



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD, PARA LA POBLACIÓN DEL CASERÍO DE MÉXICO, JULCÁN, LA LIBERTAD, 2018”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Lyster Segundo Paredes García
Yemis Miller Sauna Burgos

Asesor:

Ms. Ing. Marlon Robert Cubas Armas

Trujillo – Perú

2018

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor **Ms. Ing. Marlon Robert Cubas Armas** y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **Lyster Segundo Paredes García** y Bachiller **Yemis Miller Sauna Burgos**, denominada:

**“PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD,
PARA LA POBLACIÓN DEL CASERIO DE MÉXICO, JULCÁN, LA LIBERTAD,
2018”**

Ms. Ing. Marlon Robert Cubas Armas

ASESOR

Ing. Juan Agreda Barbarán

JURADO

PRESIDENTE

Ing. Guillermo Cabanillas Quiroz

JURADO

Ing. Gonzalo Díaz García

JURADO

DEDICATORIA

*A Dios: por darnos las fuerzas para
seguir adelante y guiarnos en los
momentos más difíciles de la vida.*

*A nuestros padres, por sus enseñanzas
y su apoyo incondicional en esta*

*A Benjamín y Shantalle, mis hijos,
porque son el motivo de mi superación.
(Lyster P.)*

AGRADECIMIENTO

Deseamos dejar constancia del más profundo y sincero agradecimiento a nuestros familiares, por entender el tiempo que merecerían estar con nosotros y que por motivos profesionales de esta carrera, les restringimos.

A nuestros estimados profesores, porque de manera desinteresada contribuyeron con su conocimiento y su experiencia profesional, así mismo esperamos retribuir este agradecimiento en el campo laboral.

Agradecer a esta Universidad, Universidad Privada del Norte por apoyarnos durante todo este tiempo su casa de estudios, por su preocupación en nuestra preparación profesional.

Así mismo nuestra satisfacción y agradecimiento por la comprensión y ayuda recibida por parte de nuestras amistades que supieron entender la necesidad de la realización de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

<u>APROBACIÓN DE LA TESIS</u>	2
<u>DEDICATORIA</u>	3
<u>AGRADECIMIENTO</u>	4
<u>ÍNDICE DE CONTENIDOS</u>	5
<u>ÍNDICE DE TABLAS</u>	7
<u>ÍNDICE DE FIGURAS</u>	9
<u>RESUMEN</u>	10
<u>ABSTRACT</u>	11
DEDICATORIA	3
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Formulación del problema.....	14
1.3. Justificación	14
1.4. Limitaciones	15
1.5. Objetivos	15
1.5.1. <i>Objetivo general</i>	15
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i>	15
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	16
2.1. Antecedentes	16
2.2. Bases teóricas	18
2.2.1. <i>Normas técnicas</i>	18
2.2.2. <i>Recursos Hídricos</i>	18
2.2.3. <i>Características del agua</i>	19
2.2.4. <i>Principales contaminantes del agua</i>	20
2.2.5. <i>Fuentes de abastecimiento de agua</i>	21
2.2.6. <i>Red de distribución de agua</i>	22
2.2.7. <i>Sistemas de abastecimiento de agua</i>	25
2.2.8. <i>Estudios básicos</i>	29
2.2.9. <i>Periodo de diseño y población</i>	32

2.2.10.	<i>Tuberías</i>	38
2.2.11.	<i>Accesorios</i>	40
2.2.12.	<i>Cámara rompe presión (CRP)</i>	42
2.2.13.	<i>Tanque de almacenamiento</i>	42
2.2.14.	<i>Definiciones (CONAGUA)</i>	43
CAPÍTULO 3.	METODOLOGÍA	46
3.1	Operacionalización de variables	46
3.1.1.	<i>Variables de estudio</i>	46
3.1.2.	<i>Operacionalización de variables</i>	46
3.2	Diseño de investigación	47
3.3	Unidad de estudio	47
3.4	Población	47
3.5	Muestra (muestreo o selección)	47
3.6	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	47
3.6.1	<i>Revisión documentaria</i>	48
3.6.1.1	<i>Ubicación</i>	48
3.6.1.2	<i>Vías de acceso</i>	49
3.6.1.3	<i>Clase socioeconómica (AGRICULTURA, 2012)</i>	49
3.6.2	<i>Observación</i>	52
3.6.3	<i>Estudios previos</i>	52
3.6.3.1	<i>Levantamiento Topográfico</i>	52
3.6.3.2	<i>Estudio de mecánica de suelos</i>	54
3.6.3.3	<i>Estudio de fuente de agua</i>	56
3.7	Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos	58
CAPÍTULO 4.	DESARROLLO DE TESIS	59
4.1	Parámetros de diseño	59
4.1.1	<i>Demanda de Agua</i>	59
4.1.1.1	<i>Población de diseño</i>	59
4.1.1.2	<i>Periodo de diseño y población futura</i>	62
4.1.1.3	<i>Dotación de agua, caudales de diseño y consumos</i>	63
4.1.2	<i>Oferta de Agua</i>	66
4.1.3	<i>Balace Hídrico (Oferta – Demanda)</i>	67
4.2	Diseño de los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable	67
4.2.1	<i>Diseño de captación de agua</i>	68
4.2.2	<i>Línea de conducción de agua</i>	74
4.2.2.1	<i>Perfil del terreno y cálculo hidráulico</i>	74
4.2.3	<i>Diseño de reservorio de agua</i>	81
4.2.3.1	<i>Diseño Estructural del Reservorio</i>	82
4.2.3.2	<i>Consideraciones del proceso constructivo</i>	95
4.2.4.2	<i>Cálculo hidráulico</i>	99
CAPÍTULO 5.	RESULTADOS	107

DISCUSIÓN.....	110
CONCLUSIONES	113
RECOMENDACIONES.....	114
REFERENCIAS	115
ANEXOS	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Coeficiente de Fricción "C" en la Fórmula de Hazen y Willams	39
Tabla N° 02: Clase de Tubería de Agua.....	40
Tabla N° 03: Diámetro de Válvula de Purga.....	40
Tabla N° 04: Operacionalización de Variables	46
Tabla N° 05: Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	47
Tabla N° 06: Coordenadas UTM WCS 84 - BM (Bench Mark)	54
Tabla N° 07: Parámetros Fisicoquímico del Agua potable.....	56
Tabla N° 08: Parámetros Bacteriológico del Agua potable	57
Tabla N° 09: Población Histórica del Distrito de Calamarca, 2000-2015	60
Tabla N° 10: Métodos de Crecimiento Poblacional	61
Tabla N°11: Proyección de la Población Futura	62
Tabla N°12: Proyección de Demanda de Agua para el Caserío de México	65
Tabla N°13: Aforo de Agua de la Captación.....	66
Tabla N°14: Balance Oferta - Demanda.....	67
Tabla N°15: Red de Conducción: Captación	76
Tabla N°16: Resumen de Obras de Arte.....	80
Tabla N°17: Coeficientes (k) para el cálculo de Momentos de las Paredes de Reservorios - Tapa Libre y Fondo empotrado.....	83
Tabla N°18: Momentos (kg-m.) debido al empuje del agua.....	83
Tabla N°19: Resumen del cálculo estructural y distribución de armadura	94
Tabla N°20: Gasto por Tramo	100
Tabla N°21: Red de Distribución: Reservorio - Ramal izquierdo, Central y Derecho	101
Tabla N°22: Estructuras especiales	106
Tabla N°23: Verificación de indicadores.....	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Brecha de los Servicios Básicos	14
Figura N° 02: Ciclo Hidrológico del Agua	19
Figura N° 03: Red de Distribución Abierta o Ramificada	22
Figura N° 04: Red de Distribución Cerrada o Malla.....	23
Figura N° 05: Elementos de una Red de Distribución	24
Figura N° 06: Sistema de Agua por Gravedad sin Tratamiento.....	26
Figura N° 07: Sistema de Agua por Gravedad con Tratamiento.....	27
Figura N° 08: Sistema de Agua por Bombeo sin Tratamiento	28
Figura N° 09: Sistema de Agua por Bombeo con Tratamiento	29
Figura N° 10: Variaciones Diarias de Consumo – Qmd.....	37
Figura N° 11: Variaciones Diarias de Consumo – Qmh.....	37
Figura N° 12: Válvula de Aire	40
Figura N° 13: Válvula de Purga.....	41
Figura N° 14: Cámara Rompe Presión.....	41
Figura N° 15: Mapa Político de la Provincia de Julcán	48
Figura N° 16: Mapa de Ubicación del Caserío de México	49
Figura N° 17: Vista con Curvas de Nivel del Caserío de México	53
Figura N° 18: Flujo del Proceso de Investigación.....	58
Figura N° 19: Cámara de Captación, Corte de Perfil.....	69
Figura N° 20: Cámara de Captación, Vista de Planta.....	69
Figura N° 21: Perfil de la Línea de Conducción.....	75
Figura N° 22: Vista de Planta de la Línea de Conducción	75
Figura N° 23: Gradiente Hidráulica, Línea de Conducción	79
Figura N° 24: Ilustración de un Reservoirio Apoyado	81
Figura N° 25: Diagramas de Momentos Verticales (Kg-m).....	85
Figura N° 26: Diagramas de Momentos Horizontales (Kg-m).....	85
Figura N° 27: Vista de la Línea de Distribución	98
Figura N° 28: Perfil de los Diferentes Ramales de Distribución.....	99

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el caserío de México, provincia de Julcán, departamento de La Libertad, la misma que busca analizar el problema del consumo de agua potable y frente a ello proponer el desarrollo de un proyecto de aprovechamiento del recurso hídrico, para así satisfacer las necesidades de la población. El horizonte del proyecto se determinó en 20 años, el cual beneficiaría a una población de 415 habitantes.

El estudio se realizó en diferentes etapas, se inició con la búsqueda de información en las diferentes fuentes y entidades del gobierno, ello nos permitió conocer la realidad de la población, sus necesidades, sus actividades y por otro lado, cuantificar los datos de su población y crecimiento. El siguiente paso fue realizar estudios técnicos que nos puedan apoyar en el diseño del sistema de abastecimiento de agua, acorde con las necesidades de la población, para ello se requirió hacer diferentes estudios: Topográfico, de Suelos y fuente del Agua. Los investigadores aprovecharon estos datos para efectuar los cálculos necesarios, desde la captación del agua, su línea de conducción, su reservorio, hasta la distribución del recurso.

Se logró determinar que a pesar que los estudios de su población indican decrecimiento, esto no significa privar a la población de su necesidad de agua. Por otro lado, todo el diseño se desarrolló respetando la normatividad vigente en diseño redes de abastecimiento de agua a poblaciones rurales, con ello se determinó un abastecimiento de agua en 100% en horario continuo.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the hamlet of Mexico, province of Julcán, department of La Libertad, the same one that seeks to analyze the problem of drinking water consumption and, in this regard, proposes the development of a project for the utilization of water resources, meet the needs of the population. The project horizon was determined in 20 years, which would benefit a population of 415 inhabitants.

The study was conducted in different stages, it began with the search of information in different sources and government entities, this allowed us to know the reality of the population, their needs, their activities and on the other hand, quantify the data of their population and growth. The next step was to carry out technical studies that can support us in the design of the water supply system, according to the needs of the population, for this it was required to do different studies: Topographic, Soils and Water source. The researchers took advantage of this data to carry out the necessary calculations, from the capture of the water, its line of conduction, its reservoir, to the distribution of the resource.

It was possible to determine that although studies of its population indicate a decrease, this does not mean depriving the population of their need for water. On the other hand, all the design was developed respecting the current norms in design water supply networks to rural populations, with this a 100% water supply was determined on a continuous schedule.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

"La escasez de agua afecta ya a todos los continentes. Cerca de 1.200 millones de personas, casi una quinta parte de la población mundial, vive en áreas de escasez física de agua, mientras que 500 millones se aproximan a esta situación. Otros 1.600 millones, alrededor de un cuarto de la población mundial, se enfrentan a situaciones de escasez económica de agua, donde los países carecen de la infraestructura necesaria para transportar el agua desde ríos y acuíferos." (PNUD, 2006)

La escasez de agua constituye uno de los principales problemas que se enfrenta la sociedad actual. A lo largo del último siglo, el uso y consumo de agua creció a un ritmo dos veces superior al de la tasa de crecimiento de la población y, aunque no se puede hablar de escasez hídrica a nivel global, va en aumento el número de regiones con niveles crónicos de carencia de agua.

La escasez de agua es un fenómeno no solo natural sino también causado por la acción del ser humano. Hay suficiente agua potable en el planeta para abastecer a los 7.000 millones de personas que lo habitamos, pero ésta está distribuida de forma irregular, se desperdicia, está contaminada y se gestiona de forma insostenible.(PNUD, 2006)

Aproximadamente 1,1 mil millones de personas en todo el mundo no tienen acceso a fuentes de agua mejorada. Asimismo, 2,4 mil millones no tienen acceso a ningún tipo de instalación mejorada de saneamiento. Cerca de 2 millones de personas, la mayoría de ellos niños menores de cinco años, mueren todos los años debido a enfermedades diarreicas. Los más afectados son las poblaciones de los países en desarrollo que viven en condiciones extremas de pobreza, tanto en áreas periurbanas como rurales. Los principales problemas que causan esta situación incluyen la falta de prioridad que se le da al sector, la escasez de recursos económicos, la carencia de sostenibilidad de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento, los malos hábitos de higiene y el saneamiento inadecuado de entidades públicas como hospitales, centros de salud y escuelas. Para reducir la carga de enfermedad causada por estos factores de riesgo es sumamente importante proveer acceso a cantidades suficientes de agua segura e instalaciones para la disposición sanitaria de excretas y promover prácticas seguras de higiene.(OMS, 2016)

Es importante remitirnos a estos datos con la intención de visualizar la problemática a nivel mundial; así mismo, América Latina refleja sus propios datos, según El tribunal Latinoamericano del Agua (TLA, 2004), el 33% de los recursos hídricos renovables del mundo, Latinoamérica es el continente con la disponibilidad más alta del mundo. Sus 3100 m³ de agua per cápita por año, duplican el promedio per cápita mundial; sin embargo la

disponibilidad de agua no significa que la población tenga acceso a ella, siendo Paraguay el país con menor acceso al agua, de 0 a 50% de su disponibilidad y encabezado por Chile, Colombia y Uruguay en la disponibilidad del 100% al agua y en Perú solo dispone del 71% al 80% del agua, siendo un país rico en agua su problema radica en que su mayor población está concentrada en zonas desérticas o de difícil acceso al recurso.

Según un informe de abastecimiento de agua potable, (INEI, 2016), de los 31 millones 488 mil 600 personas, el 86.1% de personas tiene acceso al agua de red pública, de los cuales el 67% es agua potable y el 19.0% a agua no potable; el 13.9% consumen agua no potable proveniente de ríos, manantiales, lluvias o camión cisterna o pilón de uso público. Esto nos refleja que el 32.9% de la población no consume agua potable; así mismo, al primer semestre del 2016, en el área urbana del país de cada 100 personas 93 residen en viviendas que tienen agua proveniente de red pública, mientras que en el caso del área rural acceden a este servicio 60 personas de cada 100.

A nivel de departamentos del Perú, la población de La Libertad solo el 86.7% tiene acceso a agua de red pública, siendo el 13.3% de la población que no cuenta con acceso a líquido elemento. Por otro lado, si se habla de agua potable en nuestro departamento solo el 64.2% consume agua potable, esto nos deja con el 35.8% de consumo de agua no potabilizada, teniendo un alto índice por mejorar. El año 2013, la Gerencia Regional de Vivienda y Construcción, comunicó que el 91% de la población rural de La Libertad carece de servicio de saneamiento y el 63% de la población no tiene acceso al agua potable, así mismo, la provincia de Julcán es la que mayor déficit posee con 98.07%. Por otro lado, en la sierra Liberteña el 53% de los sistemas de agua potable se encuentran en condiciones de alto riesgo de operatividad y el 75% de agua no es apta para el consumo humano. Según su proyección, para el 2017 debería subir al 68% en términos de cobertura del servicio de agua¹. Otro dato importante, de la población rural del distrito de Calamarca (nos referimos a sus caseríos), perteneciente a la provincia de Julcán de 1 526 viviendas, 1 018 consumen agua procedentes de pozos y solo 283 viviendas tienen el beneficio al acceso al agua potable, reflejando que el 66.71% de las viviendas requieren a mejoras de consumo de agua (INEI, COMPENDIO ESTADISTICO 2012 - LA LIBERTAD).

El PLAN DE DESARROLLO REGIONAL CONCERTADON (PDRC, 2016), indica que la provincia de Julcán se encuentra encabezando el mayor índice, con 0.77, del Índice de priorización territorial; dicho índice establece ordenar a las provincias según el nivel de desarrollo social y económico o brechas socioeconómicas, el cual se establece en función a viviendas sin acceso a servicios, desnutrición crónica, mortalidad infantil, aprendizajes no logrados en matemática y comprensión lectura, e ingreso familiar per cápita. Con los datos

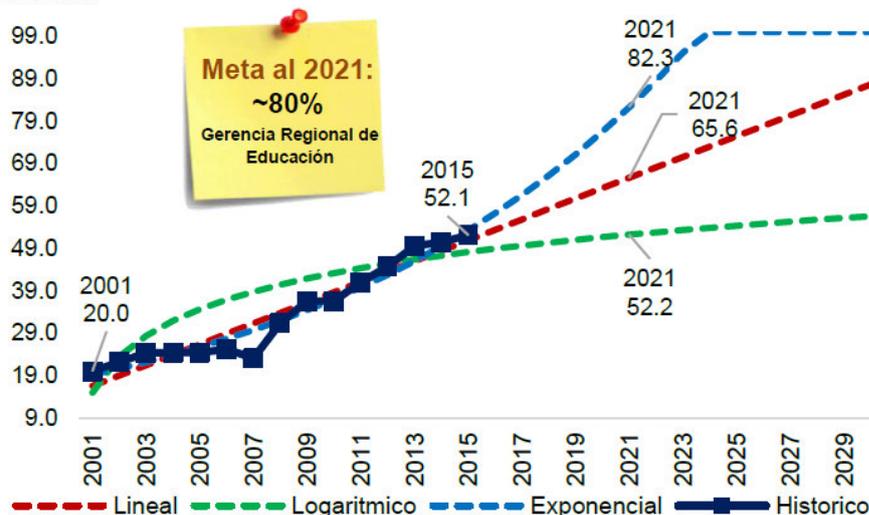
¹ Los datos fueron tomados de la entrevista que realizó el Diario La República al Sr. Jorge López Esparza, Subgerente de la Gerencia Regional de Vivienda y Construcción; emitida el 22 de octubre del 2013.

antes descritos, podemos apreciar la gran necesidad de agua potable que existe en nuestra población rural; frente a este problema consideramos que el desarrollo de proyectos de saneamiento es una mejor solución, como alternativa económica y viable. Así mismo, teniendo en cuenta que son poblaciones vulnerables y propensas a adoptar enfermedades como consecuencia de carecer al agua potable.

En siguiente cuadro, corresponde al objetivo N° 2, del PDRC, dicho objetivo llegar al 80% de población con los servicios básico: Agua, alcantarillado y electricidad.

Figura N°01: Brecha de los Servicios Básicos

La Libertad: Porcentaje de locales públicos con los tres servicios básicos (Agua, alcantarillado y electricidad), 2001 – 2015, proyectado al 2030.



Fuente: ESCALE – MINEDU. Elaboración: CERPLAN – GRLL

1.2. Formulación del problema

¿El abastecimiento de agua por gravedad, soluciona la necesidad de agua de la población del caserío de México, Julcán, La Libertad, 2018?

1.3. Justificación

Justificación teórica. - La presente investigación aportará como una alternativa de solución el abastecimiento de agua potable en zonas rurales de la región La Libertad.

Justificación aplicativa o práctica. - Esta propuesta será de mucha utilidad para ser usada como propuestas por las entidades competentes, en aras de mejorar la calidad de vida de los pobladores de la zona de estudio.

