{f'c}$
 Resistencia del concreto a cortante 7.68 kg/cm2
 Esfuerzo cortante último = $V/(0.85bd)$ 1.53 kg/cm2 Cumple

4.2 Cálculo de acero de refuerzo en losa de techo.

La losa de cobertura será una losa maciza armada en dos direcciones, para su diseño se utilizará el Método de Coeficientes.

$M_x = C_x W_u L_x^2$ Momento de flexión en la dirección x
 $M_y = C_y W_u L_y^2$ Momento de flexión en la dirección y

Para el caso del Reservorio, se considerara que la losa se encuentra apoyada al muro en todo su perímetro, por lo cual se considera una condición de CASO 1



Carga Viva Uniformemente Repartida	$W_L = 100 \text{ kg/m}^2$		
Carga Muerta Uniformemente Repartida	$W_D = 567 \text{ kg/m}^2$		
Luz Libre del tramo en la dirección corta	$L_x = 2.00 \text{ m}$		
Luz Libre del tramo en la dirección larga	$L_y = 2.00 \text{ m}$		
Relación $m=L_x/L_y$	1.00	Factor Amplificación	Muerta 1.4 Viva 1.7
Momento + por Carga Muerta Amplificada	$C_x = 0.036$ $C_y = 0.036$	$M_x = 114.2 \text{ kg.m}$ $M_y = 114.2 \text{ kg.m}$	
Momento + por Carga Viva Amplificada	$C_x = 0.036$ $C_y = 0.036$	$M_x = 24.5 \text{ kg.m}$ $M_y = 24.5 \text{ kg.m}$	

a. Cálculo del acero de refuerzo

Momento máximo positivo (+) **139 kg.m**
 Area de acero positivo (inferior) 0.29 cm2 Usando s = 2.41 m
 Area de acero por temperatura 4.50 cm2 Usando s = 0.16 m

b. Verificación del Cortante

Fuerza Cortante Máxima **963 kg** $V_c = 0.53\sqrt{f'c}$
 Resistencia del concreto a cortante 7.68 kg/cm2
 Esfuerzo cortante último = $V/(0.85bd)$ 1.13 kg/cm2 Cumple

4.3 Cálculo de Acero de Refuerzo en Losa de Fondo

a. Cálculo de la Reacción Amplificada del Suelo

Las Cargas que se transmitirán al suelo son:

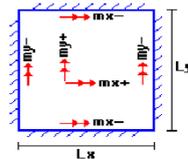
	Carga Muerta (Pd)	Carga Viva (P _L)	Carga Líquido (P _H)
Peso Muro de Reservorio	4,799 Kg	---	---
Peso de Losa de Techo + Piso	4,874 Kg	---	---
Peso del Clorador	979 Kg	---	---
Peso del líquido	---	---	5,000.00 kg
Sobrecarga de Techo	---	625 Kg	---
	10,652.16 kg	625.00 kg	5,000.00 kg

Capacidad Portante Neta del Suelo $q_{sn} = q_s - g_s h_t - g_c e_L - S/C$ 0.56 kg/cm2
 Presión de la estructura sobre terreno $q_T = (Pd+P_L)/(L*B)$ 0.22 kg/cm2 Correcto
 Reacción Amplificada del Suelo $q_{snu} = (1.4*Pd+1.7*P_L+1.7*Ph)/(L*B)$ 0.34 kg/cm2
 Area en contacto con terreno 7.29 m2

b. Cálculo del acero de refuerzo

El análisis se efectuará considerando la losa de fondo armada en dos sentidos, siguiendo el criterio que la losa mantiene una continuidad con los muros, se tienen momentos finales siguientes por el Método de los Coeficientes:

Luz Libre del tramo en la dirección corta	$L_x = 2.00 \text{ m}$	
Luz Libre del tramo en la dirección larga	$L_y = 2.00 \text{ m}$	
Momento + por Carga Muerta Amplificada	$C_x = 0.018$ $C_y = 0.018$	$M_x = 147.3 \text{ kg.m}$ $M_y = 147.3 \text{ kg.m}$



Momento + por Carga Viva Amplificada	Cx = 0.027	Mx = 141.7 kg.m
	Cy = 0.027	My = 141.7 kg.m
Momento - por Carga Total Amplificada	Cx = 0.045	Mx = 604.3 kg.m
	Cy = 0.045	My = 604.3 kg.m

Momento máximo positivo (+)	289 kg.m		Cantidad:		
Área de acero positivo (Superior)	0.77 cm ²	<u>Usando</u>	1	<input type="text" value="3/8"/>	s= 0.92 m
Momento máximo negativo (-)	604 kg.m				
Área de acero negativo (Inf. Zapata)	1.63 cm ²	<u>Usando</u>	1	<input type="text" value="1/2"/>	s= 0.78 m
Área de acero por temperatura	4.50 cm²	<u>Usando</u>	1	<input type="text" value="3/8"/>	s= 0.32 m

c. Verificación del Cortante

Fuerza Cortante Máxima	3,357 kg	$V_c = 0.53\sqrt{f'c}$
Resistencia del concreto a cortante	7.68 kg/cm ²	
Esfuerzo cortante último = $V/(0.85bd)$	1.58 kg/cm ²	Cumple

RESUMEN

		<u>Teórico</u>	<u>Asumido</u>
Acero de Refuerzo en Pantalla Vertical.	Ø 3/8"	@ 0.26 m	@ 0.20 m
Acero de Refuerzo en Pantalla Horizontal	Ø 3/8"	@ 0.26 m	@ 0.20 m
Acero en Losa de Techo (inferior)	Ø 3/8"	@ 0.16 m	@ 0.15 m
Acero en Losa de Techo (superior)	Ø 3/8"	Ninguna	
Acero en Losa de Piso (superior)	Ø 3/8"	@ 0.26 m	@ 0.20 m
Acero en Losa de Piso (inferior)	Ø 3/8"	@ 0.26 m	@ 0.20 m
Acero en zapata (inferior)	Ø 1/2"	@ 0.26 m	@ 0.20 m

Anexo 7:
Solicitud Presentada al teniente
Gobernador

“AÑO DEL DIALOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL”

27 de octubre del 2018

Señor:

Menacho Linares Manuel

Teniente de Chucut

Distrito de Macate

Provincia del Santa

Departamento Ancash

Presente.-

Por intermedio de esta acta documentada, doy fé y permito el estudio de campo para que realicen el proyecto de abastecimiento de agua para nuestro anexo, el cual será estudiado, trabajado e investigado por el alumno Jean Paul Miñano Veliz con código N°0109050027, estudiante del V ciclo de la Universidad Los Ángeles de Chimbote.

Por tanto expido esta acta para que el alumno realice los estudios necesarios que le da su universidad.

Atentamente:


Manuel Menacho L.
Manuel Menacho L.
TENIENTE GOBERNADOR
DNI N° 32961922

Anexo 09:
Panel Fotográfico



Imagen 1: Se observa la vista panorámica de la población del anexo de Chucut, Distrito de Macate, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.

Fuente: Elaboración propia (2018)



Imagen 2: Se puede apreciar el manantial ubicado en el anexo de Chucut, Distrito de Macate, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.