1.4. Limitaciones

La principal limitación que hemos encontrado en la presente investigación, corresponde a índole económico, debido a que, para obtener datos más acertados a la realidad, es necesario desplegar personal calificado para cuantificar dichos datos.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Plantear una propuesta que satisfaga a la necesidad de agua potable de la población del caserío de México, Julcán, La Libertad, 2018; con el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la población futura de los beneficiarios del proyecto de abastecimiento de agua potable por gravedad; para la población del caserío de México, Julcán, La Libertad, 2018.
- Determinar la calidad y cantidad de agua potable para suplir la necesidad de la población del caserío de México, Julcán, La Libertad, 2018.
- Establecer un diseño de redes de abastecimiento de agua potable por gravedad; para la población del caserío de México, Julcán, La Libertad, 2018.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

(JARA SAGARDIA & SANTOS MUNDACA, 2014) La presente investigación tiene como objetivo principal realizar el DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO DE LAS LOCALIDADES: EL CALVARIO Y EL RINCÓN DE PAMPA GRANDE, DISTRITO DE CURGOS - LA LIBERTAD. Los investigadores realizaron estudios topográficos, de suelos y con la ayuda del software LOOP, diseñaron una red de distribución de agua potable para mencionados caseríos, con una proyección de 2,034 habitantes; así mismo realizaron el diseño de alcantarillado que contribuyó aún más a la mejoras de la población.

A través de este proyecto se espera mejorar el nivel de vida y las condiciones de salud de cada uno de los pobladores, así como el crecimiento de cada una de las actividades económicas; de ahí que si el presente proyecto llegase a ser ejecutado se habrá contribuido en gran manera para este de los Caseríos de Pampa Grande y el Calvario den un paso importante en su proceso de desarrollo.

(DÍAZ MALPARTIDA & VARGAS PASTOR, 2015) El objetivo principal de esta investigación se planteó en diseñar el sistema de agua potable de los caseríos de Chagualito y Llurayaco, distrito de Cochorco, Sánchez Carrión aplicando método de seccionamiento, entre los objetivos específicos fueron Realizar los estudios básicos: reconocimiento de la zona y toma de datos de población, levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos, estimar la población futura para el dimensionamiento del proyecto, realizar el diseño hidráulico de la captación y conducción y por último validar el diseño del sistema de agua potable. Los instrumentos utilizados fueron encuestas para recolección de datos, planos topográficos, reportes emitidos por INEI y reportes de generación de cálculos, Excel y EPANET.

La investigación concluyó que el diseño de las redes de instalaciones de agua es diferente para cada lugar de nuestro país, teniendo en cuenta los factores de población, zona, tipo de suelo. Con presente diseño se lograría mejorar la calidad de vida de 185 habitantes y las condiciones de salud.

(LOSSIO ARICOCHÉ, 2012) El propósito del presente trabajo de investigación es contribuir técnicamente, proponiendo criterios de diseño para sistemas de abastecimiento de agua similares en zonas rurales en el ámbito regional de Piura, teniendo en cuenta las normas nacionales y la experiencia de diseño, construcción, evaluación y transferencia de sistemas rurales de abastecimiento de agua; para ello se ha utilizado la tecnología solar fotovoltaica como una buena alternativa de aplicación en estas zonas de características tan particulares donde la energía solar ofrece mayores ventajas frente al uso de otros tipos de energía.

También se ha realizado una evaluación de la sostenibilidad económica del proyecto y del impacto ambiental con las respectivas medidas de mitigación. Además, se ha resaltado la importancia de la participación comunitaria en la gestión, administración, operación y mantenimiento del servicio de agua, no sólo para garantizar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto, sino también, porque queda sentada una base sólida de organización para que en el futuro la población pueda gestionar nuevos proyectos que impulsen el desarrollo de su comunidad.

(OLIVARI FEIJOO & CASTRO SARAVIA, 2008) El objetivo principal planteado es Elevar el nivel de vida de la población del área en proyecto "Centro Poblado Cruz de Médano"-Morrope-Lambayeque con la implementación de un sistema de Abastecimiento de agua y Alcantarillado, sin que la población se perjudique, siendo un proyecto sostenible, tener un programa. Para ello, se utilizó el programa WaterCad, quien cumplió ampliamente con lo previsto pues su manejo es más versátil, debido al rápido proceso de edición y análisis de simulación hidráulica; también se utilizó el programa Sewercad cumplió ampliamente con lo planteado pues analiza de forma eficiente las redes de alcantarillado, dando soluciones alternas, que puedan ser viables en el proyecto.

La investigación llegó las conclusiones técnicas apropiadas para su diseño: su horizonte de duración del proyecto fue hasta el 2027, el diseño de su tanque elevado contenía una capacidad de 600m³, Los periodos de vibración de la estructura, resultantes de la aplicación de los métodos de Holzer y Stodola son relativamente pequeños con lo que podemos considerar a este tipo de estructuras como RIGIDAS, entre otras conclusiones.

(MARTINEZ MARTINEZ, 2010)La investigación se desarrolló en la ciudad de Guatemala, del mismo país de centro América. El objetivo principal planteado fue Contribuir al desarrollo la aldea Yolwitz del municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango, con el diseño de una red de distribución de agua potable que pueda satisfacer la demanda real de sus habitantes. Aunque dentro de sus objetivos secundarios no fue el diseño de la red de distribución de agua potable, sin embargo, perseguía objetivos consecuentes por medio de la ejecución del proyecto: mejorar la calidad de vida y propiciar el desarrollo socioeconómico de las familias; reducir las enfermedades provocadas por el consumo de agua no potable; evaluar la factibilidad y rentabilidad de la inversión que será necesaria para llevar a cabo la ejecución del proyecto. Para lograr los objetivos se realizaron diferentes estudios, como el levantamiento topográfico, análisis físico-químico del agua y análisis bacteriológico. Además, el investigador realizó un análisis económico para determinar la viabilidad del proyecto. Dentro de sus conclusiones se obtuvo la mejora de la calidad de vida de las familias, debido a que no obtendrán agua no potable, el nivel de enfermedades disminuirá considerablemente dado el tratamiento que se aplicará para obtener agua potable; por

último, el análisis socioeconómico no arroja una viabilidad del proyecto; sin embargo, consideran que debía ejecutarse dado el beneficio social que se obtendrá.

(MURILLO BARRETO & ALCIVAR CHICA, 2015)El investigador planteo como objetivo principal "DISEÑAR LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE PUERTO EBANO KM 16 DE LA PARROQUIA LEONIDAS PLAZA DEL CANTON SUCRE", teniendo como objetivos secundarios: determinar el consumo y demanda de la zona; diseñar la red de distribución de agua potable, presupuesto y cronograma, y teniendo en cuenta las condiciones topográficas y las normas pertinentes.

Aun cuando es una investigación extranjera, procedente de Ecuador, se tomó en cuenta debido a que presenta las mismas condiciones topográficas que nuestro país y resulta pertinente comparar las técnicas aplicadas para solucionar el problema del abastecimiento del agua potable.

Al final de la investigación se determinó que el 85% de la población se abastecía de agua a través de cisternas. El proyecto trabajo con una población de diseño de 1 062 habitantes, proyectada para 25 años de vida. En los resultados de diseño obtenidos se determinó una capacidad de 300m³ de reserva, con un presupuesto final de \$152, 654.00, sin considerar el I.G.V. Financieramente se obtuvo una tasa de rendimiento (TIR) de 18%, haciendo muy viable el proyecto.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Normas técnicas

Las normas técnicas consideradas para la presente investigación son las que rigen el diseño de las obras de saneamiento, así como el tratamiento de agua potable para consumo humano. Las mismas se resumen a continuación:

- Reglamento nacional de edificaciones.
- Normas técnicas de materiales INDECOPI
- Manual de Normas ASTM
- DS N° 031-2010-SA, Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
- Resolución Ministerial N° 192-2018-Vivienda, publicado el 16 de mayo del 2018.

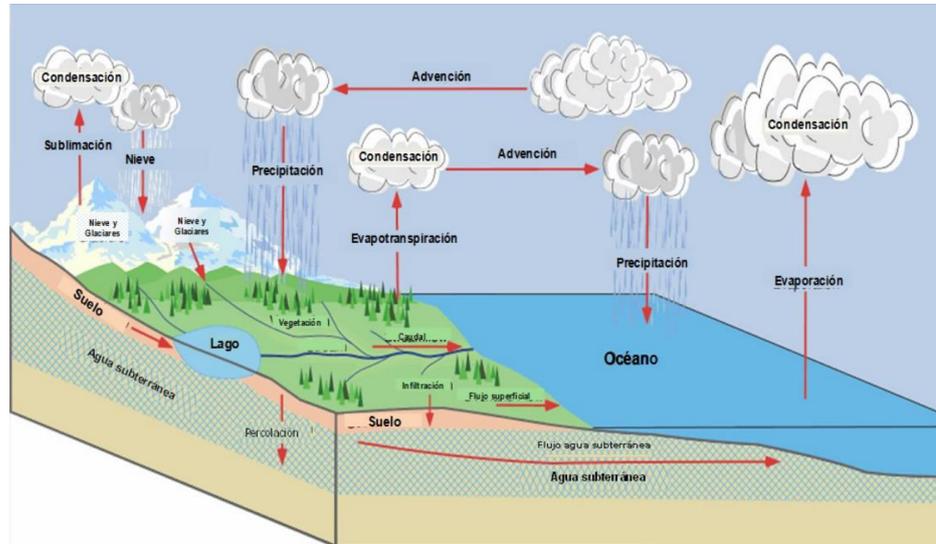
2.2.2. Recursos Hídricos

Los recursos hídricos son los cuerpos de agua que existen en el planeta, desde los océanos hasta los ríos pasando por los lagos, los arroyos y las lagunas; todos ellos corresponden a renovables, sin embargo, la sobre explotación y la contaminación por diversas actividades del hombre, ha hecho que este recurso esté en riesgo.

2.2.2.1. Ciclo Hidrológico del agua

Se denomina Ciclo Hidrológico al movimiento general del agua, ascendente por evaporación y descendente primero por las precipitaciones y después en forma de escorrentía superficial y subterránea.

Figura N° 02: Ciclo Hidrológico del agua



Fuente: TheEncyclopedia of Earth

2.2.3. Características del agua

El agua es una solución química incolora, insabor e inodora químicamente está formada por dos moléculas de Oxígeno por 1 de Hidrógeno; es decir su composición química es H₂O.

Características físicas

Las principales características físicas del agua son:

- El agua no bloquea completamente los rayos solares, por lo tanto, se pueden desarrollar algas marinas en el fondo del océano.
- El color del agua en estado puro es azul turquesa pero este solo puede ser percibido a gran profundidad.
- El punto de ebullición del agua será 100°C en condiciones normales de presión atmosférica; sin embargo, varía dependiendo del lugar donde se encuentre.
- El punto de congelación del agua será de 0°C pero nuevamente esto dependerá de la presión atmosférica del lugar en que se encuentre.

Características químicas

Corresponden a las siguientes características químicas:

- El agua es considerada como el disolvente universal debido a que es muy potente y puede tener la capacidad de afectar a diversas sustancias.
- Una de sus propiedades más estables es su valor de densidad ya que no varía significativamente con cambios de temperatura o presión.
- El agua puede ayudar a formar hidróxidos al ser mezclada con elementos como el calcio, el sodio, el potasio o el cesio ya que tienen un electro positividad mayor a la del hidrógeno contenido en el agua.
- A través del electrólisis el agua puede descomponerse en moléculas de Oxígeno e Hidrógeno separadas.

2.2.4. Principales contaminantes del agua

2.2.4.1. Contaminantes Físicos

Está determinando por partículas sólidas ó líquidas, que le dan turbiedad y características de color, olor y otros, no aceptables por los consumidores. Entre los contaminantes físicos se considera los sedimentos formados por partículas del suelo arrastrados por la lluvia desde las tierras de cultivo, las explotaciones mineras, carreteras, etc.; también las sustancias radiactivas: Residuos producidos por la minería sobre todo del uranio y el torio, las procedentes del uso industrial, médico y científico de elementos radiactivos.

2.2.4.2. Contaminantes Químicos

Es frecuente hallar en el agua, minerales de fierro, magnesio, calcio, manganeso, cloruros, carbonatos, nitritos, nitratos, sulfatos, hidróxidos, etc., sea en forma de solución, en suspensión formando sales, producen generalmente envenenamiento y anomalías en el organismo. Residuos tanto de pesticidas como fertilizantes de la agricultura y ganadería, como nitratos, fosfatos, productos químicos, sustancias de origen industrial, detergentes y productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos; petróleo y derivados.

2.2.4.3. Contaminantes Biológicos

Este tipo de contaminación se genera producto de las aguas residuales, con restos orgánicos y fecales de procedencia urbana; en ello podemos encontrar gusanos, protozoos, bacterias, algas, hongos, virus y otros, estos pueden causar múltiples enfermedades al ser ingeridos.

2.2.5. Fuentes de abastecimiento de agua

Las fuentes de abastecimiento deberán proporcionar en conjunto el Gasto Máximo diario; por tal motivo, en todo proyecto se deberán establecer las necesidades prioritarias de la localidad siendo necesario que, cuando menos la fuente proporcione el gasto máximo diario para esa etapa, sin peligro de reducción por sequía ó cualquier otra causa. Así mismo si la calidad del agua no satisface las normas que exigentes de Agua Potable, deberá someterse a procesos de Potabilización.

2.2.5.1. Aguas de lluvia

Estas aguas son las más puras que se encuentran en la naturaleza, contienen generalmente materia amorfa en suspensión, sulfuros oxígeno, nitrógeno, anhídrido carbónico y cloruros en solución.

Estas aguas son de buena calidad, si se captan o almacenan con toda precaución, para evitar su contaminación debido a materias extrañas que pueden encontrarse en las áreas de recojo o por un almacenamiento inadecuado en el recipiente.

Las aguas de lluvia al caer recogen de la atmósfera, partículas de Hollín, ácido sulfúrico, amoníaco, ácido carbónico y otros gases, al caer sobre los techos de las casas cargan polen de plantas, partículas de insectos, hojas de árboles y otros materiales orgánicos.

2.2.5.2. Aguas superficiales

Se los conoce como tales a las que forman los ríos, mares, reservorios naturales, lagunas, etc. Estas aguas, aunque sean cristalinas están generalmente contaminadas siendo peligroso usarlo en el consumo, mientras no se sometan a un tratamiento adecuado.

Las aguas superficiales al discurrir sobre terrenos de cultivo. Recogen cantidad de bacterias, igualmente al pasar por las poblaciones reciben descargas de desagües, basuras, contaminándose de esta forma el agua.

El contenido de minerales, material orgánico, bacterias, algas etc., varían de acuerdo a las estaciones del año, de un día a otro y muchas veces en el mismo día.

2.2.5.3. Aguas subterráneas

Son aquellas formadas por el agua que se infiltra en las capas interiores de la superficie de la tierra y que afloran como manantiales, o son captadas por medio de galerías filtrantes, pozos, etc.

El agua subterránea, se encuentra generalmente, sobrecargada de sales, en cambio son de mejor calidad bacteriológica por haber sido sometida a

filtración a través de las capas del terreno, las sales que lleva en solución le confiere muchas veces un sabor desagradable.

2.2.6. Red de distribución de agua

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

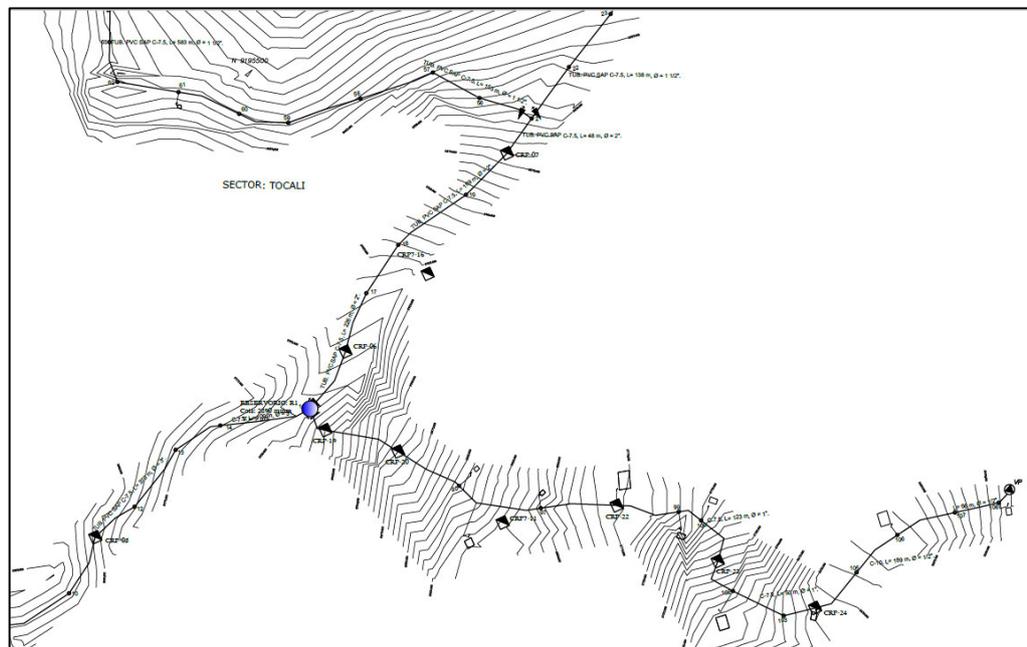
2.2.6.1. Tipos de circuitos de distribución

El diseño hidráulico podrá realizarse como redes abiertas, cerradas y combinadas. Los cálculos deben realizarse tomando en cuenta los diámetros internos reales de las tuberías.

A. Red de distribución de agua potable abierta o ramificada

Este tipo de red de distribución se caracteriza por contar con una tubería Principal de distribución (la de mayor diámetro) desde la cual parten ramales que terminarán en puntos ciegos, es decir sin interconexiones con otras tuberías en la misma Red de Distribución de Agua Potable.

Figura N° 03: Red de Distribución Abierta o Ramificada



Fuente: Elaboración propia

Como vemos en la figura anterior el uso de redes ramificadas se sucede en desarrollos cuyo crecimiento se ha establecido a partir de una vialidad principal y en la que convergen una serie de calles ciegas, dado que las

características topográficas impiden la interconexión entre los ramales para conformar circuitos cerrados.

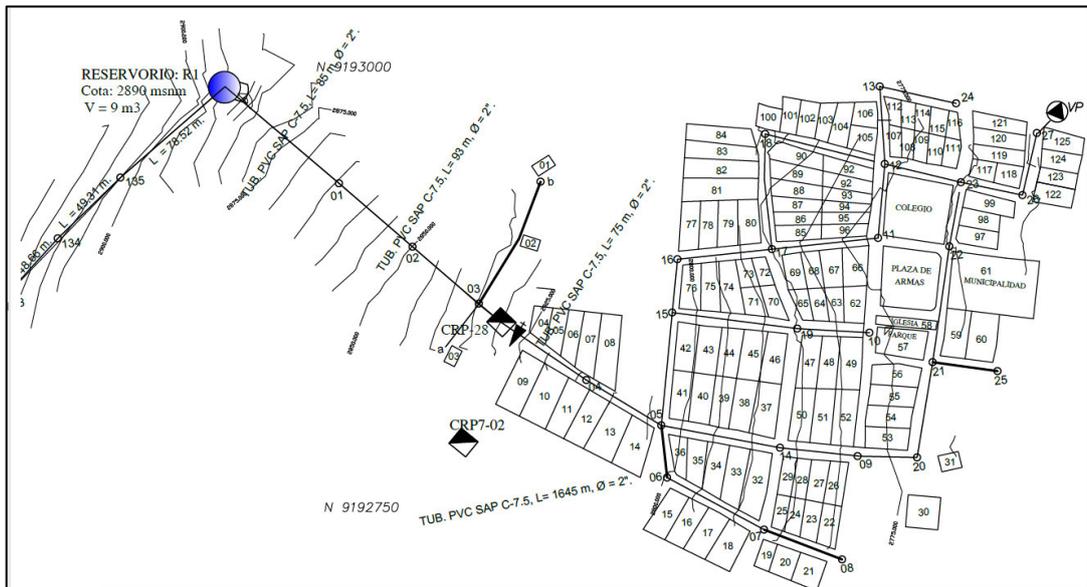
El Dimensionamiento de las redes abiertas o ramificadas se realizará de acuerdo con los siguientes criterios:

- Se admitirá que la distribución del caudal sea uniforme a lo largo de la longitud de cada tramo.
- La pérdida de carga en el ramal será determinada para un caudal igual al que se verifica en su extremo.
- Cuando por las características de la población se produzca algún gasto significativo en la longitud de la tubería, éste deberá ser considerado como un nudo más. Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0,10 lps para el diseño de los ramales.

B. Red de distribución de agua potable Cerrada

En este tipo de red se logra la conformación de mallas o circuitos a través de la interconexión entre los ramales de la Red de Distribución de Agua Potable.

Figura N° 04: Red de Distribución Cerrada o Malla



Fuente: Elaboración propia

El flujo de agua a través de ellas estará controlado por dos condiciones: - El flujo total que llega a un nudo es igual al que sale. - La pérdida de carga entre dos puntos a lo largo de cualquier camino, es siempre la misma. Estas condiciones junto con las relaciones de flujo y pérdida de carga, nos dan sistemas de ecuaciones, los cuales pueden ser resueltos por cualquiera de los métodos matemáticos de balanceo.

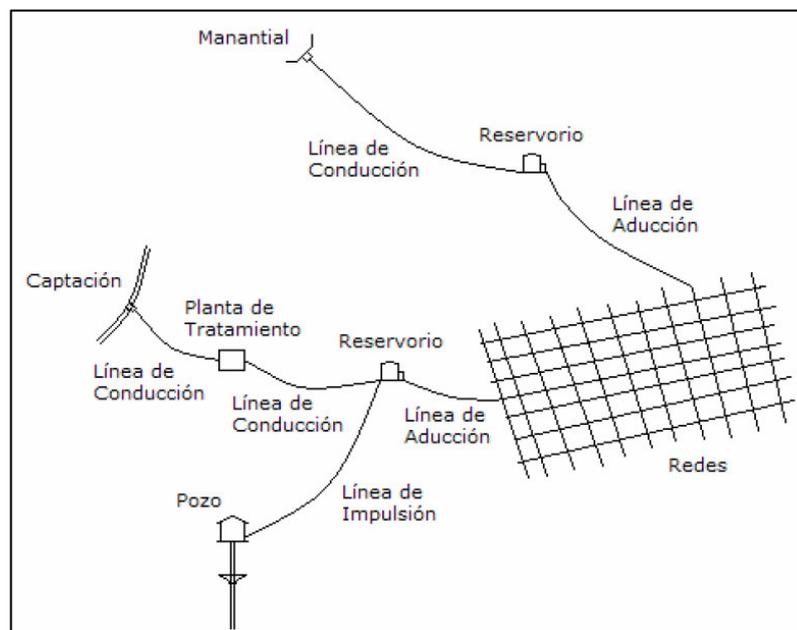
En sistemas anillados se admitirán errores máximos de cierre:

- De 0,10mca de pérdida de presión como máximo en cada malla y/o simultáneamente debe cumplirse en todas las mallas.
- De 0,01lps como máximo en cada malla y/o simultáneamente en todas las mallas Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0,10 lps para el diseño de los ramales. Las redes cerradas no tendrán anillos mayores a 1km por lado.

2.2.6.2. Elementos de una red de distribución

En el siguiente grafico mostramos los elementos de una red de distribución de tres tipos de sistemas de abastecimiento de agua potable:

Figura N° 05: Elementos de una Red de Distribución



Fuente: Abastecimiento de agua. Olivarez Jorge (2013)

En el esquema se puede apreciar los tres tipos de sistemas de abastecimiento de agua potable que dependen según el tipo de fuente de agua.

El primer sistema es una captación de agua subterránea mediante un manantial, luego con una línea de conducción se lleva hasta el reservorio, y finalmente con una línea de aducción se entrega el agua a la red de distribución.

El segundo sistema corresponde a una captación de agua superficial, luego con una línea de conducción se lleva el agua hasta una planta de tratamiento y con otra línea de conducción se descarga en un reservorio, y finalmente con una línea de conducción se distribuye el agua a las redes.

El tercer sistema capta agua subterránea mediante un pozo, y con una línea de impulsión se lleva el agua hasta el reservorio del segundo sistema.

2.2.7. Sistemas de abastecimiento de agua

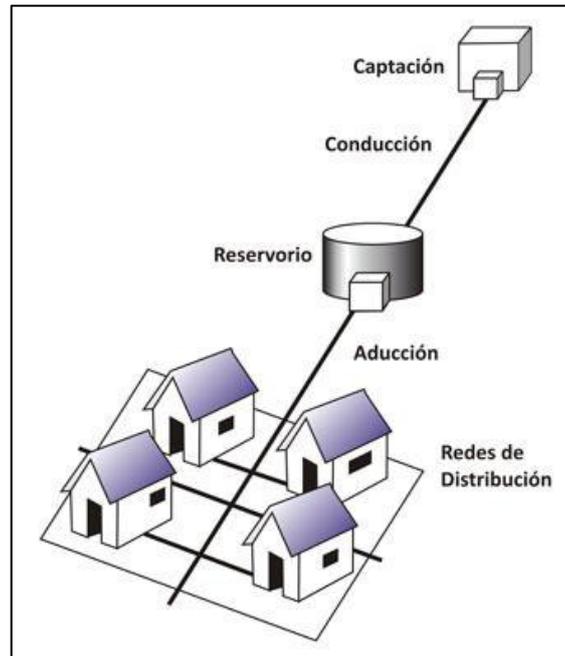
Para zonas rurales, es usual denominar los "sistemas por gravedad", cuando la fuente de agua se encuentra a más altitud que los usuarios; y "sistemas por bombeo", cuando la fuente se encuentra más abajo y se requiere el uso de bombas para entregar el agua a los usuarios. La siguiente clasificación se ha tomado de la página web de la Organización Panamericana de la Salud, perteneciente a la OMS.

2.2.7.1. Sistema de agua por gravedad sin tratamiento

Son sistemas donde la fuente de abastecimiento de agua de buena calidad y no requiere tratamiento complementario previo a su distribución; adicionalmente, no requieren ningún tipo de bombeo para que el agua llegue hasta los usuarios. Las fuentes de abastecimiento son aguas subterráneas o subálveas. Las primeras afloran a la superficie como manantiales y la segunda es captada a través de galerías filtrantes. En estos sistemas, la desinfección no es muy exigente, ya que el agua que ha sido filtrada en los estratos porosos del subsuelo, presenta buena calidad bacteriológica. Los sistemas por gravedad sin tratamiento tienen una operación bastante simple, sin embargo, requieren un mantenimiento mínimo para garantizar el buen funcionamiento. Sus componentes son:

- Captación.
- Línea de conducción o impulsión.
- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.
- Conexiones domiciliarias y/o piletas públicas.

Figura N°06: Sistema de Agua por Gravedad sin Tratamiento



Fuente: Web de la Organización Panamericana de la Salud (OPS)

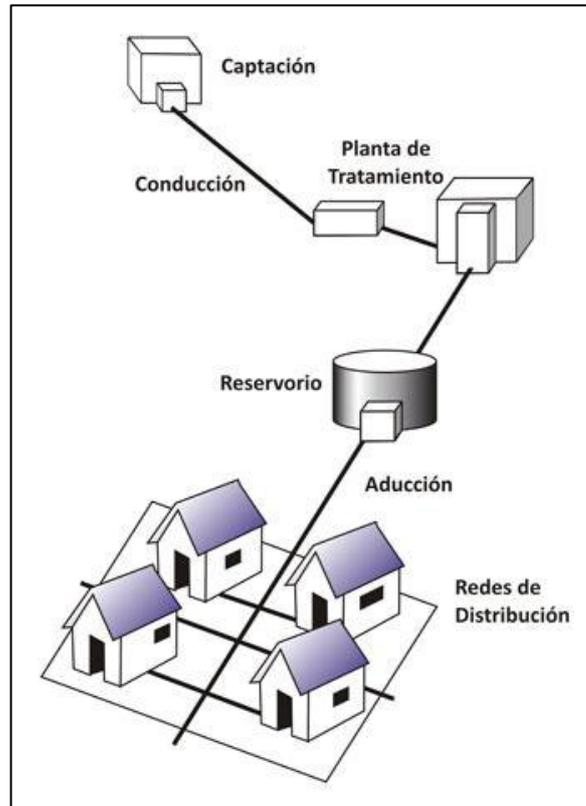
2.2.7.2. Sistema de agua por gravedad con tratamiento

Cuando las fuentes de abastecimiento son aguas superficiales captadas en canales, acequias, ríos, etc., requieren ser clarificadas y desinfectadas antes de su distribución. Cuando no hay necesidad de bombear el agua, los sistemas se denominan "por gravedad con tratamiento". Las plantas de tratamiento de agua deben ser diseñadas en función de la calidad física, química y bacteriológica del agua cruda.

Estos sistemas tienen una operación más compleja que los sistemas sin tratamiento, y requieren mantenimiento periódico para garantizar la buena calidad del agua. Al instalar sistemas con tratamiento, es necesario crear las capacidades locales para operación y mantenimiento, garantizando el resultado esperado. Sus componentes son:

- Captación.
- Línea de conducción o impulsión.
- Planta de tratamiento de agua.
- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.
- Conexiones domiciliarias y/o piletas públicas.

Figura N07° Sistema de Agua por Gravedad con Tratamiento



Fuente: Web de la Organización Panamericana de la Salud (OPS)

La tubería que abastece de agua al tanque(línea de conducción) se diseña para el gasto máximo diario (Qmd) y la tubería que inicia del tanque hacia el poblado (línea de alimentación) para el gasto máximo horario (Qmh) en el día de máxima demanda.

2.2.7.3. Sistema de agua por bombeo sin tratamiento

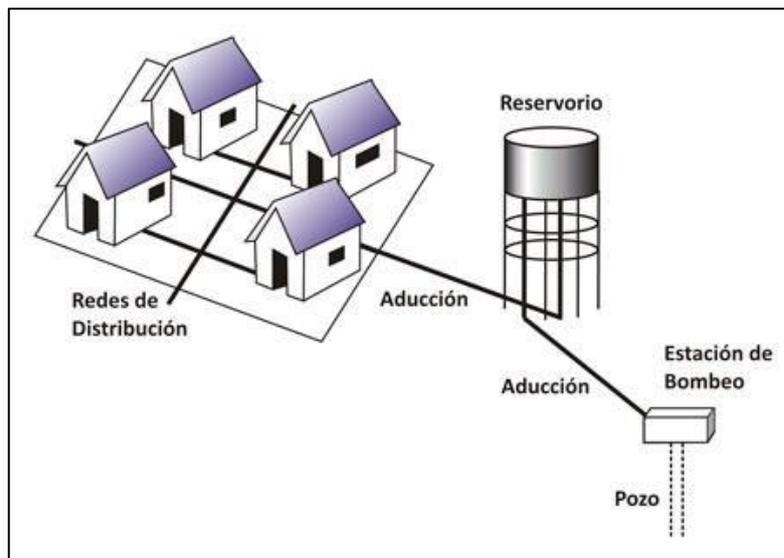
Estos sistemas también se abastecen con agua de buena calidad que no requiere tratamiento previo a su consumo. Sin embargo, el agua necesita ser bombeada para ser distribuida al usuario final. Generalmente están constituidos por pozos. Sus componentes son:

- Captación.
- Estación de bombeo de agua.
- Línea de conducción o impulsión.
- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.

- Conexiones domiciliarias

Para este tipo de sistema no es conveniente un nivel de servicio por piletas públicas.

Cuadro N08° Sistema de Agua por Bombeo sin Tratamiento



Fuente: web de la Organización Panamericana de la Salud (OPS)

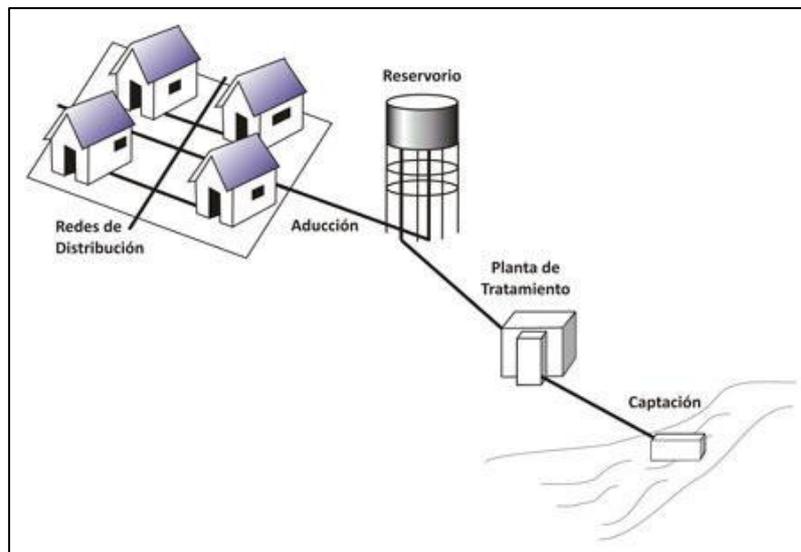
2.2.7.4. Sistema de agua por bombeo con tratamiento

Los sistemas por bombeo con tratamiento requieren tanto la planta de tratamiento de agua para adecuar las características del agua a los requisitos de potabilidad, como un sistema de bombeo para impulsar el agua hasta el usuario final. Sus componentes son:

- Captación.
- Línea de conducción o impulsión.
- Planta de tratamiento de agua.
- Estación de bombeo de agua.
- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.
- Conexiones domiciliarias

Para este tipo no es conveniente un nivel de servicio por piletas públicas.

Cuadro N09° Sistema de Agua por Bombeo con Tratamiento



Fuente: web de la Organización Panamericana de la Salud (OPS)

En el caso que el bombeo se realice directo a la red de distribución, el exceso de agua bombeada a la red durante periodos de bajo consumo se almacena en el tanque y durante periodos de alto consumo, el agua del tanque se envía hacia la red, para complementar la distribuida por bombeo.

2.2.8. Estudios básicos

Los estudios que se debe realizar para el abastecimiento de agua potable a una población es un trabajo complejo en todos los sentidos, ya que de esto dependerá la calidad, la cantidad y sobre todo la duración de la obra. Es importante considerar, el desembolso presupuestal que se genera de los impuestos de la misma población a beneficiar y por lo tanto, esta debe cumplir con el fin que se diseñó. Para esto debemos tomar en cuenta los estudios básicos a tomar en cuenta para un buen proyecto. La Resolución Ministerial 073-2016-Vivienda, en su Capítulo III, numeral 6.4, indica: *“La calidad de agua será verificada mediante los resultados de ensayos de laboratorio correspondientes, condicionado la opción tecnológica a seleccionar, ya que determinará si es necesario o no el tratamiento de potabilización.”* Así mismo, la norma establece que los estudios de agua, deberán contrastarse con los parámetros establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

Entre los diferentes estudios, consideramos. Sin embargo, hemos considerado los tres estudios básicos siguientes:

2.2.8.1. Estudios Topografía

El estudio topográfico se debe realizar a lo largo de una ruta propuesta por donde tentativamente pasará la tubería, tomando los detalles de caminos, quebradas, cercos, ubicación de viviendas con nombre del propietario, fuentes de agua y otros que se estime necesario. Dicho estudio se efectuará utilizando el equipo topográfico usual. Esta información se indicará en los respectivos planos, lo cual permitirá documentar:

- Ubicación de la fuente a captar indicando el nombre y cota de terreno y aforo.
- Ubicación de caminos, carreteras, ríos, quebradas (indicando direcciones).
- Ubicación viviendas enumeradas, escuelas. - Ubicación del Norte Magnético para la orientación respectiva.

En el levantamiento topográfico deberá indicar las curvas de nivel, con la intención de identificar las diferentes cotas en el terreno, cortes y perfiles. Así mismo, se efectuarán en coordenadas geográficas y de UTM referidas al sistema I.G.N. y a un B.M. oficial. De no existir BM, se trasladará a un punto geodésico conocido.

Debemos señalar la importancia del estudio topográfico, debido a que de dicha información se podrá cumplir con la obligatoriedad señalada en la norma R.M. 073 – Vivienda, en su Capítulo II, numeral 3.3. Planos del Proyecto, el cual resumimos a continuación:

- Plano general del sistema de abastecimiento de agua, señalando sus principales unidades.
- Plano de red de distribución
- Plano de las líneas de conducción, aducción, y/o impulsión en perfil y planta.
- Planos de planta, cortes y detalles.
- Además de otros planos como diagramas de presiones, plano de conexiones domiciliarias y plano de perfil hidráulico.

2.2.8.2. Estudios de fuente de agua en calidad y cantidad

Siendo necesario determinar la calidad y cantidad de agua disponible para la demanda de la población, consideramos realizar los siguientes estudios básicos:

A. Estudios para determinar la calidad de agua

El agua para el consumo humano debe contar con las condiciones apropiadas, por tal motivo, el D.S. N° 031-2010-SA, en su Título IX, exige los requisitos que debe tener el agua para consumo humano.

a. Parámetros microbiológicos

- Bacterias coliformes totales, termotolerantes y Escherichiacoli,
- Virus.
- Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.
- Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépedos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos.
- Para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C.

Parámetros de tolerancia establecidos en el Anexo N° 01 de la norma.

b. Parámetros de calidad organoléptica

Estos parámetros norman al proveedor de agua potable que el 90% de las muestras tomadas en su plan de control, correspondientes a los parámetros químicos que afectan la calidad estética y organoléptica del agua para consumo humano, no deben exceder las concentraciones o valores señalados en el Anexo II del dicho Reglamento.

c. Parámetros inorgánicos y orgánicos

Toda agua destinada para el consumo humano, no deberá exceder los límites máximos permisibles para los parámetros inorgánicos y orgánicos señalados en el Anexo III de dicho Reglamento.

B. Cantidad de agua, balance Oferta - Demanda

Es importante determinar si resulta suficiente la cantidad de agua disponible para la demanda de la población. Por consiguiente, deberá realizarse un balance de oferta y demanda.

Oferta de agua

En estos casos hay que analizar si las fuentes de captación de agua pueden quedar con un caudal que sea superior o mayor al caudal requerido como consumo promedio diario.

Para pronosticar la producción futura de las fuentes subterráneas, se considera su evolución en un periodo significativo y se asume que prevalecerán las condiciones actuales, aunque siempre el análisis hidrológico es la mejor alternativa de proyección, ya que determinaría un valor constante para todo el horizonte como caudal sustentable, el cual podría ser menor en forma significativa al actual.

Demanda

Analizar la demanda, corresponde de vital importancia, dado que se busca determinar la cantidad consumible de la población, consideramos el siguiente punto:

- Establecer la cantidad consumida de agua potable por tipo de usuario: doméstico, comercial, industrial, estatal.
- Incluye el análisis del consumo actual y su proyección durante el periodo de análisis del proyecto.
- Sus resultados permiten establecer la producción de agua requerida, el balance Oferta/Demanda, el tamaño de los componentes del proyecto y el momento oportuno para ejecutarlos.
- El análisis supone que no existirán restricciones en el servicio
- Se destaca el consumo doméstico porque se estima que representa un porcentaje del total del consumo.

2.2.8.3. Estudio de mecánica de suelos.

Este es uno de los estudios principales, debido a que sus resultados nos permitirán dimensionar una estructura, la finalidad principal es determinar las características geotécnicas del suelo dentro de la profundidad activa y a partir de ellas obtener la profundidad de cimentación y las condiciones portantes del sub-suelo sobre el cual se fundaran las estructuras de las obras no lineales: Planta de tratamiento de agua potable, Planta de tratamiento de agua residual y Reservorios, esto en concordancia con la Norma Técnica Vigente E-050.