Fuente: Elaboración propia (2018)

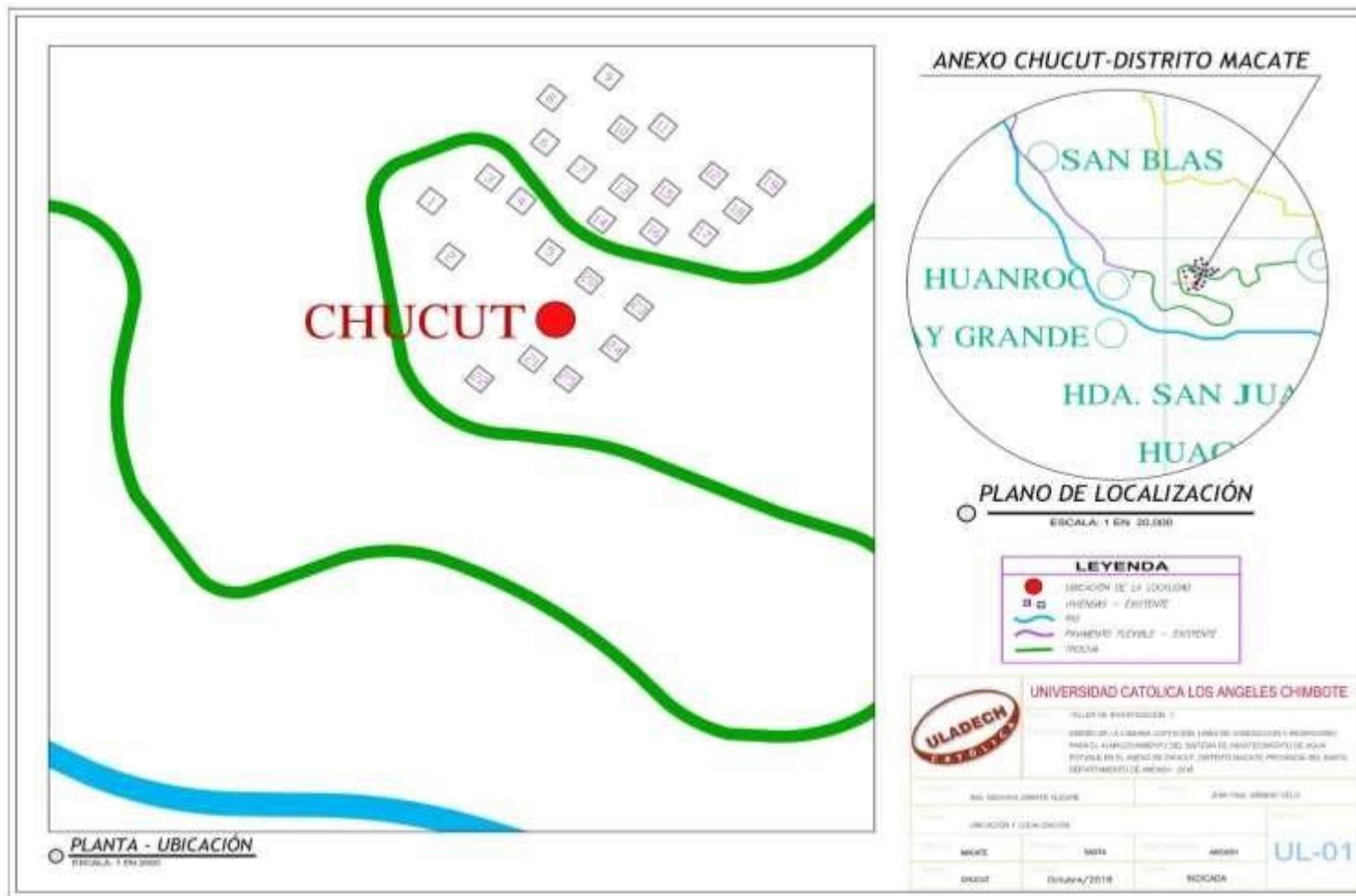


Imagen 3: Se aprecian unas de las viviendas del anexo de Chucut, Distrito de Macate, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.

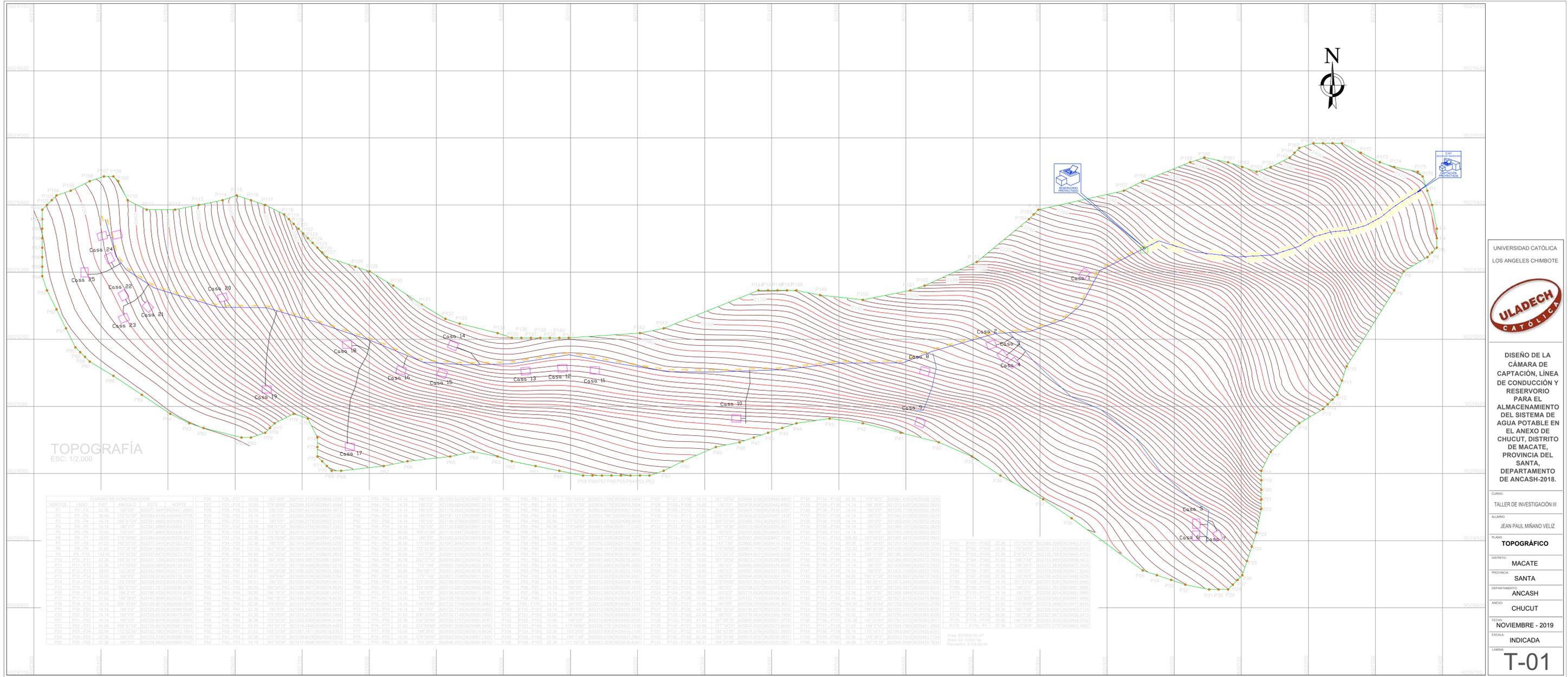
Fuente: Elaboración propia (2018)

Anexo 10:
Planos Arquitectónicos y Estructurales

Plano de ubicación y localización



Fuente: Elaboración propia (2018)



TOPOGRAFÍA
ESC. 1/2,000

VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1-P2	22.36	180°00'	-82297.8447(82297.8447)	0.0000
P2	P2-P3	36.06	172°32'30"	-82284.4138(82284.4138)	0.0000
P3	P3-P4	14.14	180°00'	-82281.4889(82281.4889)	0.0000
P4	P4-P5	14.14	180°00'	-82281.4889(82281.4889)	0.0000
P5	P5-P6	10.00	135°00'	-82281.4889(82281.4889)	0.0000
P6	P6-P7	10.00	135°00'	-82281.4889(82281.4889)	0.0000
P7	P7-P8	41.23	185°21'30"	-82297.8447(82297.8447)	0.0000
P8	P8-P9	31.82	212°28'18"	-82284.4138(82284.4138)	0.0000
P9	P9-P10	132.42	174°32'30"	-82297.8447(82297.8447)	0.0000
P10	P10-P11	22.36	180°00'	-82297.8447(82297.8447)	0.0000
P11	P11-P12	36.06	172°32'30"	-82284.4138(82284.4138)	0.0000
P12	P12-P13	14.14	180°00'	-82281.4889(82281.4889)	0.0000
P13	P13-P14	14.14	180°00'	-82281.4889(82281.4889)	0.0000
P14	P14-P15	10.00	135°00'	-82281.4889(82281.4889)	0.0000
P15	P15-P16	10.00	135°00'	-82281.4889(82281.4889)	0.0000
P16	P16-P17	66.00	184°21'30"	-82218.4298(82218.4298)	0.0000
P17	P17-P18	31.82	180°00'	-82218.4298(82218.4298)	0.0000
P18	P18-P19	14.14	180°00'	-82218.4298(82218.4298)	0.0000
P19	P19-P20	14.14	180°00'	-82218.4298(82218.4298)	0.0000
P20	P20-P21	14.14	180°00'	-82218.4298(82218.4298)	0.0000
P21	P21-P22	14.14	180°00'	-82218.4298(82218.4298)	0.0000
P22	P22-P23	36.06	188°42'30"	-82212.8574(82212.8574)	0.0000
P23	P23-P24	22.36	180°00'	-82212.8574(82212.8574)	0.0000
P24	P24-P25	22.36	180°00'	-82212.8574(82212.8574)	0.0000
P25	P25-P26	22.36	180°00'	-82212.8574(82212.8574)	0.0000