2.2.9. Periodo de diseño y población

2.2.9.1. Periodo de diseño

La norma técnica Resolución Ministerial 192-2018-Vivienda, considera un horizonte de diseño de 10 a 20 años, estos periodos están basados en los siguientes factores:

- Vida útil de las estructuras y equipos
- Grado de dificultad para realizar la ampliación de la infraestructura

- Crecimiento poblacional
- Economía de escala

Así mismo, recomienda periodos máximos recomendables, según sus componentes:

- Capacidad de las fuentes de abastecimiento: 20 años
- Obras de captación: 20 años
- Pozos: 20 años
- Plantas de tratamiento de agua de consumo humano, reservorio: 20 años.
- Tuberías de conducción, impulsión, distribución: 20 años
- Equipos de bombeo: 10 años
- Caseta de bombeo: 20 años

2.2.9.2. Estudios de población

Es importante estudiar la población a la que se verá beneficiada, no solo a la población presente, sino también a la población futura; por lo tanto resulta necesario realizar proyecciones para poblaciones según el periodo de diseño del proyecto.

2.2.9.3. Determinación de la población futura

Para el cálculo de la población futura intervienen diferentes factores, tales como:

- Crecimiento histórico
- Variación de las tasas de crecimiento
- Características migratorias
- Perspectivas de desarrollo económico

La forma más apropiada para determinar la población de un proyecto o la población futura de una localidad, se basa en su desarrollo pasado, tomado de los datos estadísticos. Los datos de los censos de población pueden adaptarse a métodos², como son:

a) Métodos analíticos

Presuponen que el cálculo de la población para una región dada es ajustable a una curva matemática. Es evidente que este ajuste dependerá de las características de los valores de población censada, así como de

²Agüero P., Pittman. Agua Potable para Poblaciones Rurales (1997), Clasificación de métodos de proyección de crecimiento poblacional, Pág.20, Publicado por el Centro Peruano de Estudios Sociales – CEPES, portal Web.

los intervalos de tiempo en que estos se han medido. Dentro de los métodos analíticos tenemos el aritmético, geométrico, de la curva normal, logístico, de la ecuación de segundo grado, el exponencial, de los incrementos y de los mínimos cuadrados.

b) Métodos comparativos

Son aquellos que mediante procedimientos gráficos estiman valores de población, ya sea en función de datos censales anteriores de la región o considerando los datos de poblaciones de crecimiento similar a la que se está estudiando.

c) Método racional

En este caso para determinar la población, se realiza un estudio socioeconómico del lugar considerando el crecimiento vegetativo que es función de los nacimientos, defunciones, inmigraciones, emigraciones y población flotante.

Uno de los métodos más utilizados para el cálculo de la población futura en las zonas rurales es el método aritmético. Este método inclusive está contemplado en la norma R.M. 192-2018-Vivienda, aunque es posible y deja a criterio del proyectista el uso de otro método.

La fórmula de crecimiento aritmético es:

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

Dónde:

Pf = Población futura

Pa = Población actual

r = tasa de crecimiento de la población

t = Periodo de diseño

La tasa de crecimiento poblacional (r), se puede obtener si se conoce información intercensal, tomando como fuente las publicaciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), de los resultados de los Censos Nacionales de Población y Vivienda. Para la elección de la

curva de crecimiento población se debe hacer una comparación, eligiéndose aquella que se asemeja más al crecimiento de la población del lugar.

Es necesario indicar que la norma mencionada anteriormente, señala que de no existir una tasa crecimiento poblacional, se debe adoptar una tasa cercana o similar. Por otro lado, si el valor de la tasa es negativo, se tomará un valor $r=0$.

2.2.9.4. Dotación de agua

La dotación será estimada sobre la base a un estudio de consumo de agua para el ámbito rural; sin embargo, de no contar con dicho estudio, el consumo promedio diaria anual por habitante, se fijará teniendo en cuenta las recomendaciones de la norma técnicamente, Resolución Ministerial 192-2018, que aprueba la “*Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural*”. Dichas normas, recomiendan seleccionar una dotación para la población de la sierra, teniendo en cuenta del tipo de opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas sea seleccionada y aprobada bajo los criterios establecidos, según el siguiente cuadro.

REGIÓN	SIN ARRASTRE HIDRAÚLICO	CON ARRASTRE HIDRAÚLICO
Costa	60/l/h/d	90/l/h/d
Sierra	50/l/h/d	80/l/h/d
Selva	70/l/h/d	100/l/h/d

La tendencia a mediano plazo es que las letrinas cambien a alcantarillado y las piletas a instalaciones domiciliarias, por tanto, en lo posible, se recomienda diseñar instalaciones a futuro con dotaciones de 80 lppd.

Debemos tomar en cuenta que las normas antes indicadas, son aplicadas para poblaciones no más de 2000 habitantes.

2.2.9.5. Variación de consumo

Para suministrar eficientemente agua es importante, es necesario considerar cada una de las partes que conforman el sistema satisfaga las necesidades reales de la población; considerando el diseño de cada estructura de tal forma que el consumo y variaciones de las mismas, no desarticulen todo el sistema, sino que permitan un mejor servicio de agua eficiente y continuo.

La variación de consumo de agua está determinada por diversos factores como: tipo de actividad, hábitos de la población, condiciones de clima y otros; por lo tanto, es importante considerar los siguientes caudales:

- Caudal medio diario (Q_m).
- Caudal máximo diario ($Q_{max.d}$)
- Caudal máximo horario ($Q_{max.h}$)

a. Consumo promedio diario anual (Q_m)³

El consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresada en litros por segundo (Vs) y se determina mediante la siguiente relación:

$$Q_m = \frac{P_f * dotación(d)}{86,400s/día}$$

Q_m = Consumo promedio diario (Vs).

P_f = Población futura (hab.).

d = Dotación (l/hab./día).

b. Consumo máximo diario (Q_{md}) y horario (Q_{mh})⁴

El consumo máximo diario se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año; mientras que el consumo máximo horario, se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo.

La Norma técnica 192-2018-vivienda, Variación de Consumo, indica que se determinarán estas variaciones en función a datos estadísticos de la zona; sin embargo, de contar con dichos datos se tomará en cuenta los siguientes coeficientes:

- Para el consumo máximo diario, se considerará un valor de 1.3 veces el consumo promedio diario anual.
- Para el consumo máximo horario, se considerará un valor de 2 veces el consumo promedio diario anual.

^{3, 4} Agüero P., Pittman. Agua Potable para Poblaciones Rurales (1997), Clasificación de métodos de proyección de crecimiento poblacional, Pág.24, Publicado por el Centro Peruano de Estudios Sociales – CEPES, portal Web.

Los siguientes gráficos ilustran el Máximo anual de la demanda diaria (Qmd) y Máximo anual de la demanda horaria (Qmh).

Figura N°10: Variaciones Diarias de Consumo - Qmd

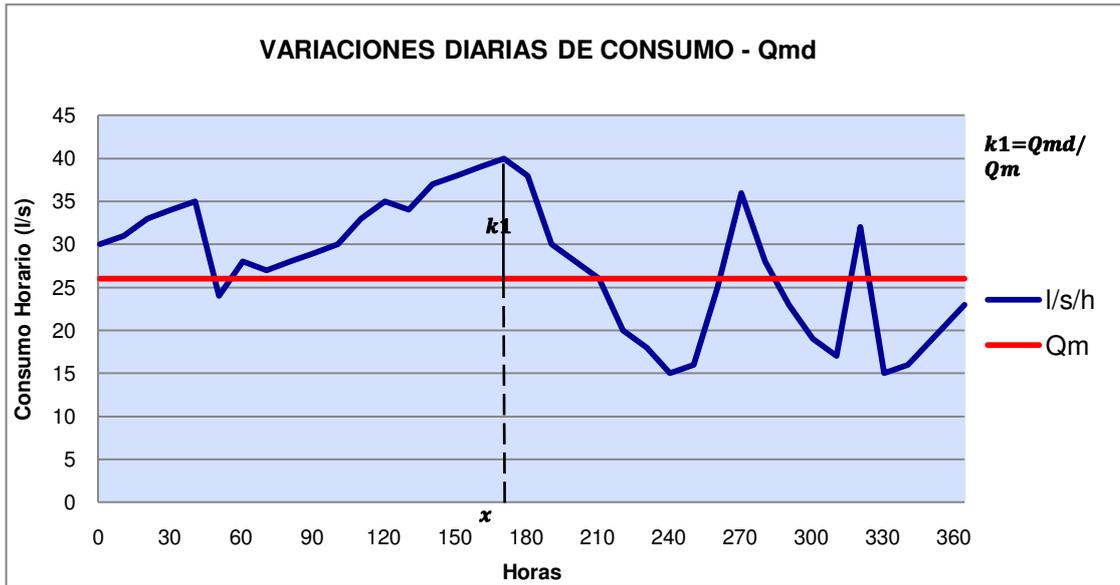


Gráfico: Elaboración propia (Tomado de: Roger Agüero Pittman)

Figura N°11: Variaciones Horarias de Consumo - Qmh

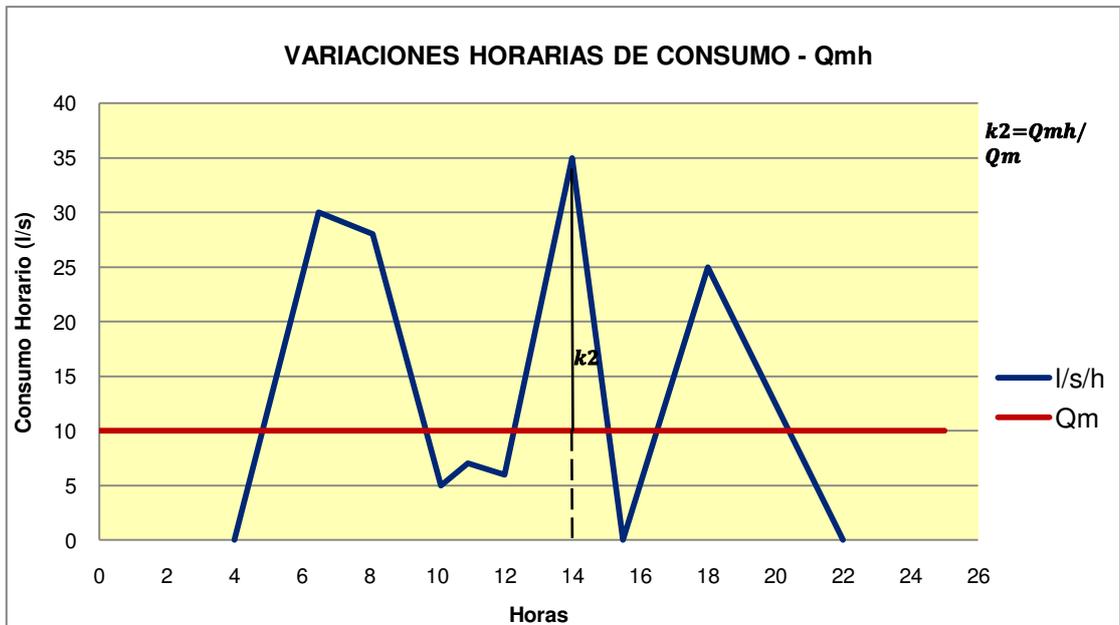


Gráfico: Elaboración propia (Tomado de: Roger Agüero Pittman)

2.2.10. Tuberías⁵

Una tubería se compone de dos o más tubos ensamblados mediante un sistema de unión que permite la conducción de un fluido.

En la selección del material de la tubería intervienen características como: resistencia mecánica, durabilidad, resistencia a la corrosión, capacidad de conducción, economía, facilidad de conexión y reparación, y, especialmente, la conservación de la calidad del agua. La resistencia mecánica de la tubería le permite soportar cargas externas, como cargas estáticas (relleno de la zanja) y cargas dinámicas (tráfico). Además, le permite soportar cargas internas (presión hidrostática), tanto de operación como transitorios hidráulicos (golpe de ariete), aunque en redes de distribución los transitorios son relativamente pequeños. Influye también la resistencia a los daños durante su instalación.

Para determinar el diseño de la tubería de conducción, la Norma Técnica 192-2018-Vivienda, en su punto 2.9. nos muestra los parámetros necesarios para el diseño de dicha tubería:

- 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/sPara 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

Formula de Manning

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

Además:

$$Q = A.V$$

Dónde:

V = Velocidad (m/seg)

⁵Reglamento Nacional de Edificaciones (DS N° 011-2006-VIVIENDA), Norma OS.010.

R = Radio hidráulico = A/P

A = Área

P = Perímetro

n = Coeficiente de fricción.

Q = Caudal

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 siguiente formula y tabla.

Formula de Hazen y Williams

Su formulación en función del radio hidráulico es:

$$V = 0.8494 * C * (Rh)^{0.63} * S^{0.54}$$

En función del diámetro para unidades de Q: [m³/s] V: [m/s] D: [m],

$$Q = 0.2787 * C * (Di)^{(4.87/1.85)} * S^{(1/1.85)}$$

Qué es aproximadamente igual a:

$$Q = 0.2787 * C * (Di)^{(2.63)} * S^{(0.54)}$$

Dónde:

Rh = Radio hidráulico = Área de flujo / Perímetro húmedo = $Di / 4$

V = Velocidad media del agua en el tubo en [m/s].

Q = Caudal o flujo volumétrico en [m³/s].

C = Coeficiente que depende de la rugosidad del tubo.

Di = Diámetro interior en [m]. (Nota: $Di/4$ = Radio hidráulico de una tubería trabajando a sección llena)

S = Pendiente - Pérdida de carga por unidad de longitud del conducto [m/m].

Tabla N°01: 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
Polietileno, Asbesto Cemento	140
Poli(cloruro de vinilo)(PVC)	150

Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado

Clase de tuberías

Las clases de tubería indican que están fabricadas para soportar las máximas presiones que ocurran en la línea representada por la línea de carga estática. La presión máxima no ocurre bajo condiciones de operación, sino cuando se cierra la válvula de control y se produce la presión estática. La selección de tubería dependerá de la necesidad del proyecto, en su mayoría se utiliza tubos de material de PVC, sin embargo, dada las circunstancias, cuando se requiera diseño sifones se utilizará tuberías galvanizadas que tienen la capacidad de soportar altas presiones, hasta un máximo de 500mca.; pero teniendo en cuenta el impacto en el costo del proyecto. La presión recomendada para el diseño es el 80% de la nominal. En el siguiente cuadro se puede observar la capacidad de las tuberías, que en el mercado se puede encontrar diámetros comerciales.

Tabla N°02: Clase de Tuberías de Agua

Clase	Presión máxima de prueba (mca)	Presión máxima de trabajo (mca)
5	50	35
7.5	75	50
10	100	70
15	150	100

2.2.11. Accesorios

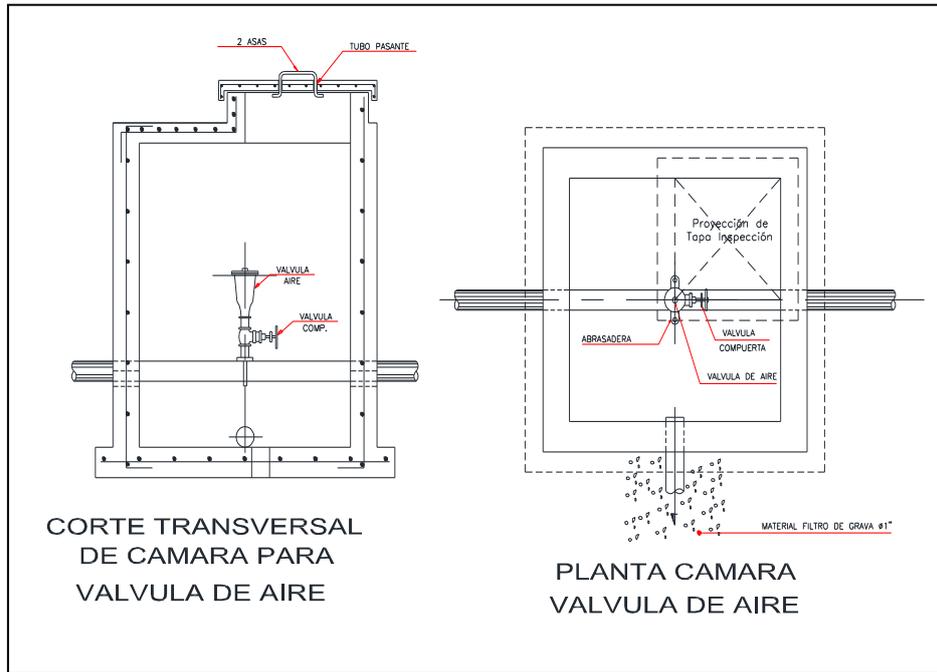
a) Válvulas de aire

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.

Figura N°12: Válvula de Aire

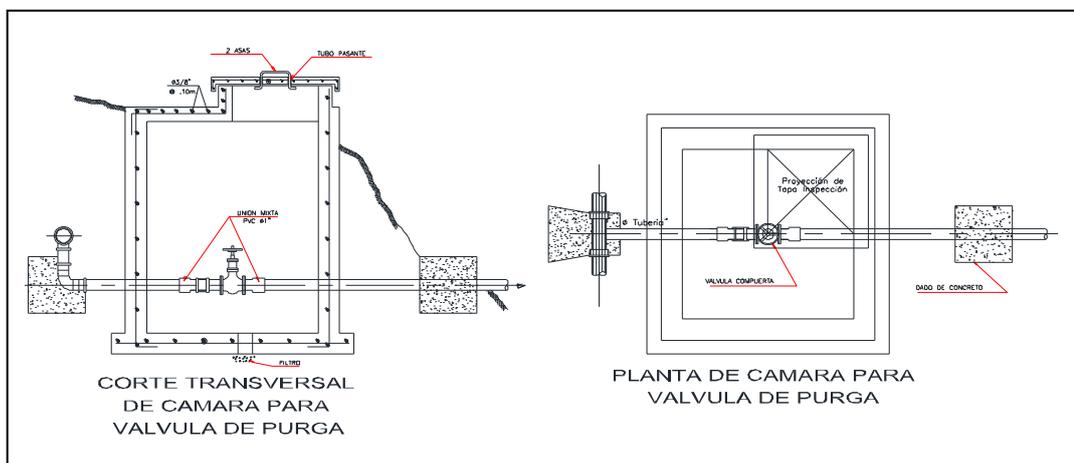


b) Válvulas de purga

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.

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

Figura N°13: Válvula de Purga



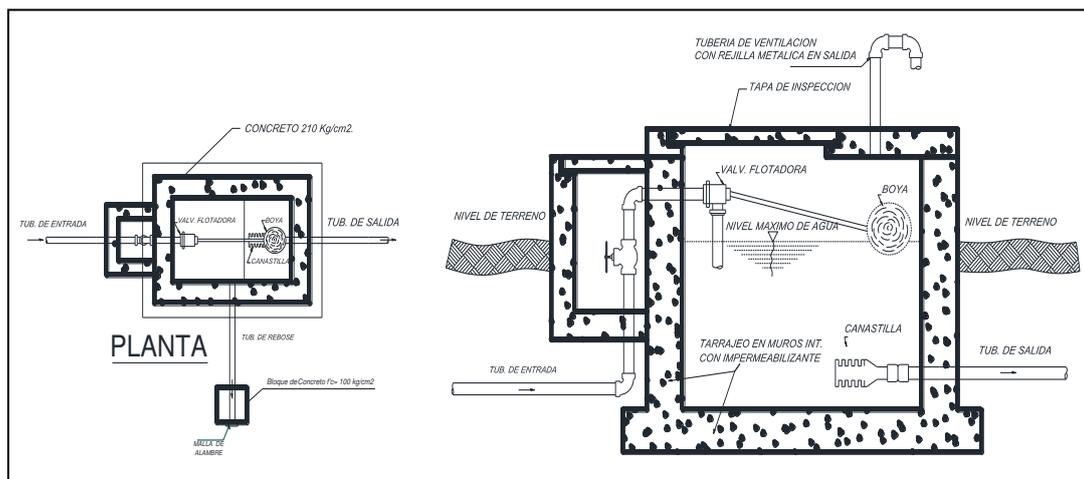
2.2.12. Cámara rompe presión (CRP)

Son requeridas cuando existe desniveles que generen presiones en la tubería mayor a las que son permitidas soportar, de tal manera que para reducir costos se utiliza tuberías de menor clase. Estas estructuras permiten que la energía se disipe, reduciéndola a cero y así se evita daños en las tuberías. Sin embargo, debemos considerar que, dado las circunstancias, resulta necesario utilizar tuberías de mayor clase y aprovechar la energía para conducir el agua a los puntos más elevados. Así mismo según el Norma Técnica 192-2018-vivenda, la presión estática no será mayor de 50m.