UNIVERSIDAD CATÓLICA
LOS ANGELES CHIMBOTE

DISEÑO DE LA
CÁMARA DE
CAPTACIÓN, LÍNEA
DE CONDUCCIÓN Y
RESERVIORIO
PARA EL
ALMACENAMIENTO
DEL SISTEMA DE
AGUA POTABLE EN
EL ANEXO DE
CHUCUT, DISTRITO
DE MACATE,
PROVINCIA DEL
SANTA,
DEPARTAMENTO
DE ANCASH-2018.

CURSO
TALLER DE INVESTIGACIÓN III

ALUMNO
JEAN PAUL MIÑANO VELIZ

PLANO
TOPOGRÁFICO

DISTRITO
MACATE

PROVINCIA
SANTA

DEPARTAMENTO
ANCASH

ANEXO
CHUCUT

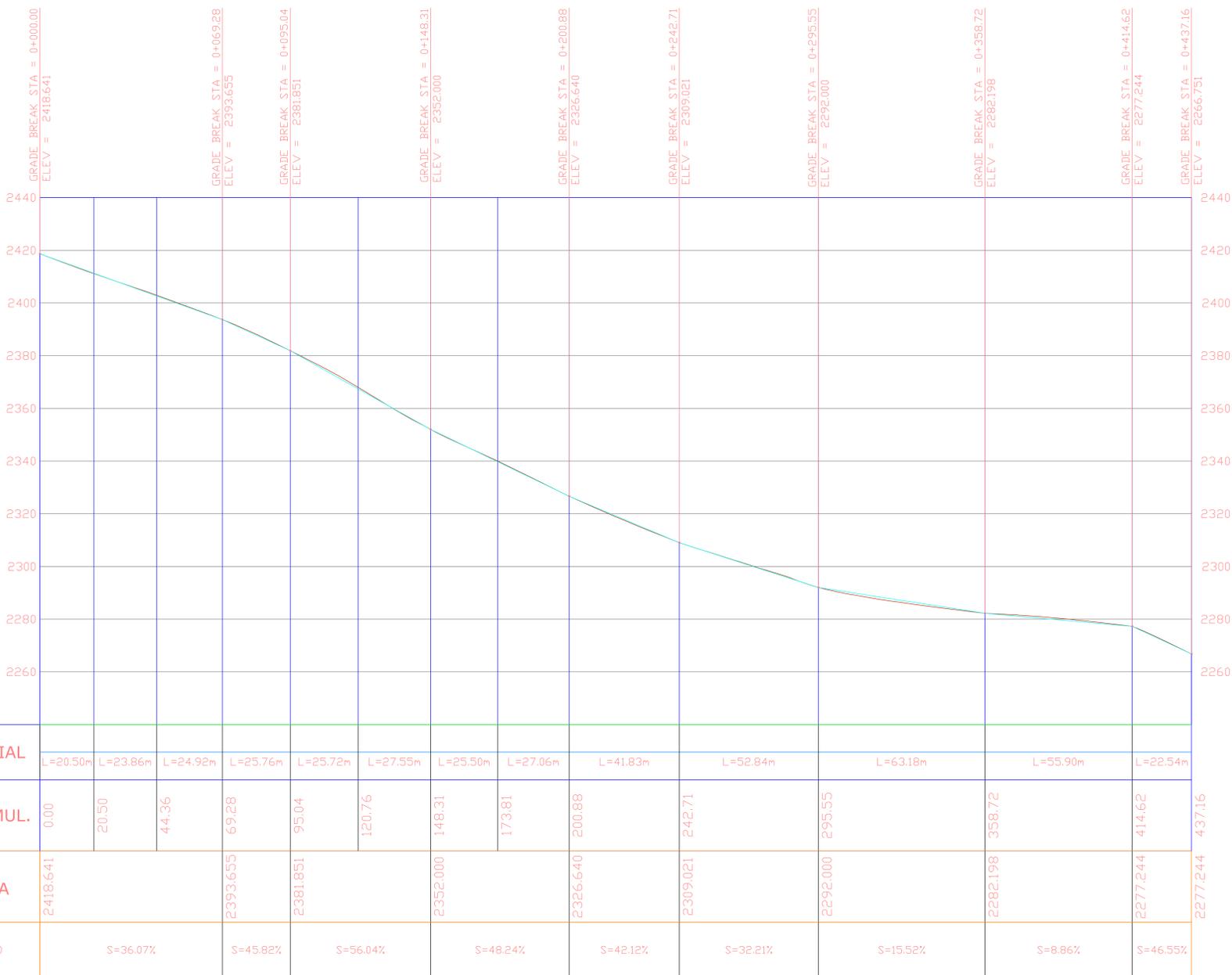
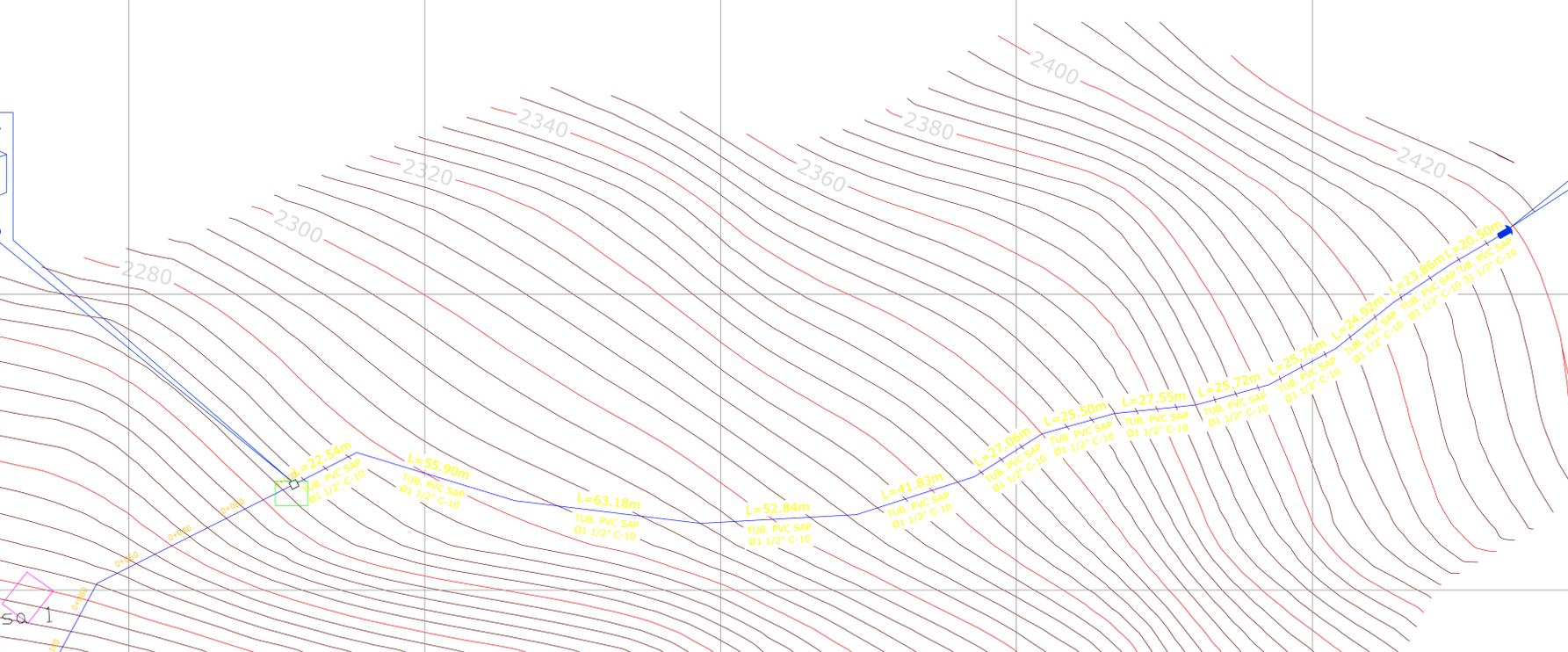
FECHA
NOVIEMBRE - 2019

ESCALA
INDICADA

LÁMINA
T-01



9029700
9029600
9029500
9029400
9029300



PERFIL LONGITUDINAL - LÍNEA DE CONDUCCIÓN

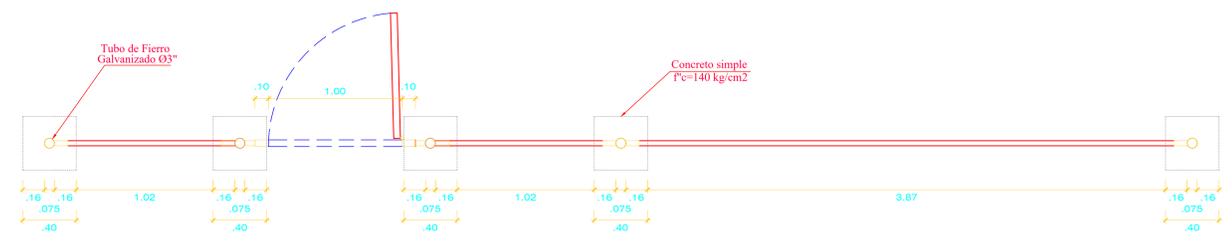
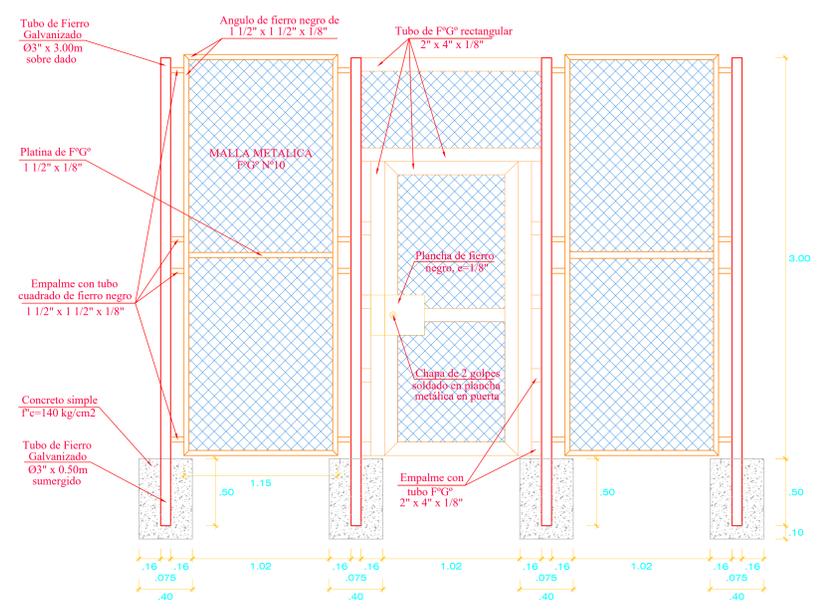
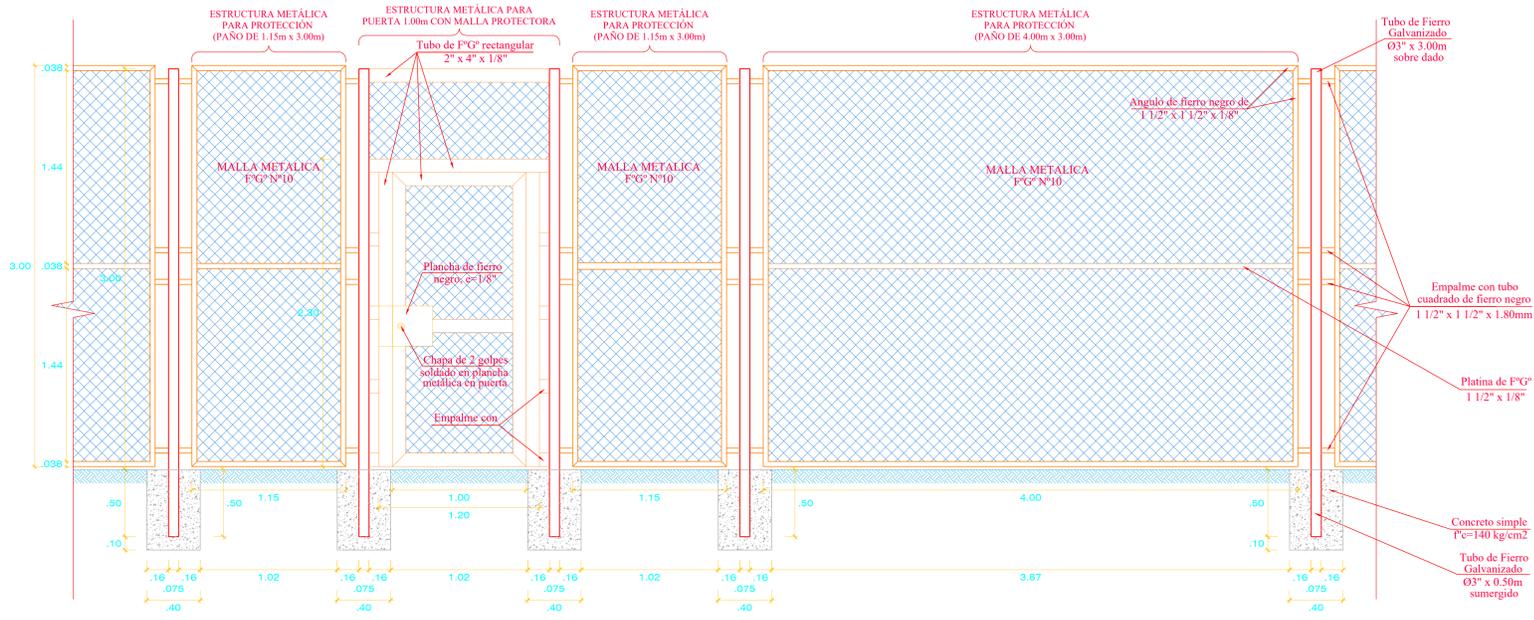
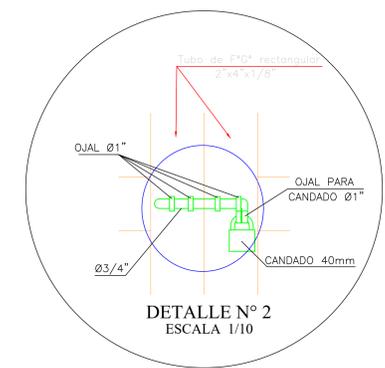
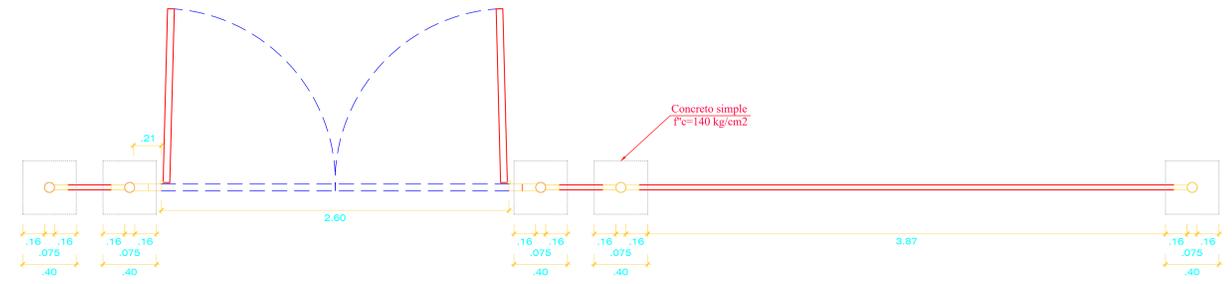
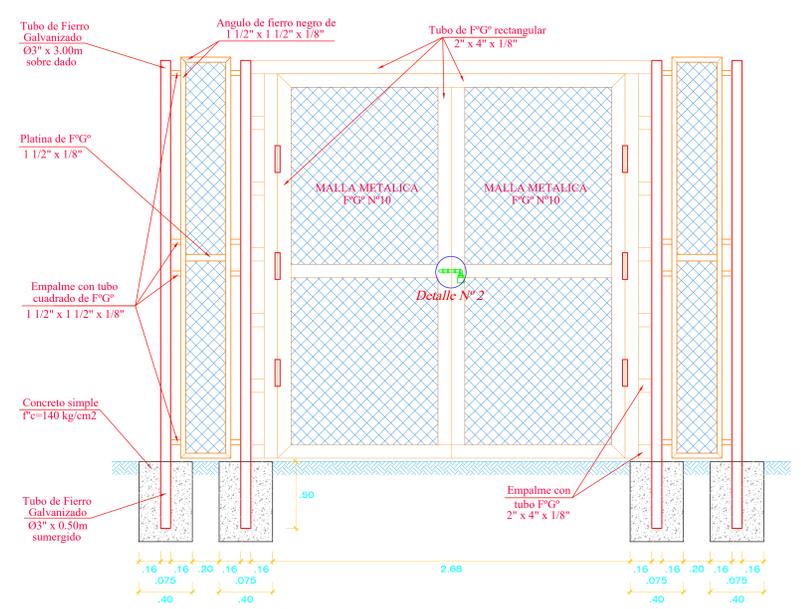
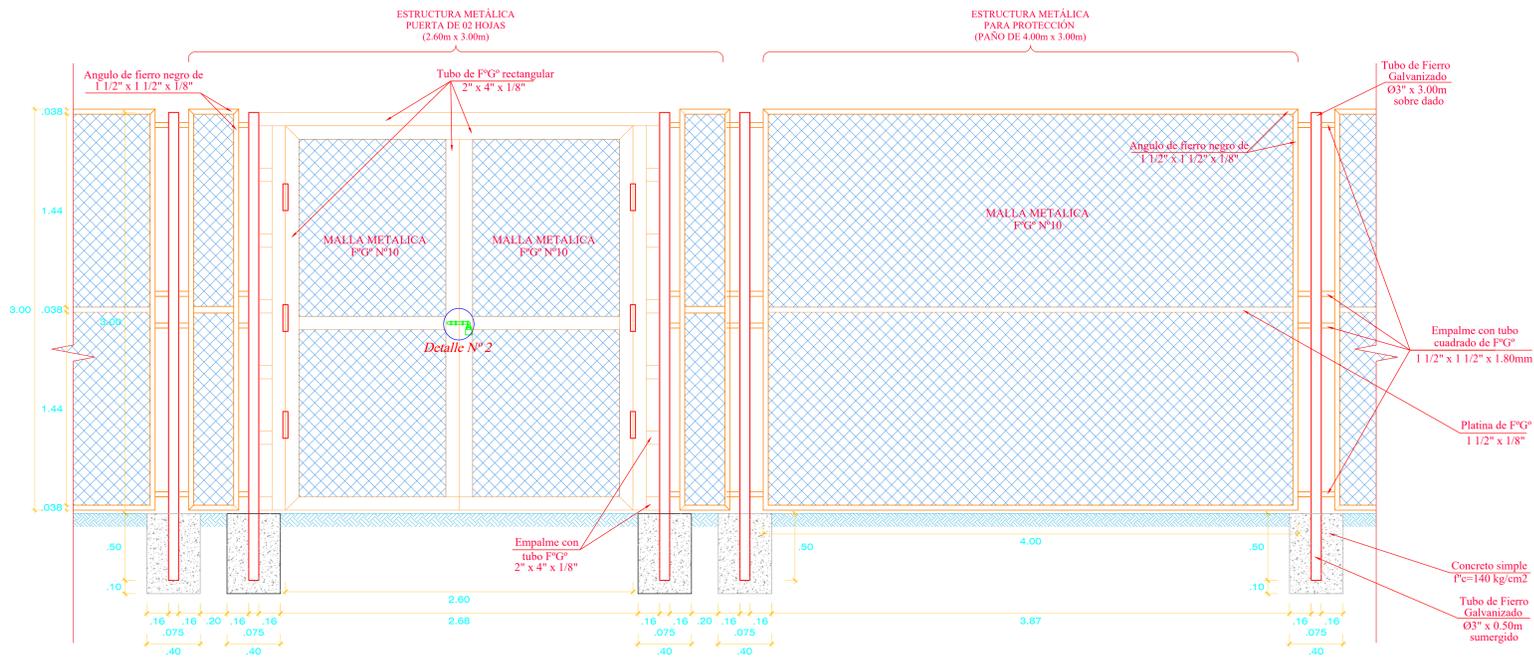
UNIVERSIDAD CATÓLICA
LOS ANGELES CHIMBOTE