Según la necesidad y teniendo en cuenta el costo, existen dos tipos de CRP:

- **CRP Tipo 6.-** Es empleada en línea de conducción cuya finalidad es únicamente de reducir la presión en la tubería.
- **CRP Tipo 7.-** Es utilizada en la red de distribución, además de reducir la presión regula el abastecimiento mediante el accionamiento de la válvula flotadora.

Figura N°14: Cámara Rompe presión



2.2.13. Tanque de almacenamiento

Los tanques son utilizados en los sistemas de distribución de agua para asegurar la cantidad y la presión del agua disponible en la red. Según su construcción, pueden ser superficiales o elevados. Los superficiales se emplean cuando se dispone de terrenos elevados cerca de la zona de servicio, esto permite aprovechar la gravedad para originar una presión adecuada en el abastecimiento de agua.

Norma Técnica 192-2018-vivenda, en el punto 2.14. Reservorio, proporciona algunas exigencias que debe cumplir lo tanques de almacenamiento de agua potable:

Aspectos generales

- El material por utilizar es el concreto, su diseño se basa en un criterio de estandarización, por lo que el volumen final a construir será múltiplo de 5 m³.
- Deben estar ubicados en áreas libres, además debe incluir un cerco que impida el libre acceso a las instalaciones.
- 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.
- No deberán estar ubicados en terrenos sujetos a inundación, deslizamientos u otros riesgos que afecten su seguridad.
- 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.
- Se debe prever que las labores de mantenimiento sean efectuadas sin causar interrupciones prolongadas del servicio. La instalación debe contar con un sistema de «bypass» entre la tubería de entrada y salida ó doble cámara de almacenamiento.

Respecto a su volumen

El volumen de regulación debe ser adoptado como mínimo el 25% del promedio anual, sin embargo, si el suministro es discontinuo, se aplicará el 30%.

En caso contrario deberá ser determinado en función al horario del suministro.

2.2.14. Definiciones (CONAGUA)

Coefficiente de fricción. Parámetro de diseño hidráulico que permite determinar las pérdidas de energía en una línea de conducción.

Consumo de agua. Volumen de agua utilizado para cubrir las necesidades de los usuarios. Hay diferentes tipos de consumos: doméstico, no doméstico (dividido en

comercial e industrial) y público. Este se puede obtener directamente de las mediciones en la toma domiciliaria.

Demanda. Cantidad de agua requerida en las tomas para consumo de una localidad o área de proyecto, considerando los diferentes usuarios (domésticos, comerciales, industriales, turísticos, entre otros) que ahí tienen lugar, más las pérdidas físicas del sistema.

Distrito hidrométrico. Sección de la red de agua potable en la que se controlan las entradas y salidas, para realizar mediciones de consumo y hacer el balance de volúmenes de agua.

Dotación. Cantidad de agua necesaria para satisfacerla demanda de la población en un día medio anual. (Es el cociente de la demanda entre la población de proyecto). Volumen asignado de agua en fuentes al día por habitante, considerando todos los usuarios.

Estación de bombeo. Sitio en donde se instalan equipos mecánicos para elevar la carga hidráulica por medio de bombas, con el objetivo de conducir el agua desde un sitio hasta otro punto de la red con cierta carga hidráulica y gasto determinado.

Fuente de abastecimiento. Cuerpo de agua, subterráneo o superficial, desde la cual se toma el agua para suministro al sistema de distribución.

Fuga. Pérdida de agua a través de cualquiera de los elementos o uniones de un sistema de agua potable, toma domiciliaria o alcantarillado sanitario.

Gasto. Volumen de agua medido en una unidad de tiempo, generalmente se expresa en litros por segundo.

Golpe de ariete. Fenómeno transitorio consistente en variaciones rápidas de presión y velocidad que acompañan a cualquier cambio repentino en las condiciones de flujo. Las dos causas más frecuentes de estos cambios son el paro no programado de un equipo de bombeo y el cierre brusco de una válvula.

Hermeticidad. Característica de una red de conductos de no permitir el paso del agua a través de sus juntas.

Junta. Sistema de unión entre tubos y piezas especiales.

Línea de conducción. Elemento que sirve para transportar el agua de un lugar a otro de manera continua y puede trabajar a presión en el caso de tuberías o a superficie libre, en caso de canales y tuberías.

Pérdida física. Volumen de agua que se extrae en la fuente de agua y que no es consumido por los usuarios.

Periodo de diseño. Lapso para el cual se diseña el sistema.

Planta de bombeo. Es el conjunto motor eléctrico, bomba, conductos que se instalan para la extracción y manejo de cualquier tipo de aguas.

Planta potabilizadora. Sitio en el cual se eliminan del agua los elementos nocivos para la salud humana.

Red de distribución. Conjunto de tubería, piezas especiales, válvulas y estructuras que conducen el agua desde los tanques de regulación hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos.

Toma domiciliaria. Instalación que se conecta a la tubería de la red de distribución y permite el suministro de agua potable a los usuarios.

Válvula. Accesorio que se utiliza en los sistemas de agua para seccionar y controlar el paso del agua.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1 Operacionalización de variables

3.1.1. Variables de estudio

a) Variable Independiente

Abastecimiento de agua por gravedad

b) Variable Dependiente

Solución a la necesidad de agua de la población

3.1.2. Operacionalización de variables

Tabla N° 04: Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Abastecimiento de agua por gravedad	Tipo de abastecimiento en la que el agua cae por su propio peso desde una fuente elevada hasta los consumidores situados en un punto inferior.	Medidas y dimensiones de conductos	Diámetro y extensión de tuberías de instalación
			Caudal de abastecimiento
			Cota del reservorio en metros lineales
			Capacidad necesaria del reservorio
Solución a la necesidad de agua de la población	Necesidad básica que requieren las personas para vivir	Disponibilidad de agua potable para la población.	Números de beneficiarios
			Porcentaje de brecha de acceso a agua potable
		Continuidad de abastecimiento de agua potable	Números de horas de abastecimiento

3.2 Diseño de investigación

La presente investigación está clasificada como No Experimental, del tipo Transversal, Correlacional.

Fundamento:

Esta investigación no será posible llevarla a un laboratorio, ni manipular hasta ver sus cambios; por lo tanto, se fundamenta como una Investigación No Experimental, del tipo transversal debido a que se plantea para un solo periodo de estudio y de clase correlacional, teniendo en cuenta que solo describe la relación que existe entre el abastecimiento de agua, y la solución a la necesidad de agua potable de la población del caserío de México, Julcán, para el periodo 2018.

3.3 Unidad de estudio

Está identificado como el caudal de abastecimiento de por familia, del caserío de México, Julcán, La Libertad.

3.4 Población

Todos los habitantes del caserío de México, Julcán, La Libertad; que están compuestos por 91 familias, de 4 y 5 habitantes por familia en promedio.

3.5 Muestra (muestreo o selección)

También se identifica a todos los habitantes del caserío de México, Julcán, La Libertad, con los miembros de las 91 familias.

3.6 Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

Para la presente investigación hemos considerado las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Tabla N° 05: Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

TECNICAS	INSTRUMENTOS
➤ Revisión documentaria	➤ Ficha Resumen-Matriz de categoría
➤ Observación	➤ Guía de observación
➤ Estudios previos	➤ Estudio de suelos ➤ Levantamiento topográfico ➤ Estudio fisicoquímico y bacteriológico

3.6.1 Revisión documentaria

3.6.1.1 Ubicación

El caserío de México pertenece a la Municipalidad Distrital de Calamarca, la misma que lo compone como uno de los distritos de la provincia de Julcán, en el departamento de La Libertad.

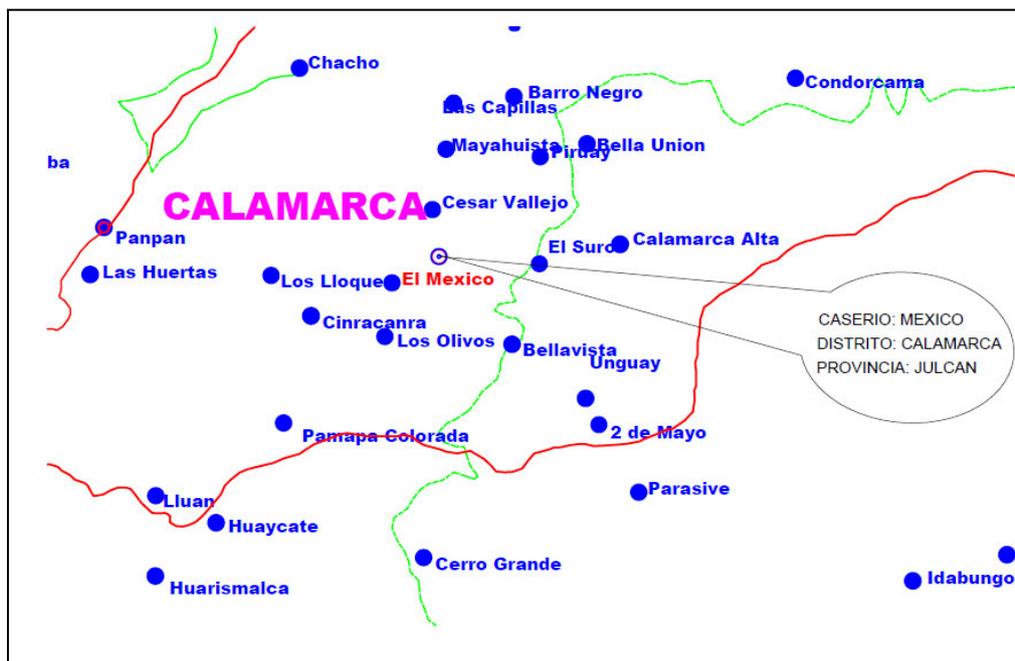
El caserío se encuentra ubicado a 3,150 msnm y presenta una gran variedad de climas, concordante con los pisos altitudinales que posee, así tenemos que en la región Quechua Yunga presenta un clima templado que cubre las vertientes occidentales y orientales andinas, mientras que en la región quechua - Jalca, el clima es frío, donde en las zonas de mayor altura se registran heladas. Presenta temperaturas históricas promedio máximas entre 14.88°-19.20°C, mientras que las temperaturas históricas promedio mínimas entre 5.42° y 6.56°C, aunque ocasionalmente en algunas horas se presentan temperaturas de 0.5° C y 21° C. aproximadamente. La precipitación media es de 507 mm al año. La zona de influencia del proyecto se ubica a una altitud promedio que va desde los 3070 a 3621 m.s.n.m

Figura N° 15: Mapa Político de la Provincia de Julcán



Fuente: Municipalidad Provincial de Julcán

Figura N° 16: Mapa de Ubicación del Caserío de México



Fuente: Elaboración propia

3.6.1.2 Vías de acceso

La principal vía de comunicación que integra al caserío de México, perteneciente al distrito de Calamarca, provincia de Julcán y la provincia de Trujillo, La Libertad, se desarrolla por la carretera Trujillo-Otuzco - Huamachuco. La carretera es asfaltada hasta la provincia de Julcán, sin embargo hasta el tramo de Agallpampa, se nota en perfectas condiciones y el tramo hasta Julcán, presenta deterioro en sus pistas. De Julcán al distrito de Calamarca, cuenta con una distancia de 50km aproximadamente y un tiempo de viaje de 1.5 horas. Debemos rescatar que este tramo presenta un 80% de su tramo asfaltado y en perfectas condiciones, la diferencia solo cuenta con un tramo afirmado. El tiempo de viaje estimado en vehículo liviano es de 4.5 horas desde la provincia de Trujillo hasta el caserío de México.

Otro de los accesos que cuenta para llegar a este caserío es por la provincia de Virú; sin embargo, no es utilizado con mucha regularidad por considerarse como trocha carrosable, y en mal estado.

3.6.1.3 Clase socioeconómica (AGRICULTURA, 2012)

A. Actividades Económicas.

La estructura económica se sustenta en las actividades primarias, dentro de ellas, la agricultura, ganadería y comercio; actividades con escaso

dinamismo que son la principal fuente de ingresos para la mayoría de las familias.

Agricultura. - La actividad económica que predomina es la agrícola, a través de la siembra de tubérculos (papa, olluco, oca), cereales (Trigo, Cebada), menestras (arveja, chocho, lenteja serrana ñuña), variedad de frutas, entre otros productos Palta, granadilla, rocoto, Manzana chirimoya, higo estos frutales en poca escala de igual manera productos andinos como quinua, linaza, quiwicha. En la actualidad se ha visto muy afectada por los efectos del Fenómeno del Niño; este fenómeno ocasiona una migración por parte de los campesinos hacia las ciudades de la costa norte como Trujillo, Chimbote, Chiclayo, Lima y Otros. Además, existen en otras actividades como el comercio y

Ganadería: La práctica de la ganadería es tipo extensiva, aprovechando los pastos naturales; entre las especies presentes, destaca el ganado vacuno, ovino, caprino, porcino y en pequeña escala la cría de alpacas.

Minería: La provincia tiene importantes yacimientos minerales, los cuales otorgan mucho empleo a las comunidades campesinas, una de ellas principalmente es el carbón.

Comercio: El comercio como actividad económica, es la tercera actividad de importancia en la provincia y concentra especialmente en la capital. Referente al comercio interno y de abastecimiento al mercado local, los productos de mayor significación económica son la papa, trigo, cebada, chocho, olluco, habas y oca. Como contrapartida del intercambio comercial, en la provincia se consume y se abastece productos industrializados a través de comerciantes mayoristas, transportistas y pequeños comerciantes.

B. Condiciones sociales

Vivienda. - Las viviendas están construidas a base de material rústico, adobe y tapial. Sus techos son cubiertos con teja, paja, calamina u otros. Las paredes de éstas casas son tarrajeadas con barro especial, yeso o en algunos casos con cemento. Los pisos son generalmente de madera, tierra o cemento. Las puertas y ventanas algunas son de madera y otras

de fierro; así mismo dichas viviendas no cuentan con una buena base estructural para sismo.

Educación. - Según los últimos datos estadísticos el índice de analfabetismo de la provincia es de 22.8%, ya que la relación por alumno / docente es de: Inicial 1 profesor para 41 alumnos, Primaria, un profesor para 28 alumnos y Secundaria un Profesor para cada 15 alumnos. Además, actualmente se presenta un déficit de aulas, mobiliario escolar y equipamiento de material educativo. Así mismo, la provincia carece de un Centro de Estudios Superiores a Nivel Estatal.

Salud. - la esperanza de vida de la población es de 63 años inferior a la tasa regional que es de 68 años. Así mismo la tasa bruta de mortalidad, que es el número promedio de muertes por cada mil habitantes es de 8.27 para Julcán, mientras que a nivel Regional es de 6.95. Lo propio ocurre en lo que respecta a la mortalidad infantil, lo que para Julcán es de 70.3 por cada mil, mientras que a nivel Regional es de 60.9 por mil. Así mismo en éste sector encontramos baja cobertura de atención a la población. Así mismo, existe desigual distribución de los recursos de salud con predominio en las zonas urbanas en desmedro de las zonas rurales. Se evidencia una alta incidencia de enfermedades infectas contagiosas, en especial enfermedades diarreicas agudas, infecciones respiratorias agudas y enfermedades inmune prevenibles. Elevado índice de desnutrición entre los niños menores de 6 años. Carencia de una agresiva campaña de Planificación familiar. Falta de distribución y control en el programa de medicamentos básicos.

Servicio de agua y desagüe.- Los servicios de agua se proveen a la población en una forma deficiente. En los caseríos los moradores consumen agua de manantiales y quebradas, sin un previo proceso de potabilización. En la zona urbana el servicio de agua potable es mucho mejor, se brinda gracias a la construcción de un reservorio que capta el agua que proviene de quebradas y que han sido cuidadosamente seleccionadas. En lo que concierne al servicio de desagüe, la actual instalación se encuentra en un estado de obsolescencia ya que la tubería hace tiempo que ha superado su periodo de vida útil, siendo necesaria su renovación.

3.6.2 Observación

Los investigadores nos apersonamos a caserío de México con la intención de realizar un diagnóstico ocular sobre las condiciones que actuales del servicio de agua potable y saneamiento. En ello se pudo determinar lo siguiente:

- La población no cuenta con servicios de agua potable apropiada para el consumo humano, la cual le permita satisfacer sus necesidades dignamente, y la existencia de instalaciones de agua fueron realizadas por los mismos pobladores; sin embargo, fueron construidas sin ninguna asesoría técnica.
- El consumo de agua se realiza por medio de manantiales de agua habilitadas en pozos a cielo abierto.
- Se evidencia la existencia de algunas instalaciones que no se tomaron las condiciones para no contaminar el agua de los manantiales y por otro lado no se tomó en cuenta las presiones y los caudales, haciendo que llegue a los domicilios a bajas presiones y en determinadas horas.
- Otra fuente de agua se realiza de quebradas o riachuelos, los mismo que se encuentran expuestos a contaminaciones de índole químico o bacteriológico.
- No se cuenta con servicio de desagüe, solo letrinas, que se encuentran en mal estado por falta de mantenimiento, además muchas gentes realizan sus necesidades a cielo abierto, corriendo el riesgo de contaminar el agua de los manantial y quebradas.
- Se conversó con algunos pobladores, los cuales mostraron la conformidad en la instalación de agua potable, de acorde a sus necesidades; además de brindar el apoyo con la mano de obra para la ejecución de dicho proyecto.

3.6.3 Estudios previos

3.6.3.1 Levantamiento Topográfico

Fue necesario desplegar personal técnico para realizar el levantamiento topográfico. Dicho proyecto está ubicado en una zona muy accidentada, perteneciente a la cordillera de los andes, el mismo que se encuentra a una altitud entre 2950 m.s.n.m. en la parte más baja, hasta 3675 m.s.n.m. en la parte más alta; esto genera que el terreno tenga mucha pendiente, dichas características se pueden apreciar en la figura siguiente.

Figura N° 17: Vista con Curvas de Nivel del Caserío de México



Fuente: googlemaps

Es importante mencionar que los trabajos de topografía son necesarios para tener una visión de las cotas del terreno, la ubicación de las partes del proyecto: captación, reservorio, línea de conducción y beneficiarios.

El trabajo se inició a partir de la estación “0” situada junto a la fuente de abastecimiento, para terminar en la parte baja donde se encuentra la ubicación del reservorio proyectado. Esta numeración se volvió a reiniciar después del trazo del reservorio hacia los diferentes ramales de distribución de agua.

Los puntos de radiación se tomaron de tal manera que estos se determinen una configuración equivalente a la del terreno, a distancia tales que se cubra una faja total mínima de 150 metros, ampliándose en zonas donde el personal técnico estime conveniente.

Se tomaron en cuenta todos los puntos importantes comprendidos en la faja tales como linderos, construcciones, arroyos, fondos, cruces con caminos, etc.

Los instrumentos utilizados para el presente trabajo podemos mencionar:

- Estación Total.
- Prisma, porta-prisma, jalón.
- Wincha.
- Brújula.
- GPS.

La información obtenida en campo, fue procesada para desarrollar el plano de topografía, se estableció 7 BM, con cotas absolutas, las cuales fueron ubicadas según el cuadro adjunto. Así mismo, la ubicación del BM del reservorio se realizó teniendo en cuenta la ubicación proyectada.