DISEÑO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN, LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RESERVOIRIO PARA EL ALMACENAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL ANEXO DE CHUCUT, DISTRITO DE MACATE, PROVINCIA DEL SANTA, DEPARTAMENTO DE ANCASH-2018.

CURSO:
TALLER DE INVESTIGACIÓN III
ALUMNO:
JEAN PAUL MIÑANO VELIZ
PLANO:
PERFIL LONGITUDINAL
DISTRITO:
MACATE
PROVINCIA:
SANTA
DEPARTAMENTO:
ANCASH
ANEXO:
CHUCUT
FECHA:
NOVIEMBRE - 2019
ESCALA:
INDICADA
LAMINA:

PL-01

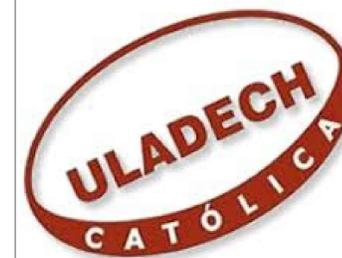


UNIVERSIDAD CATÓLICA
LOS ANGELES CHIMBOTE



DISEÑO DE LA
CÁMARA DE
CAPTACIÓN, LÍNEA
DE CONDUCCIÓN Y
RESERVORIO
PARA EL
ALMACENAMIENTO
DEL SISTEMA DE
AGUA POTABLE EN
EL ANEXO DE
CHUCUT, DISTRITO
DE MACATE,
PROVINCIA DEL
SANTA,
DEPARTAMENTO
DE ANCASH-2018.

CURSO:
TALLER DE INVESTIGACIÓN III
ALUMNO:
JEAN PAUL MIÑANO VELIZ
PLANO:
CERCO PERIMÉTRICO
DISTRITO:
MACATE
PROVINCIA:
SANTA
DEPARTAMENTO:
ANCASH
ANEXO:
CHUCUT
FECHA:
NOVIEMBRE - 2019
ESCALA:
INDICADA
LAMINA:
D-01



PROYECTO:
DISEÑO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN, LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RESERVORIO PARA EL ALMACENAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL ANEXO DE CHUCUT, DISTRITO DE MACATE, PROVINCIA DEL SANTA, DEPARTAMENTO DE ANCASH-2018.

CURSO:
ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO

ALUMNO:
JEAN PAUL MIÑANO VELIZ

PLANO:
CÁMARA DE CAPTACIÓN

DISTRITO:
MACATE

PROVINCIA:
SANTA

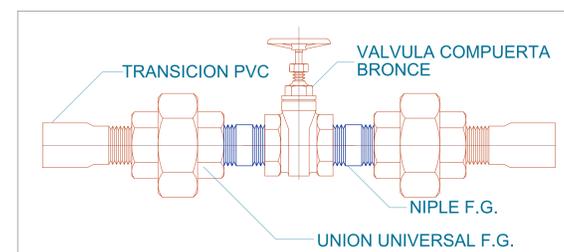
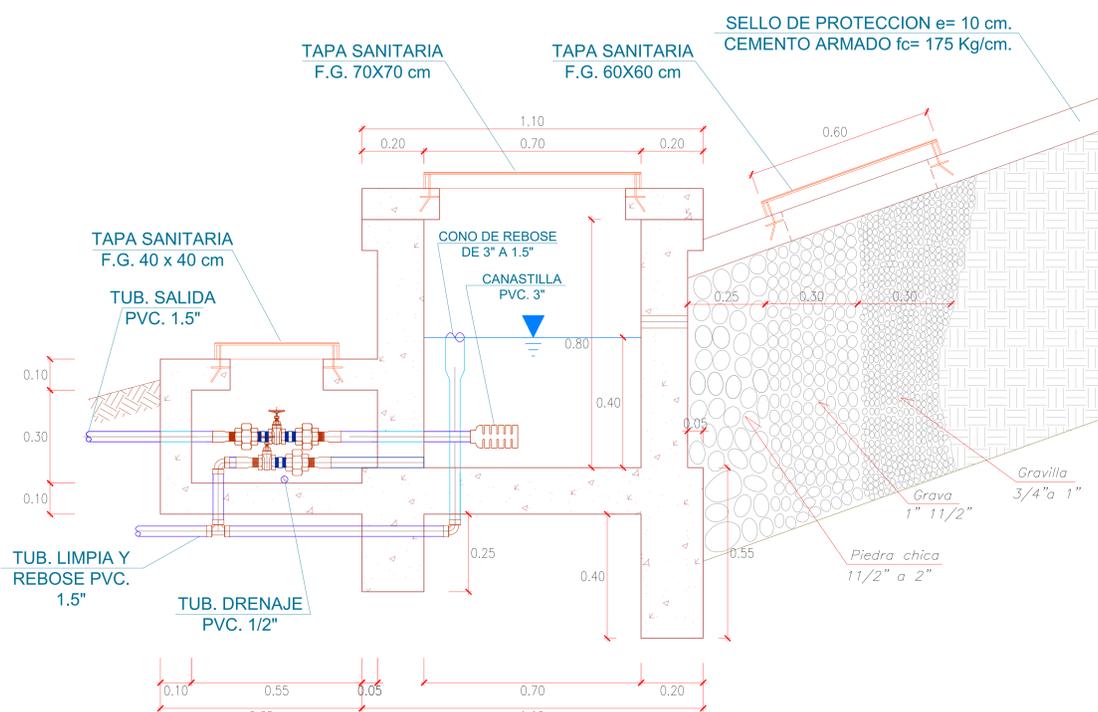
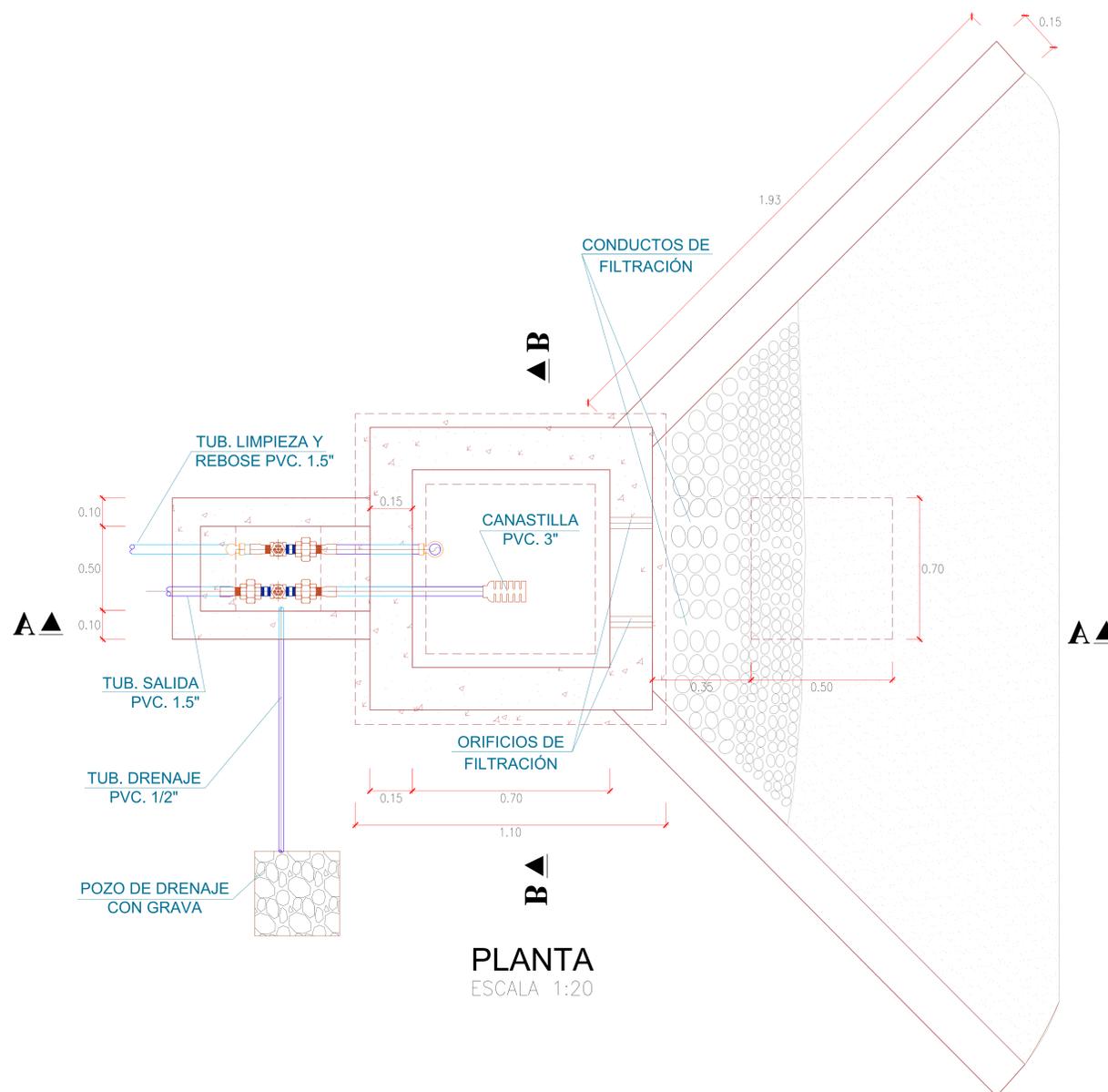
DEPARTAMENTO:
ANCASH