Tabla N° 06: Coordenadas UTM WCS 84 - BM (Bench Mark)

NOMBRE	UBICACIÓN DE BMs	Nº DE BM	NORTE	ESTE	COTA
Captación N° 01	Lado extremo izquierdo / Estaca color Rojo	BM - 01	9,096,052.230	787,078.920	3,666.15
Reservorio Proyectado	Lado extremo izquierdo / Estaca color Rojo	BM - 02	9,096,221.444	784,897.281	3,381.80
Terreno Natural	Lado extremo izquierdo / Estaca color Rojo	BM - 03	9,096,243.918	784,551.086	3,377.15
Terreno Natural	Lado extremo izquierdo del eje de la vía/ Estaca color Rojo	BM - 04	9,096,254.168	784,137.520	3,337.10
Terreno Natural	Lado extremo izquierdo del eje de la vía/ Estaca color Rojo	BM - 05	9,096,861.681	784,070.716	3,266.20
Terreno Natural	Lado extremo izquierdo del eje de la vía/ Estaca color Rojo	BM - 06	9,096,839.395	784,637.194	3,186.30
Terreno Natural	Lado extremo izquierdo del eje de la vía/ Estaca color Rojo	BM - 07	9,096,932.505	783,304.398	3,089.50

Las curvas de nivel indicadas en el plano, se indica las líneas principales cada 25m y las secundarias cada 5 m. Además, se trató de plasmar en los planos todos los detalles posibles para referenciar todas las ubicaciones.

El plano topográfico se adjuntó en el anexo.

3.6.3.2 Estudio de mecánica de suelos

Así mismo, se procedió a realizar una calicata donde se estimaba la ubicación del reservorio de agua, esto con la finalidad de obtener la resistencia del suelo para determinar la carga que recibirá al edificar el reservorio.

La calicata se excavó a diferentes profundidades, con la finalidad de determinar la estratigrafía del suelo, grado de compactación y condiciones de profundidad, debido a que las condiciones de excavación están en función de la clase de suelo y grado de compactación. El informe de suelos indica que dicho suelo está compuesto de arenas limosas con gravas, según clasificación SUCS, con profundidad explorada de 3.00 mts. el cual mantiene un solo estrato, así mismo no se registró niveles de aguas freáticas explorada. Así mismo, la capacidad de carga admisible obtenida es de 1.02kg/cm² para una cimentación cuadrada, siempre que la profundidad no

sea menor a 1.50m. ($B=1.50 \times 1.50m$). También recomienda un corte de terreno de 20 - 25cm de material suelto y en fondo realizar una sobre excavación con material prestado a una altura de 20cm, dicho material debe ser del tipo granular ligante, material afirmado con 95% de compactación de la máxima densidad seca; esto permitirá no contaminar el suelo firme.

Procedimientos aplicados en laboratorio

Los procedimientos aplicados en el laboratorio, para los diferentes ensayos se rigen por la normatividad siguiente:

➤ **Análisis Granulométrico por tamizado (ASTM-D-422)**

Este ensayo consiste en pasar una muestra de suelo seco a través de una serie de mallas de dimensiones estandarizadas a fin de determinar las proporciones relativas de los diversos tamaños de las partículas.

➤ **Contenido de Humedad Natural (ASTM-D-2216)**

Este ensayo se aplica para determinar la cantidad de agua presente en una porción de suelo en términos de su peso en seco.

➤ **Peso Específico relativo de sólido (ASTM-D-854)**

Se define también como la relación que existe entre el peso de sólidos y el peso de volumen del agua desalojado por los mismos.

➤ **Límite de Consistencia (ASTM-D-423 y ASTM-D-424)**

Estos ensayos sirven para expresar cuantitativamente el efecto de la variación del contenido de humedad en las características de plasticidad de un suelo cohesivo. Los ensayos se efectúan en la fracción de muestra de suelo que pasa la malla N^o 40. De los datos de este ensayo (límite líquido y límite plástico) permite determinar el parámetro de índice de plasticidad.

➤ **Peso Unitario Volumétrico (BS-1377)**

El peso unitario volumétrico se define como la masa contenida en una determinada unidad de volumen, considerando su estado seco como húmedo. El peso de una sustancia porosa depende de su estado como seca (Los poros de masa de los sólidos están ocupados solo por aire)

➤ **Corte Directo (ASTM-D)**

Ensayo que nos brinda los parámetros de angula de fricción y cohesión fundamentales en la determinación de la resistencia al corte de una muestra de suelo, sometida previamente a un proceso de consolidación.

Cuando se aplica un esfuerzo de cizalladura o corte directo mientras se permite un drenaje completo de ella. El ensayo se lleva a cabo deformando una muestra a velocidad controlada, cerca de un plano de cizalladura determinando por la configuración del aparato de cizalladura.

Generalmente se ensayan tres o más especímenes, cada uno bajo una carga normal diferente para determinar su efecto sobre la resistencia al corte y al desplazamiento y las propiedades de resistencia a partir de las envolventes de resistencia de Mohr.

3.6.3.3 Estudio de fuente de agua

A. Estudios Físicoquímico

Se procedió a realizar es estudio físicoquímico y bacteriológico del agua extraída del lugar de la captación. La intención de realizar este estudio es con la finalidad de potabilizar el agua, a través de una planta de tratamiento o en su defecto, dado la calidad del agua, aplicar un abastecimiento directo. Los resultados obtenidos en el estudio de físicoquímico nos arrojan valores dentro de los parámetros permitidos para ser considerado apto para el consumo humano, los cuales mostramos a continuación:

Tabla N° 07: Parámetros Físicoquímico del Agua potable

PARAMETROS DE MUESTREO	AGUA CAPTACIÓN MÉXICO	LÍMITES PERMITIDOS
AlcalinDAD (mg/L)	341.20	200-500
Carbonatos (mg/L)	3.10	5.00
Dureza Total (mg/L)	361.10	Menor de 500
Nitrato (NO ₃) (mg/L)	40.70	Máximo 50
Nitrito (NO ₂) (mg/L)	0.60	Máximo 1.0
pH	7.00	6.5-8.5
Sulfuros (mg/L)	0.03	0.05
Fosfatos (mg/L)	0.50	1.00
Conductividad (mg/L)	516.30	<2000
Amonio (mg/L NH ₃ -N)	1.40	2.50

Fuente: Datos obtenidos del laboratorio

Procedimiento de laboratorio

El procedimiento está basado en las siguientes normas:

- Método estandarizado para análisis organolépticos de agua para consumo – 9222 B.C
- Guía para la calidad del agua potable. OMS.
- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua. DS 031-2010-SA

B. Estudio Bacteriológico

El otro análisis de suma importancia es el estudio Bacteriológico, esto con la finalidad de determinar si el agua ha sido contaminada con

organismos que afecten la salud de la población o en su defecto, el resultado se encuentra dentro de los parámetros permitidos. Dicha información se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla N° 08: Parámetros Bacteriológico del Agua potable

DETERMINACION MICROBIOLÓGICA	AGUA CAPTACIÓN MEXICO	LÍMITES PERMITIDOS
Numeración de Bacterias Aerobias Mesófilas Viables (UFC/g) n=5, c=1, m=10 ⁴ , M=10 ⁵	54.00	<100
Numeración de Bacillus cereus (UFC/g) n=5, c=1, m=10 ² , M=10 ⁴	0.00	0.00
Numeración de E. coli (coliformes/g) n=5, c=2, m=10 ² , M=10 ^{3/2}	0.00	0.00
Numeración de Mohos y Levaduras (UFC/g) n=5, c=2, m=10 ³ , M=10 ⁴	Ausencia	Ausencia
Detección de Salmonella sp. (UFC/g) n=5, c=0, m=0, M=0	Ausencia	Ausencia
Numeración de Bacterias Heterotróficas (UFC/g) n=5, c=1, m=10 ⁴ , M=10 ⁵	Ausencia	Ausencia

Fuente: Datos obtenidos del laboratorio

El informe del laboratorio otorga su conformidad respecto a los resultados obtenidos en el estudio del agua, indicando que la presente agua no requiere potabilizarla antes de su consumo, siendo posible abastecer directamente a la población.

Procedimiento de laboratorio

Los procedimientos para el Estudio Bacteriológico están establecidos en las siguientes normas:

- **NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V-01.**
Norma sanitaria que estable los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.
- **Decreto Supremo N° 07-83-SA.**
Establece los límites de calidad aplicables a los cuerpos de agua. Agua Tipo III: agua para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.

Dentro de los estudios previos se ha tomado en cuenta el balance hídrico, sin embargo, este punto se verá más adelante, a partir del cálculo de la población de diseño.

3.7 Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

A. Instrumentos de análisis de datos y diseño

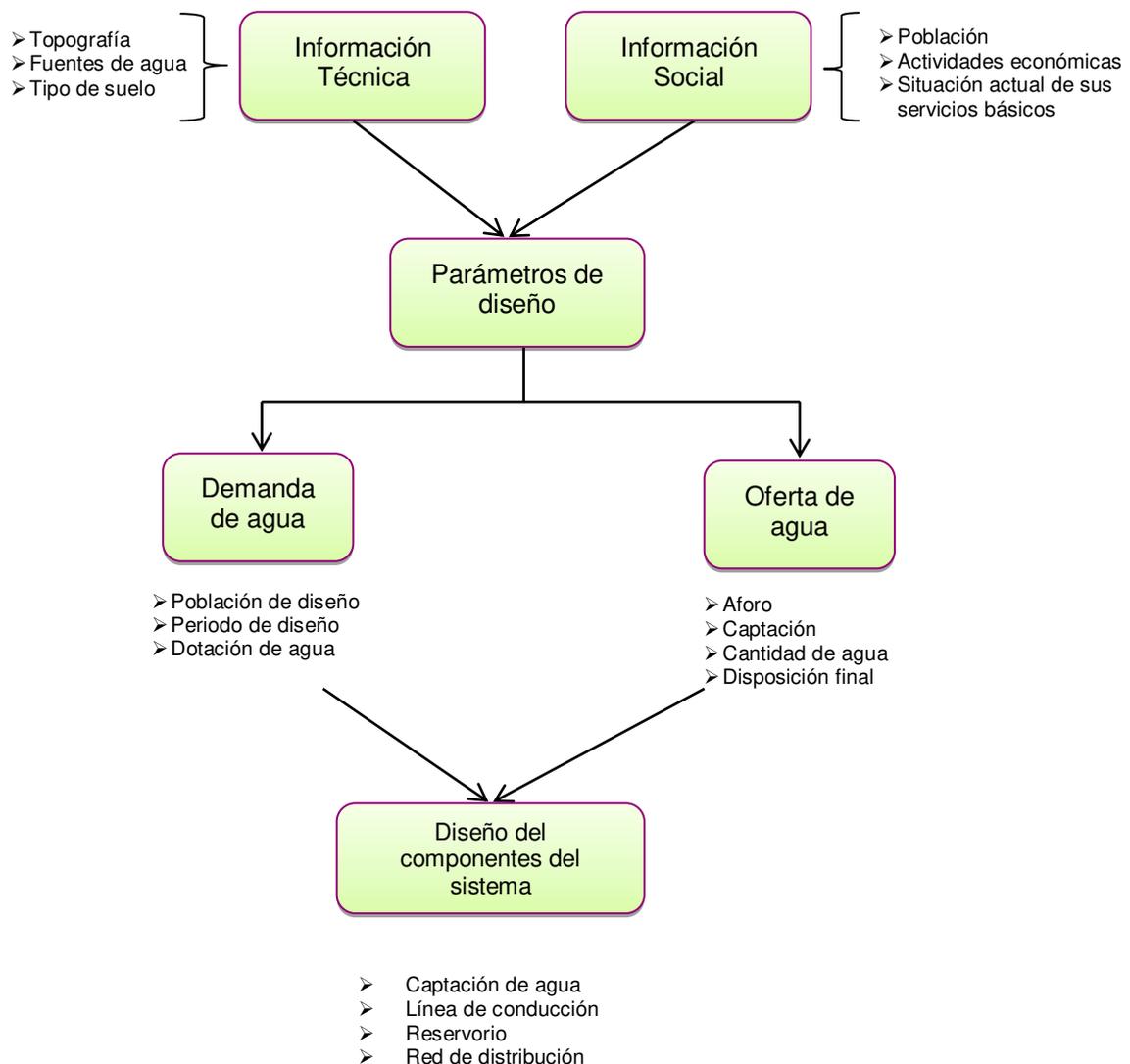
Para el procesamiento de información y diseño fue necesario el uso de las siguientes herramientas:

- AutoCad V2017, licencia estudiantil
- Office Excel
- Office Word

B. Procedimiento para análisis de datos y diseño

El procedimiento establecido para la presente investigación es la siguiente:

Figura N° 18: Flujo del Proceso de Investigación



CAPÍTULO 4. DESARROLLO DE TESIS

4.1 Parámetros de diseño

Antes de desarrollar los parámetros de diseño, debemos mencionar que fue necesario recabar la información sobre referencias históricas de la comunidad, de tal manera que se pueda identificar los puntos más vulnerables de colapso por sismos, aluviones, huaicos, inundaciones y otros riesgos naturales, así como sobre las posibles causas de contaminación del sistema de agua, así como la disminución de los caudales en tiempo de estiaje.

En las conversaciones que se tuvo con los pobladores fue necesario recargar la conformidad de los mismos, debido a que las fuentes de agua muchas veces corresponden a propiedad privada y estas propiedades deberán ser adquiridas por el estado, pagando un justiprecio.

En los siguientes puntos desarrollamos la demanda y la oferta de agua, así como la relación que existe entre estos dos factores.

4.1.1 Demanda de Agua

La demanda corresponde al consumo de agua que la población está dispuesta a consumir la población bajo condiciones de no restringir la oferta. Para ello procedemos a desarrollar los siguientes puntos, partiendo de la población existente en dicho caserío, hasta determinar el consumo proyectado que tendrá la población en un horizonte de tiempo.

4.1.1.1 Población de diseño

Para determinar la población de diseño fue necesario verificar las diversas fuentes de información que nos puedan proporcionar la cantidad de habitantes que posee dicho caserío, así como la tasa de crecimiento poblacional. Esta información fue complementaria al momento de determinar el horizonte que se ha planteado en dicho proyecto.

Debido a que en la municipalidad distrital de Calamarca, no cuentan con datos exactos sobre la población del caserío de México, fue necesario recurrir al Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI); de donde se obtuvo la información de la población distrital desde el año 2000 al año 2015. Bajo esta limitación, con dicha información se procedió a determinar la tasa de crecimiento población, la misma que se procedió aplicar a la población del caserío de México:

Tabla N° 09: Población Histórica del Distrito de Calamarca, 2000-2015



Departamento: ▼
 Provincia: ▼
 Distrito: ▼
 Filtrar: Desde: ▼ Hasta: ▼

[Exportar](#)

	Año	Población
CALAMARCA	2000	7,733
	2001	7,607
	2002	7,476
	2003	7,342
	2004	7,204
	2005	7,064
	2006	6,922
	2007	6,777
	2008	6,633
	2009	6,488
	2010	6,346
	2011	6,206
	2012	6,067
	2013	5,930
	2014	5,792
	2015	5,657

Fuente: INEI

Podemos mencionar que esta información solo fue utilizada para determinar la tasa de crecimiento poblacional.

Tasa de crecimiento poblacional

Para determinar la tasa de crecimiento población se recurrió a tres métodos matemáticos diferentes, los cuales corresponden a los siguientes:

➤ **Método Aritmético**

$$P_f = P_o (1 + r.t)$$

Despejando "r"

$$r = \frac{\left(\frac{P_f}{P_o} - 1\right)}{t}$$

➤ **Método Geométrico**

$$P_f = P_o(1 + r)^t$$

Despejando “r”

$$r = \left(\frac{P_f}{P_o}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

➤ **Método de Wappaus**

$$P_f = \frac{(P_o(2 + rt))}{(2 - rt)}$$

Despejando “r”

$$r = \frac{2(P_f - P_o)}{t(P_f + P_o)}$$

Donde:

P_f =Población futura

P_o =Población actual

r =Tasa de crecimiento

t =Periodo de tiempo

Como se puede apreciar y se corrobora con los datos INEI, la población de este distrito ha ido disminuyendo, por tal motivo nos arroja una tasa de crecimiento poblacional negativa.

Tabla N°10: Métodos de Crecimiento Poblacional

ARIMETICO (r)	GEOMETRICO (r)	WAPPAUS (r)
-0.0163	-0.0163	-0.0164
-0.0172	-0.0172	-0.0174
-0.0179	-0.0179	-0.0181
-0.0188	-0.0188	-0.0190
-0.0194	-0.0194	-0.0196
-0.0201	-0.0201	-0.0203
-0.0209	-0.0209	-0.0212
-0.0212	-0.0212	-0.0215
-0.0219	-0.0219	-0.0221
-0.0219	-0.0219	-0.0221
-0.0221	-0.0221	-0.0223
-0.0224	-0.0224	-0.0227
-0.0226	-0.0226	-0.0228
-0.0233	-0.0233	-0.0235
-0.0233	-0.0233	-0.0236
-Prom(r)=0.0206	-Prom(r)=0.0206	-Prom(r)=0.0208

-r=2.06%

-r=2.06%

-r=2.08%

Para nuestro estudio hemos escogido la menor tasa: $r=-2.06\%$

Así mismo, debemos asumir que, dado que las condiciones de los pobladores se irán mejorando con la colocación de agua potable, el flujo migratorio ira disminuyendo o en su defecto mantendrá su población actual.

4.1.1.2 Periodo de diseño y población futura

El periodo de diseño se ha establecido en 20 años para todos sus componentes, siguiendo la recomendación indicada en la norma técnica Resolución Ministerial 192-2018-vivienda. Dicha componente son los siguientes:

- Captación de agua
- Línea de conducción
- Reservorio
- Red de distribución

Establecido en el periodo de diseño, ahora procedemos a proyectar la población al periodo de años. Como ya mencionó anteriormente el caserío de México cuenta actualmente con 415 habitantes para el año 2017, con ello procedemos a proyectar nuestra población para el periodo establecido de 20 años. Dicha proyección se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla N°11: Proyección de la Población Futura

Nº	AÑO	POBLACION PROYECTADA	POBLACION DEL PROYECTO
0	2,017	415	415
1	2,018	398	415
2	2,019	382	415
3	2,020	366	415
4	2,021	351	415
5	2,022	337	415
6	2,023	323	415
7	2,024	310	415
8	2,025	297	415
9	2,026	285	415
10	2,027	273	415
11	2,028	262	415
12	2,029	251	415
13	2,030	241	415
14	2,031	231	415
15	2,032	222	415
16	2,033	213	415
17	2,034	204	415
18	2,035	196	415
19	2,036	188	415
20	2,037	180	415

Dicha proyección se realizó bajo el Método Aritmético, con la tasa de $r=-2.06\%$. Como podemos apreciar, para este caso, la población proyectada tiende a disminuir y no incrementarse, según lo esperado; por tal motivo nuestra población proyectada para el periodo 20 se ha tomado la población actual de 415 habitantes, tasa de crecimiento igual a 0% .

4.1.1.3 Dotación de agua, caudales de diseño y consumos

Para determinar la dotación de agua, debido a que no existen estudios de consumo de agua que nos permitan establecer indicadores apropiados, hemos procedido a revisar la normatividad vigente. El RNE OS.100, indica que la dotación de agua para zonas frías es de 180l/hab/d ; sin embargo, para nuestro diseño nos hemos basado en la Resolución Ministerial N°192-2018-VIVIENDA, publicada el 16 de mayo del 2018, el cual aprueba la NORMA TECNICA DE DISEÑO: OPCIONES TECNOLOGICAS PARA SISTEMAS DE SANEAMIENTO EN EL AMBITO RURAL. Dicha norma recomienda una dotación de agua de 80l/hab/d. , para poblaciones de la sierra con sistema de arrastre hidráulico, sin embargo, debemos indicar que esta localidad a pesar de no contar con sistema de desagüe con arrastre hidráulico, se espera que en un futuro cercano se habilite este servicio a través de biodigestores; por lo tanto, se ha previsto dicha dotación de agua.