ANEXO:
CHUCUT

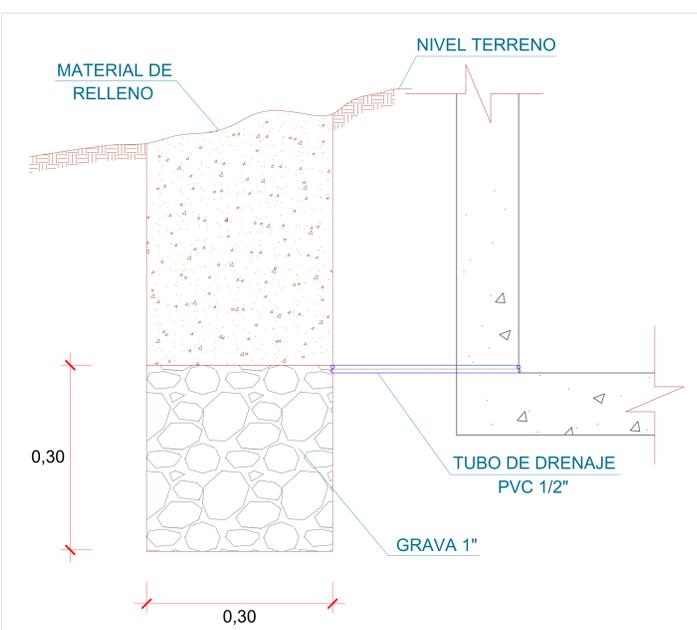
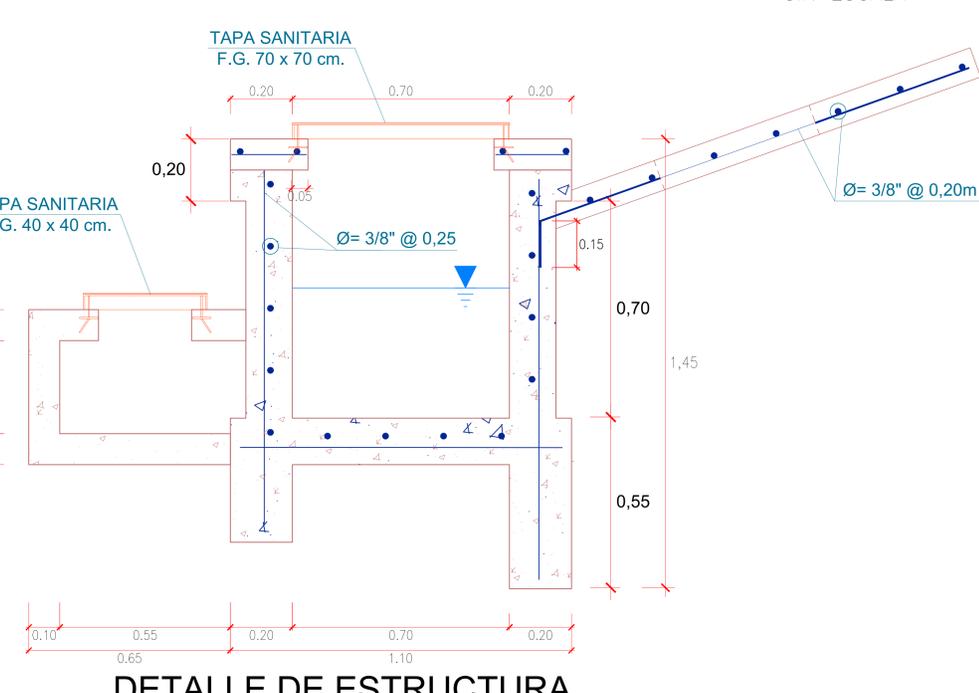
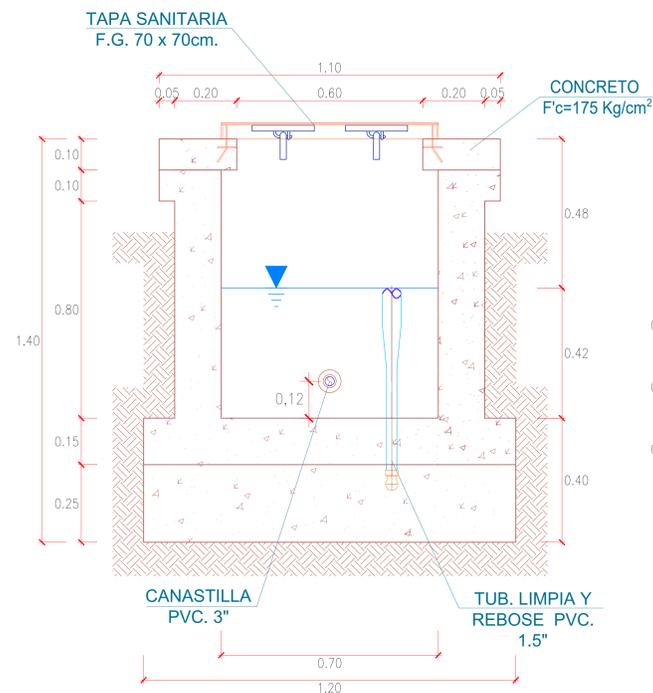
FECHA:
NOVIEMBRE - 2019

ESCALA:
INDICADA

LAMINA:
E-01



LEYENDA			
	VÁLVULA COMPUERTA		CANASTILLA PVC
	TEE PVC		FIERRO CORRUGADO
	NIPLE F.G.		NIVEL DE AGUA
	UNIÓN UNIVERSAL		TERRENO NATURAL
	TRANSICIÓN PVC		CONCRETO ARMADO PROYECTADO
	CODO DE 90° PVC	Notas: 1- COTAS EN METROS	





PROYECTO:
DISEÑO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN, LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RESERVORIO PARA EL ALMACENAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL ANEXO DE CHUCUT, DISTRITO DE MACATE, PROVINCIA DEL SANTA, DEPARTAMENTO DE ANCASH-2018.

CURSO:
ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO

ALUMNO:
JEAN PAUL MIÑANO VELIZ

PLANO:
RESERVORIO

DISTRITO:
MACATE

PROVINCIA:
SANTA

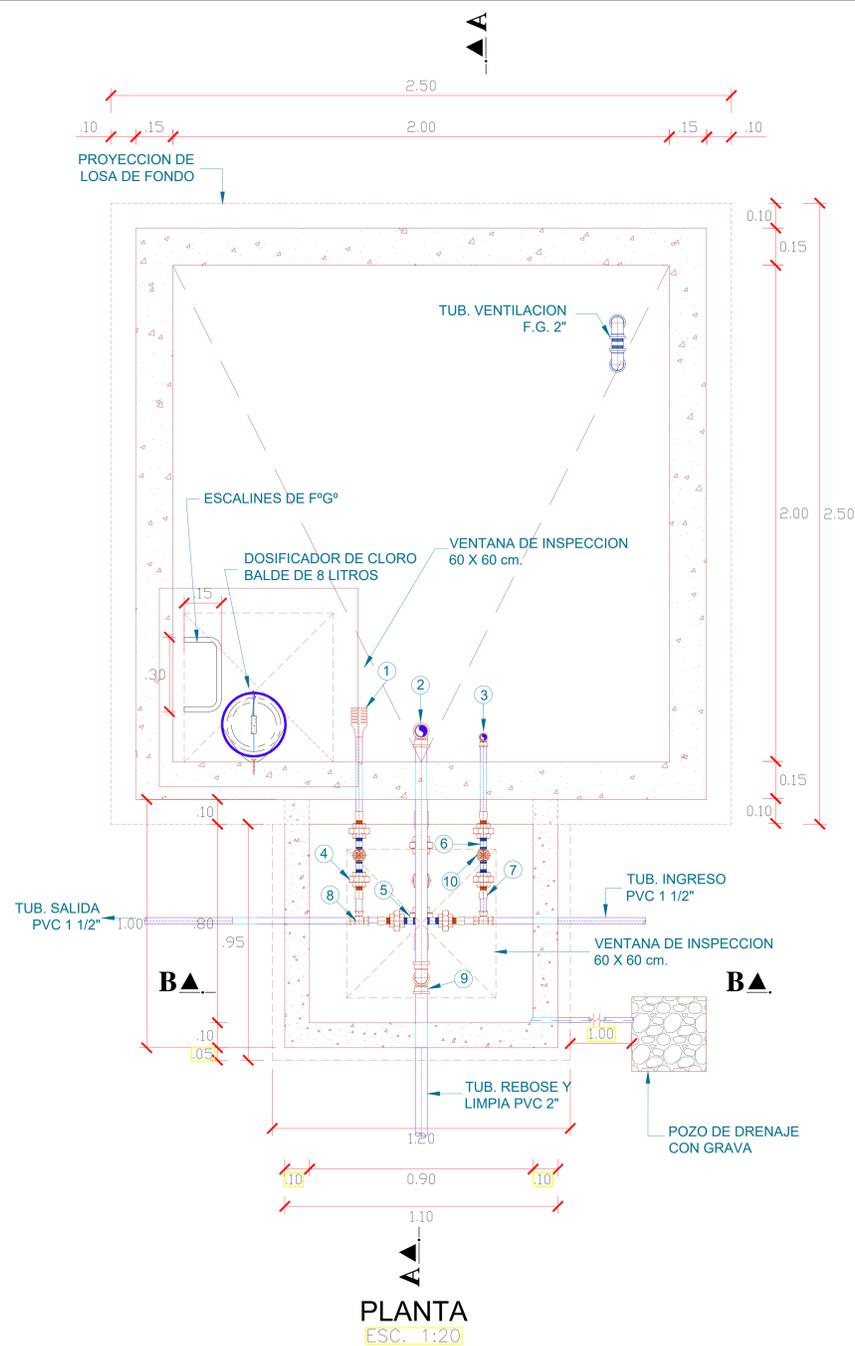
DEPARTAMENTO:
ANCASH

ANEXO:
CHUCUT

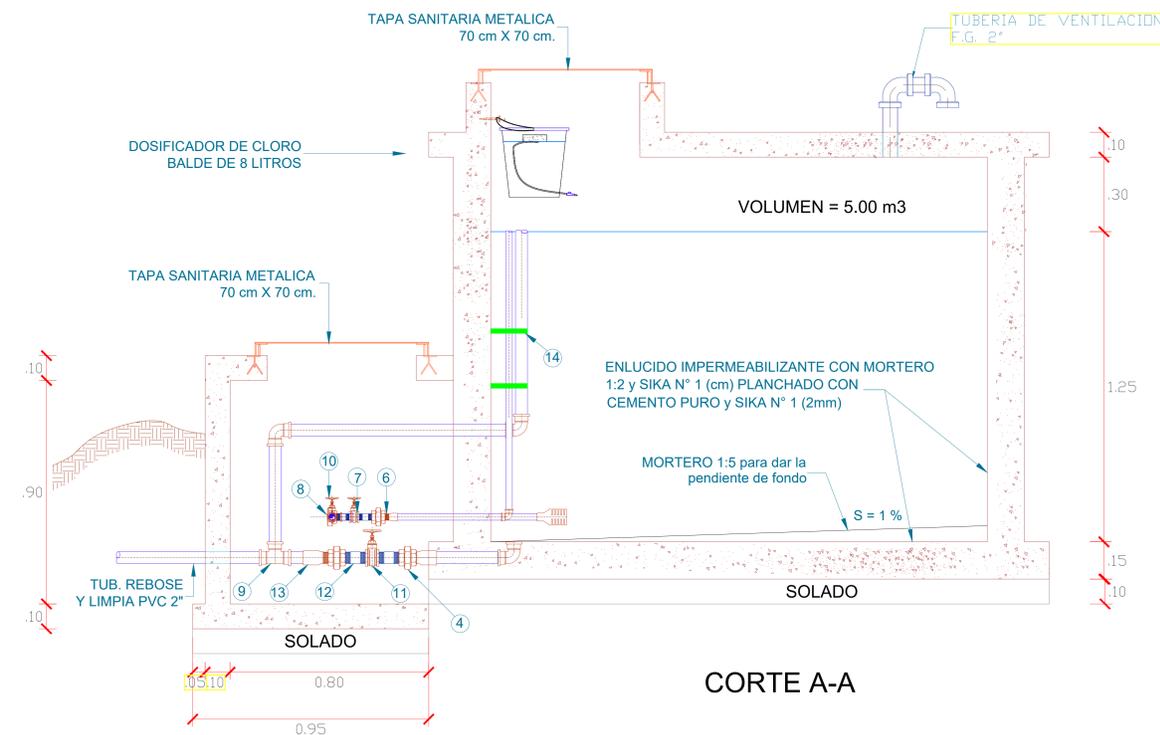
FECHA:
NOVIEMBRE - 2019

ESCALA:
INDICADA

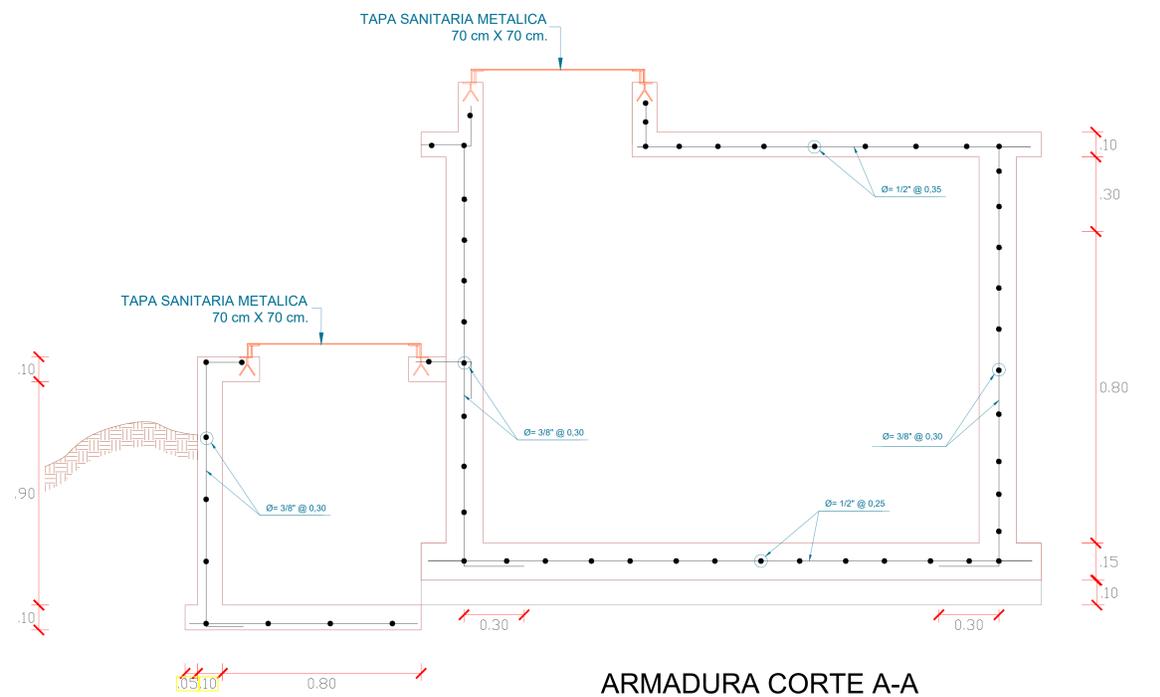
LAMINA:
E-02



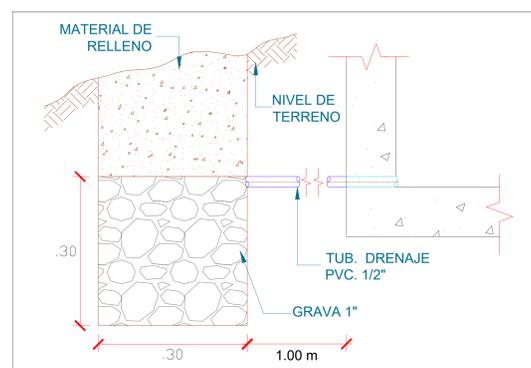
PLANTA
ESC. 1:20



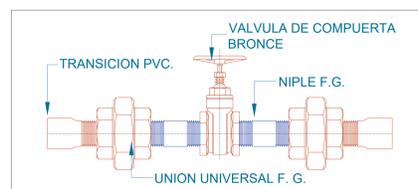
CORTE A-A



ARMADURA CORTE A-A



DETALLE POZO DE DRENAJE
ESCALA 1:10



DETALLE INSTALACION DE LAS VALVULAS SIN ESCALA

ACCESORIOS		
ITEM	DESCRIPCION	CANT.
1	CANASTILLA PVC 3"	1
2	CODO PVC 2"	3
3	CODO PVC 1 1/2"	1
4	UNION UNIVERSAL F.G. 1 1/2"	3
5	UNION UNIVERSAL F.G. 2"	2
6	NIPLE F.G. 1 1/2"	3
7	TRANSICION PVC 1 1/2"	3
8	TEE PVC 1 1/2"	2
9	TEE PVC 2"	1
10	VALVULA DE COMPUERTA BRONCE 1 1/2"	2
11	VALVULA DE COMPUERTA BRONCE 2"	1
12	NIPLE F.G. 2"	2
13	TRANSICION PVC 2"	2
14	ABRAZADERA	2

MI_ANO_VELIZ_JEAN_PAUL.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

docplayer.es

Fuente de Internet

7%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 4%

Excluir bibliografía

Activo