Establecida la dotación de agua, ahora procederemos a determinar las variaciones periódicas. La variación del consumo está influenciada por diversos factores tales como: tipo de actividad, hábitos de la población, condiciones de clima, etc. Los conceptos se encuentran especificados en el punto **2.2.9.5. Variaciones de consumo.**

A. Consumo promedio diario anual (Q_m)

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

Q_m = Consumo promedio diario (V_s).

P_f = Población futura (hab.).

d = Dotación ($l/hab./día$).

$$Q_m = \frac{415 * 80 \dots l/hab/día}{86,400s/día}$$

$$Q_m = 0.38l/s$$

B. Consumo máximo diario (Qmd)

Nos basamos en La Norma OS.100, Variaciones de Consumo, donde recomienda un factor de 1.3 sobre el consumo promedio diario anual (Qm).

$$Q_{md} = 0.38l/s * 1.3$$

$$Q_{md} = 0.50l/s$$

C. Consumo máximo horario (Qmh)

Así mismo, La Norma OS.100, Variaciones de Consumo, recomienda un factor de 1.8 a 2.5 sobre el consumo promedio diario anual (Qm), para nuestro caso se ha optado el factor de 1.80.

$$Q_{mh} = 0.38l/s * 2.0$$

$$Q_{mh} = 0.77l/s$$

D. Cuadro de proyección de demanda de agua

En el siguiente cuadro se muestra la proyección de la demanda de agua durante el horizonte de 20 años, según la población proyectada.

Así mismo, no se ha considerado el abastecimiento por otro medio, que podría suceder en el caso de pozos de agua, el cual no se ha tomado en cuenta; tampoco se ha considerado las pérdidas de agua que eviten reducir el abastecimiento de agua y como se puede apreciar, se ha trabajado con la misma población actual, teniendo en cuenta que la población se reduce anualmente.

Tabla N°12: Proyección de Demanda de Agua para el Caserío de México

AÑO	POBLACION	COBERTURA (%)		POBLACION SERVIDA (hab)	VIVIENDAS SERVIDAS (unidades)	CONSUMO DE AGUA (l/día)	PERDIDAS DE AGUA (%)	CONSUMO TOTAL (L/día)	DEMANDA AGUA (Incluye pérdidas)		
		CONEX.	OTROS MEDIOS (*)						lt/seg.	m3/año	
2,017	0	415	0.0%	0.0%	0	0	0.00%	-	0.00	0	
2,018	1	415	100.0%	0.0%	415	91	33,200	0.00%	33,200.00	0.38	12,118
2,019	2	415	100.0%	0.0%	415	91	33,200	0.00%	33,200.00	0.38	12,118
2,020	3	415	100.0%	0.0%	415	91	33,200	0.00%	33,200.00	0.38	12,118
2,021	4	415	100.0%	0.0%	415	91	33,200	0.00%	33,200.00	0.38	12,118
2,022	5	415	100.0%	0.0%	415	91	33,200	0.00%	33,200.00	0.38	12,118
2,023	6	415	100.0%	0.0%	415	91	33,200	0.00%	33,200.00	0.38	12,118
2,024	7	415	100.0%	0.0%	415	91	33,200	0.00%	33,200.00	0.38	12,118
2,025	8	415	100.0%	0.0%	415	91	33,200	0.00%	33,200.00	0.38	12,118
2,026	9	415	100.0%	0.0%	415	91	33,200	0.00%	33,200.00	0.38	12,118
2,027	10	415	100.0%	0.0%	415	91	33,200	0.00%	33,200.00	0.38	12,118
2,028	11	415	100.0%	0.0%	415	91	33,200	0.00%	33,200.00	0.38	12,118
2,029	12	415	100.0%	0.0%	415	91	33,200	0.00%	33,200.00	0.38	12,118
2,030	13	415	100.0%	0.0%	415	91	33,200	0.00%	33,200.00	0.38	12,118
2,031	14	415	100.0%	0.0%	415	91	33,200	0.00%	33,200.00	0.38	12,118
2,032	15	415	100.0%	0.0%	415	91	33,200	0.00%	33,200.00	0.38	12,118
2,033	16	415	100.0%	0.0%	415	91	33,200	0.00%	33,200.00	0.38	12,118
2,034	17	415	100.0%	0.0%	415	91	33,200	0.00%	33,200.00	0.38	12,118
2,035	18	415	100.0%	0.0%	415	91	33,200	0.00%	33,200.00	0.38	12,118
2,036	19	415	100.0%	0.0%	415	91	33,200	0.00%	33,200.00	0.38	12,118
2,037	20	415	100.0%	0.0%	415	91	33,200	0.00%	33,200.00	0.38	12,118

E. Volumen de reservorio

El volumen total de almacenamiento está conformado por el volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva. Sin embargo, tomando en cuenta la aplicación de la Resolución Ministerial 192-2018-vivienda, se ha procedido a diseñar el volumen del reservorio, según los siguientes cálculos:

Volumen de regulación. - Este es calculado por el diagrama de masas, producto de las variaciones horarias de la demanda; sin embargo, debido a que no se cuenta con dicha información se procedió a calcular en base al 25% del Promedio Anual de Demanda (Qm).

Tomado el dato de punto (A), donde $Q_m = 0.38 \text{ l/s}$

$$\text{Vol. Reg.} = 0.25 * Q_m * 86400$$

$$\text{Vol. Reg.} = 0.25 * 0.3843 \text{ l/s} * 86400$$

$$\text{Vol. Reg.} = 8,300.00 \text{ litros}$$

$$\text{Vol. Reg.} = 8.30 \text{ m}^3$$

Sin embargo, el punto **2.14. Reservorio**, de dicha norma, recomienda que el volumen final del reservorio deberá realizarse en múltiplo de 5m³, por lo tanto, nuestro volumen de reservorio se redondea a 10m³

$$\text{Vol. Reg.} = 10\text{m}^3$$

4.1.2 Oferta de Agua

La oferta de agua corresponde a las diferentes alternativas de donde se dispondrá el agua para consumo humano. Se procedió a evaluar todas las alternativas posibles de fuentes de captación; se optó por agua manantial debido a que se indagó con los pobladores sobre su permanencia durante la temporada de estiaje, desgargantados el abastecimiento de agua de ríos, debido que estos desaparecen en temporada de escaseces de lluvia, además que implicaría la construcción de una planta de tratamiento, haciéndose más costoso el proyecto.

Los manantiales son la fuente más común para instalaciones de agua potable en pequeños poblados, ya que las demandas mayormente se ubican debajo de los 5 l/seg. Tienen la ventaja de la facilidad de captación, sin necesidad de contar con una planta de tratamiento, ya que las aguas son limpias, sin sedimentos ni contaminaciones.

La desventaja ocurre a veces, por las fluctuaciones del caudal, habiendo casos inclusive en manantiales de caudales bajos, que estos desaparecen en el tiempo.

Aforo de agua

Para determinar el caudal de agua se utilizó el Método Volumétrico. Los datos fueron obtenidos en temporada de estiaje, de tal manera que se pueda evaluar el caudal en temporada en la que no tiene influencia de las lluvias. Para nuestro caso, se realizó el aforo en dos fechas, de tal manera que se pueda obtener datos más reales.

Tabla N°13: Aforo de Agua de la Captación

N° Prueba	30/07/2017		06/08/2017	
	Volumen (Litros)	Tiempo (Seg)	Volumen (Litros)	Tiempo (Seg)
01	5	9.3	5	8.4
02	5	8.8	5	8.6
03	5	9.2	5	8.7
04	5	8.7	5	8.5
05	5	9.1	5	8.7
TOTAL		45.1		42.9
PROMEDIO		9.02		8.58
CAUDAL (Its/seg)		0.55		0.58

Fuente: Elaboración propia

Tomando el menor caudal de 0.55lt/seg, se puede determinar que anualmente la cantidad de agua disponible corresponde a 17,344.80 m³.

$$Vol. Anual = \frac{0.55lt}{seg} * 24h * 60min * 60seg * 365días$$

$$Vol. Anual = 17,344,800 \text{ lt}$$

$$Vol. Anual = 17,344.80m^3$$

4.1.3 Balance Hídrico (Oferta – Demanda)

Resulta necesario determinar si la oferta de agua podrá cubrir la demanda de agua; por lo tanto, se procede a realizar un Balance de Oferta-Demanda. Con el presente análisis, determinamos si existe escasez y la cantidad de población que no se podrá satisfacer con el servicio. En el siguiente cuadro, podemos observar la comparación entre la oferta y demanda.

Tabla N°14: Balance Oferta - Demanda

PERIODO	OFERTA DE AGUA	DEMANDA DE AGUA	DEFICIT - SUPERHAVIT
	m ³ /año	m ³ /año	m ³ /año
1-20 Años	17,344.80	12,118.00	5,226.80
	Q _d	Q _o	Q
1-20 Años	0.55 lts/s	0.38 lts/s	0.17 lts/s

Debido a que la población proyectada para cada periodo (durante los 20 años), se ha procedido a comparar para todos los periodos la misma oferta, con el mismo consumo (demanda). De haberse obtenido una tasa de crecimiento poblacional positiva, el Balance Oferta – Demanda, se hubiera realizado por cada periodo, esto con la intención de verificar si se genera escases en cualquiera de los años proyectados, tomando en cuenta que la demanda de agua se incrementa en función al crecimiento poblacional.

4.2 Diseño de los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable

En el presente apartado, procedemos al diseño de los diferentes elementos de abastecimiento de agua. Como ya se mencionó, el presente proyecto no requiere una planta de tratamiento de agua, debido a que los análisis de agua otorgan conformidad para el consumo de agua directo.

4.2.1 Diseño de captación de agua

El primer punto de partida del sistema de agua potable se establece la construcción de la estructura de captación, el cual permitirá recolectar el agua, para que luego pueda ser transportada mediante las tuberías de conducción hacia el reservorio de almacenamiento. El diseño hidráulico y dimensionamiento de la captación se ha previsto no alterar la calidad y la temperatura del agua ni modificar la corriente y el caudal natural del manantial, ya que cualquier obstrucción podría devenir consecuencias como; el agua crea otro cauce o el manantial desaparece.

Dada la topografía del terreno y la ubicación la fuente de agua, nuestro diseño de captación corresponde al de una ladera, por lo tanto, se ha previsto la captación constará 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. La estructura de protección de la fuente constará de una losa de concreto que cubrirá toda la extensión del área adyacente al afloramiento de modo que no exista contacto con el ambiente exterior, procediéndose así al sellado para evitar la contaminación del agua de la fuente. En la pared posterior de la cámara húmeda se contemplará una cantidad de material granular clasificado, el mismo que tiene por finalidad evitar el socavamiento en los laterales de la cámara, así mismo permite retener cualquier material en suspensión. En la parte inferior de la cámara húmeda tiene una canastilla conectada a una tubería, el cual conduce el agua requerida, así mismo se instala un cono de rebose para eliminar el exceso de agua.

Cámara de captación

Como se mencionó, el diseño propuesto corresponde al diseño de una Planta de Captación en Ladera. En las siguientes figuras se muestra el detalle de la estructura de captación, indicando cada una de sus partes: Protección de Afloramiento, Cámara Húmeda y Cámara Seca.

Figura N° 19: Cámara de Captación, Corte de perfil

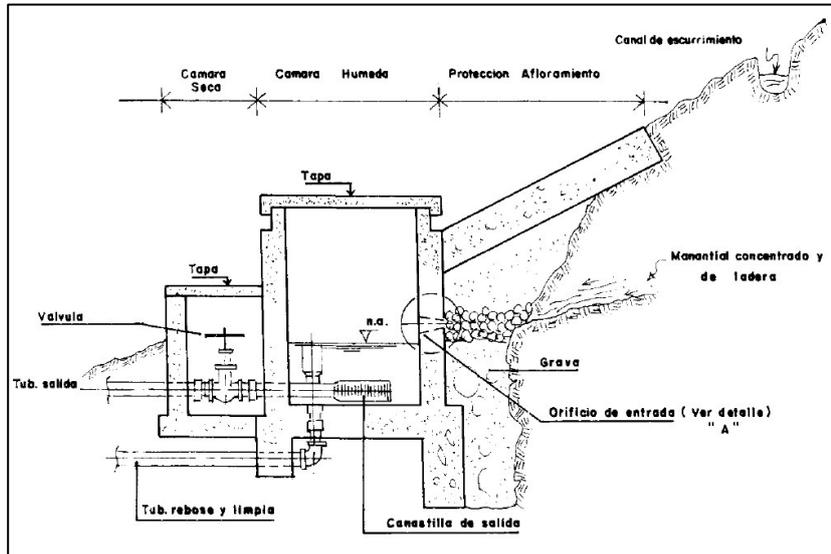
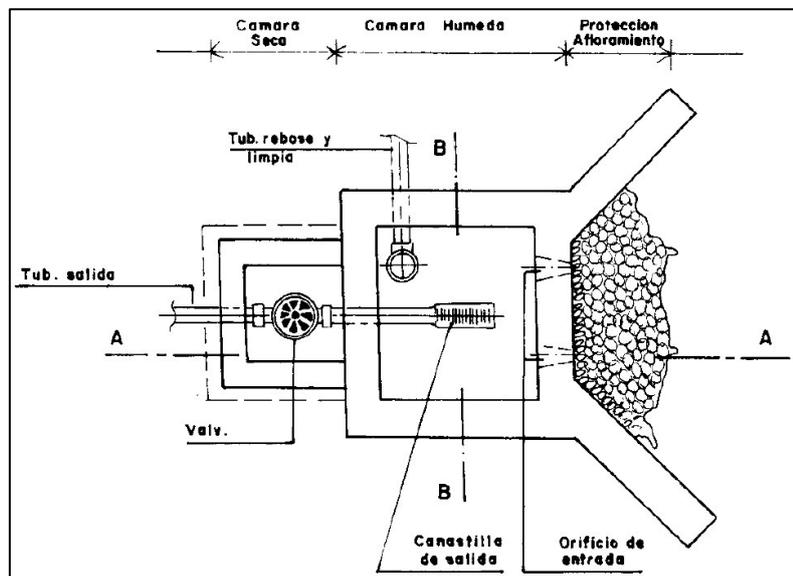


Figura N° 20: Cámara de Captación, Vista de Planta



Calculo de la cámara de captación

Para el diseño de la cámara de captación debemos tener en cuenta los siguientes pasos:

$$Q_{mh} = 0.77 \text{ lps}$$

$$Q_{md} = 0.50 \text{ lps}$$

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

Es importante realizar el cálculo de esta separación, debido a que esta distancia corresponde a la protección que deberá tomarse al afloramiento de agua. Según OS 010 4.2.4 Inciso d.

De la ecuación el valor de la velocidad (v) es:

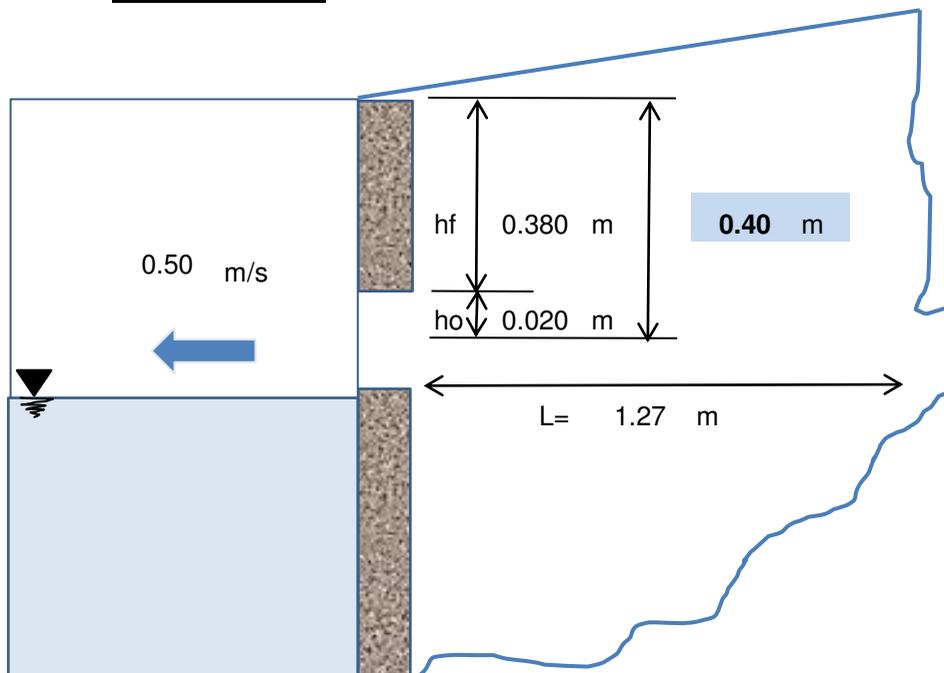
Datos:

$$h_o = 0.020 \text{ m}$$

$$V = 0.50 \text{ m/s}$$

Valor correcto

$$v = \left[\frac{2 \cdot g \cdot h}{1.56} \right]^{\frac{1}{2}}$$



Pérdida de carga

$$h_f = H - h_o = 0.380 \text{ m}$$

Distancia entre el afloramiento y cámara húmeda (L)

$$L = h_f / 0.30 = 1.27 \text{ m}$$

b. Cálculo del diámetro de tubería de entrada (D)

Datos:

$Q_{max} = 0.77 \text{ lps}$
 $Velocidad (V) = 0.50 \text{ m/s}$
 $Coef. de descarga (Cd) = 0.8$

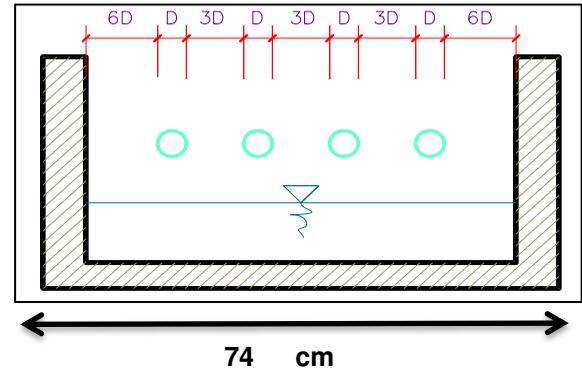
$$A = \frac{Q_{max}}{Cd \cdot V}$$

Area requerida= **0.001925 m²**

Diametro del orificio

Area requerida= 0.001925 m² $D = \left[\frac{4A}{\pi} \right]^{\frac{1}{2}}$

Diámetro de orificio= **4.95 cm**
1 1/2 "



Se recomienda diámetros menores a 2", de obtenerse diámetros mayores, será necesario aumentar el número de orificios (NA), siendo:

Diametro asumido= **1** 2.54 cm
 Numero de orificios= **5**

$$NA = \frac{Diámetro\ calculado^2}{Diámetro\ asumido^2} + 1$$

Ancho de la cámara= **73.66 cm**

c. Altura de la cámara humeda

Ht= A + B + H + D + E

Donde:

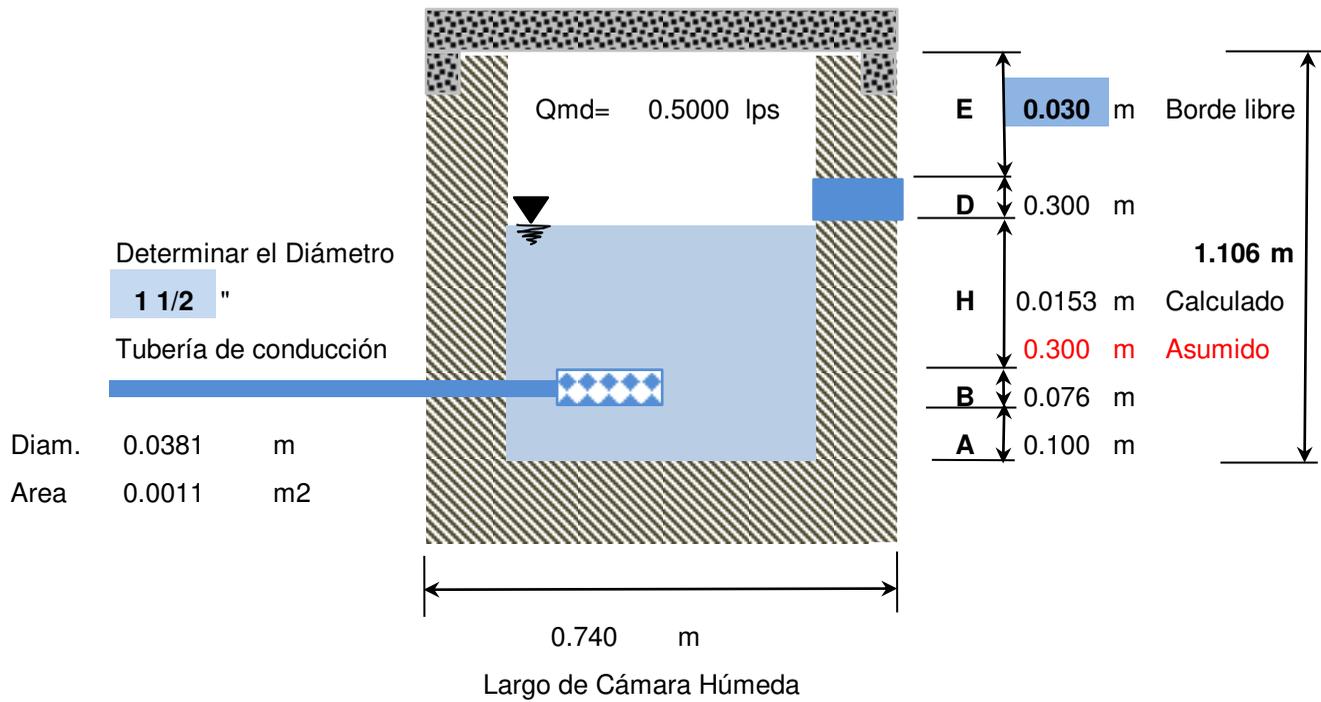
- A: Se considera mínimo 10cm
- B: Se considera mitad del Diámetro de la canastilla
- H: Altura del Agua
- D: Desnivel mínimo Ingreso y nivel de agua mínimo 3cm
- E: Borde libre (de 10 a 30cm)

Altura de agua o carga requerida se determina por:

$$H = 1.56 \frac{v^2}{2g} = 1.56 \frac{Q_{md}^2}{2 \cdot g \cdot A^2}$$

Donde:

- H: Carga Requerida (mínimo 0.30)
- V: Velocidad promedio en la salida de tubería de conducción m/s
- g: Aceleración de la gravedad en 9.81m/s
- Qmd: Gasto máximo diario en m³/s
- A: Área de tubería de salida en m²

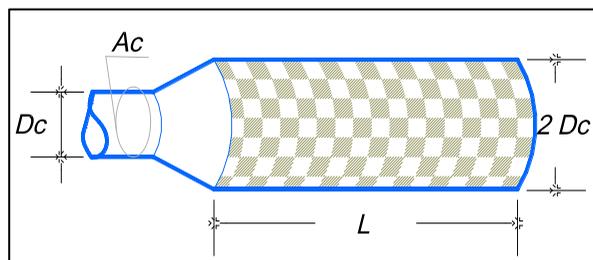
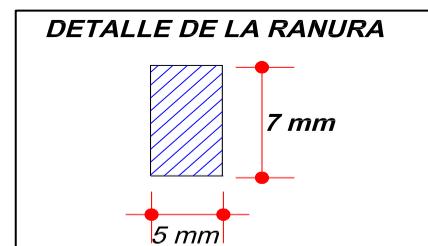


d. Dimensionamiento de la Canastilla

Recomendaciones:

- El diámetro de la canastilla debe ser 2 veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (D_c).
- El área total de ranuras (A_t) debe ser el doble del área de la tubería de la línea de conducción.
- La longitud (L) de la canastilla debe ser mayor a $3D_c$ y menor a $6D_c$

- a. Diámetro de la canastilla ($2D_c$): 0.0762 m
- b. Longitud de la Canastilla (L): de 0.1143 m a 0.2286 m
Valor asumido **0.2200 m**
- c. Area Total de Ranuras: 0.0023 m
- d. Area lateral de la Canastilla: 0.0087 m
- e. Area de Ranura 0.007x0.005m: 0.000035 m
- f. Número de Ranuras: **65**



e. Rebose y Limpieza

Para determinar el diámetro de la tubería de rebose se utiliza la ecuación de Hazen y Williams (para C=140):

$$D = \frac{0.71 * Q_{max}^{0.38}}{hf^{0.21}}$$

En la tubería de rebose y de limpia se recomiendan pendientes de 1 a 1.5%

D= Diámetro en pulgadas.

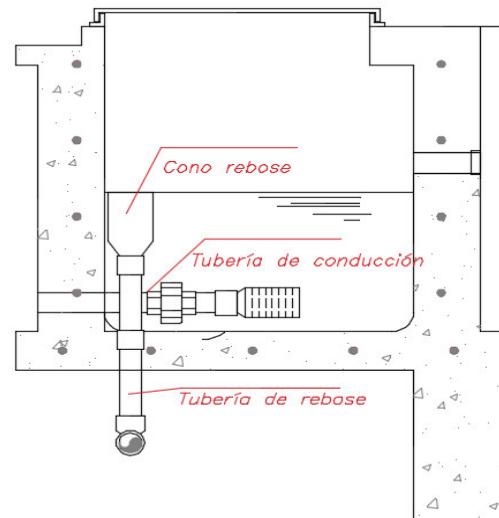
Q= Gasto máximo de la fuente = 0.77 lps

Hf=Pérdida de carga unitaria = 0.0158 m/m

Resultado obtenido:

Dcalc. = 1.54 " Dcalc. = **1 1/2 "**

Dcono = 3 "



4.2.2 Línea de conducción de agua

La línea de conducción corresponde al conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte encargados de la conducción del agua desde la captación hasta el reservorio. Para ello se debe aprovechar la carga estática y la energía disponible para determinar el diámetro de tubería apropiada que permita presiones iguales o menores a la resistencia del material de la tubería.

4.2.2.1 Perfil del terreno y cálculo hidráulico

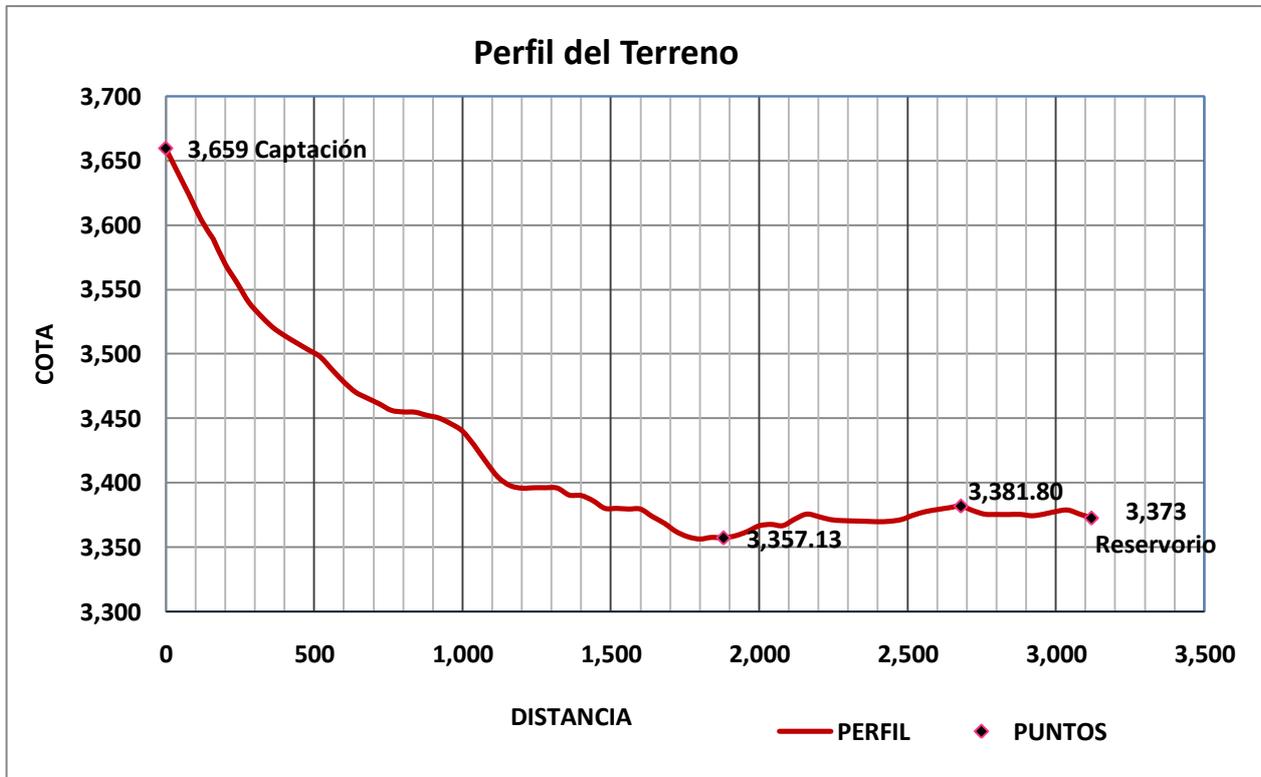
Se ha considerado necesario conocer el perfil del terreno de tal manera se pueda realizar el trazado de la línea de conducción y realizar el control de los cálculos hidráulicos.

Nos apoyamos en la información proporcionada por los estudios topográficos, es importante considerar por un lado el perfil de terreno, pero también la altimetría, debido a que debemos señalar un buen trazo por donde se conducirá la tubería de agua.

A. Perfil del terreno

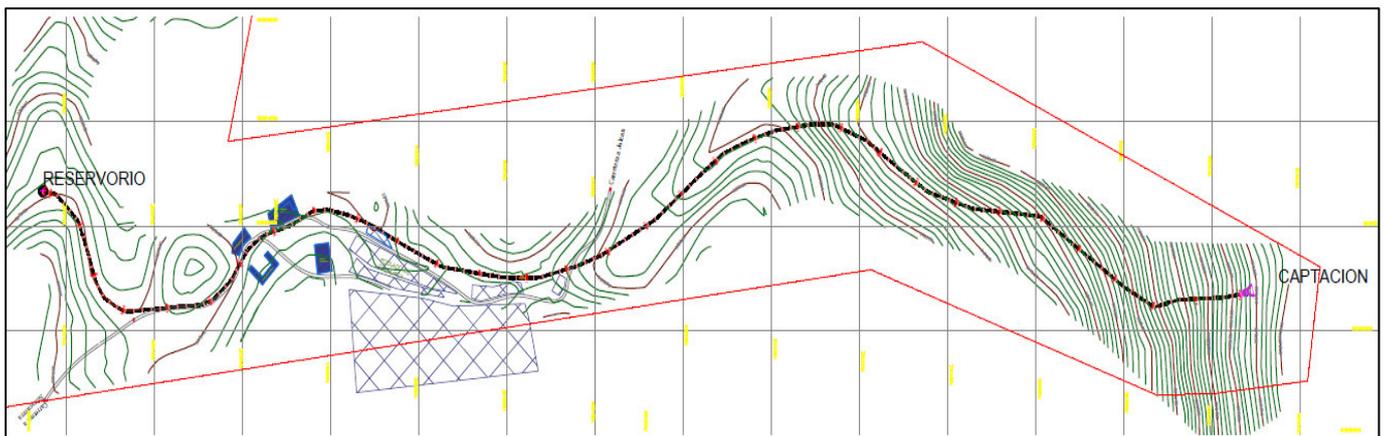
Como se puede apreciar en siguiente cuadro N° 20, el perfil del terreno es apropiado para optar un sistema de conducción de agua por gravedad. La diferencia de cotas entre el reservorio y la captación es de 286m, esto nos da una idea de la cantidad de cámaras rompe presión (CRP) que se requiere; sin embargo, se puede apreciar que en la cota N° 3,357.13 el perfil del terreno cambia de pendiente, por tal motivo se requerirá aprovechar la presión para conducir el agua a la parte más alta. Es importante indicar que en esta cota será considerar una válvula de purga (VP). Pero también se ha considerado la posibilidad de evitar la construcción de CRP y en su reemplazo utilizar tubería de mayor clase. Por otro lado, en la cota N° 3,381.80 se puede apreciar la parte más alta del perfil que será necesario considerar una válvula de aire (VA). Los planos de perfil se adjuntan en los anexos respectivos.

Figura Nº 21: Perfil de la Línea de Conducción



Fuente: Elaboración propia

Figura Nº 22: Vista de Planta de la Línea de la conducción



Fuente: Elaboración propia

B. Cálculo hidráulico

Para el diseño de la línea de conducción se han tomado en cuenta las siguientes consideraciones indicadas en la Resolución Ministerial N° 192-173-Vivienda:

- Debe encontrarse libre de acometidas.
- El diámetro mínimo de la línea de conducción debe ser de 25mm (1")
- Se evitará pendientes mayores a 30% e inferiores a 0.50%, esto con la finalidad de facilitar el mantenimiento y la ejecución.
- En tramos que discurran por terrenos accidentados, se suavizará la pendiente del trazado ascendente pudiendo ser más fuerte la descendente, refiriéndose siempre al sentido de la circulación del agua.
- La línea de conducción tendrá la capacidad de conducir como mínimo el caudal máximo diario (Qmd).
- La línea de conducción tendrá la capacidad de conducir como mínimo el caudal máximo horario (Qmh).
- La velocidad permitida corresponde a 0.60m/s como mínima y no mayor a 3m/s.

En diseño se ha calculado un recorrido de la línea de conducción de 3.12 km, el cual según las condiciones hidráulicas ha considerado 4 cámaras rompe presión (CRP) del tipo 06, esto debido a que no requiere el control de los caudales; cada una está ubicadas cada 50m de desnivel, esto con la finalidad de salvaguardar la vida útil de las tuberías, salvo en el tramo a partir de la progresiva 1+040, cual se ha considerar aprovechar la presión para ascender un desnivel hasta llegar al reservorio. Por otro lado, en el punto más bajo se ha instalado una estructura especial contenida una válvula de purga, con la finalidad de limpiar los sedimentos acumulados que puedan generar pérdida de presión. En el punto más alto (progresiva 2+680) se ha considerado una estructura que contiene una válvula de aire, debido a que en ella se acumula burbujas de aire que reducen la presión. El diámetro de la tubería en todo el recorrido se ha calculado en 1 1/2" con tubería PVC SAP \varnothing 1 1/2" y C-7.5

$$D = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{hf^{0.21}} \quad hf = \left[\frac{Q}{2.492 * D^{2.63}} \right]^{1.85} \quad Q = 2.492 * D^{2.63} * hf^{0.54} \quad v = \frac{Q}{D^2 \pi / 4}$$

Caudal Q = 0.77 lt/seg

Tabla N° 15:
Red de Conducción : Captación Nueva - Caja de Reunión

ELEMENTO	C. TERRENO	DIF. COTAS	LONGITUD (m)	CAUD. TRAMO lt/s	PENDIENTE S m/m	DIAM. (")	DIAM.COM . "D" pulg	VELOC. FLUJO "V" lt/s	Hf(MT)	H PIEZOM.	PRESION
CAPTACION	3,659.50									3659.50	0.00
0+040	3,640.95	18.55	40.00	0.770	0.46	0.76	1 1/2	0.68	0.63	3658.87	17.92
0+080	3,622.70	18.25	40.00	0.770	0.46	0.76	1 1/2	0.68	0.63	3658.23	35.53
0+120	3,603.78	18.92	40.00	0.770	0.47	0.75	1 1/2	0.68	0.63	3657.60	53.82
0+160 CRP1	3,589.18	14.60	40.00	0.770	0.37	0.79	1 1/2	0.68	0.63	3589.18	0.00
0+200	3,569.85	19.33	40.00	0.770	0.48	0.75	1 1/2	0.68	0.63	3588.55	18.70
0+240	3,555.23	14.62	40.00	0.770	0.37	0.79	1 1/2	0.68	0.63	3587.91	32.68
0+280	3,540.00	15.23	40.00	0.770	0.38	0.79	1 1/2	0.68	0.63	3587.28	47.28
0+320 CRP2	3,529.57	10.43	40.00	0.770	0.26	0.85	1 1/2	0.68	0.63	3529.57	0.00
0+360	3,520.64	8.93	40.00	0.770	0.22	0.88	1 1/2	0.68	0.63	3528.94	8.30
0+400	3,514.21	6.43	40.00	0.770	0.16	0.94	1 1/2	0.68	0.63	3528.30	14.09
0+440	3,508.65	5.56	40.00	0.770	0.14	0.97	1 1/2	0.68	0.63	3527.67	19.02
0+480	3,503.19	5.46	40.00	0.770	0.14	0.98	1 1/2	0.68	0.63	3527.04	23.85
0+520	3,497.80	5.39	40.00	0.770	0.13	0.98	1 1/2	0.68	0.63	3526.40	28.60
0+560 CRP3	3,487.88	9.92	40.00	0.770	0.25	0.86	1 1/2	0.68	0.63	3487.88	0.00
0+600	3,478.23	9.65	40.00	0.770	0.24	0.87	1 1/2	0.68	0.63	3487.25	9.02
0+640	3,470.20	8.03	40.00	0.770	0.20	0.90	1 1/2	0.68	0.63	3486.61	16.41
0+680	3,465.53	4.67	40.00	0.770	0.12	1.01	1 1/2	0.68	0.63	3485.98	20.45
0+720	3,461.11	4.42	40.00	0.770	0.11	1.02	1 1/2	0.68	0.63	3485.35	24.24
0+760	3,456.16	4.95	40.00	0.770	0.12	1.00	1 1/2	0.68	0.63	3484.71	28.55
0+800	3,454.89	1.27	40.00	0.770	0.03	1.33	1 1/2	0.68	0.63	3484.08	29.19
0+840	3,454.68	0.21	40.00	0.770	0.01	1.94	1 1/2	0.68	0.63	3483.45	28.77
0+880	3,452.27	2.41	40.00	0.770	0.06	1.16	1 1/2	0.68	0.63	3482.81	30.54
0+920	3,450.21	2.06	40.00	0.770	0.05	1.20	1 1/2	0.68	0.63	3482.18	31.97
0+960	3,445.84	4.37	40.00	0.770	0.11	1.02	1 1/2	0.68	0.63	3481.55	35.71
1+000	3,440.07	5.77	40.00	0.770	0.14	0.97	1 1/2	0.68	0.63	3480.91	40.84
1+040 CRP4	3,428.98	11.09	40.00	0.770	0.28	0.84	1 1/2	0.68	0.63	3428.98	0.00
1+080	3,416.02	12.96	40.00	0.770	0.32	0.81	1 1/2	0.68	0.63	3428.35	12.33
1+120	3,404.27	11.75	40.00	0.770	0.29	0.83	1 1/2	0.68	0.63	3427.71	23.44
1+160	3,397.78	6.49	40.00	0.770	0.16	0.94	1 1/2	0.68	0.63	3427.08	29.30
1+200	3,395.71	2.07	40.00	0.770	0.05	1.20	1 1/2	0.68	0.63	3426.45	30.74
1+240	3,396.03	-0.32	40.00	0.770	0.01	1.77	1 1/2	0.68	0.63	3425.81	29.78
1+280	3,396.05	-0.02	40.00	0.770	0.00	3.17	1 1/2	0.68	0.63	3425.18	29.13
1+320	3,395.76	0.29	40.00	0.770	0.01	1.81	1 1/2	0.68	0.63	3424.55	28.79
1+360	3,390.34	5.42	40.00	0.770	0.14	0.98	1 1/2	0.68	0.63	3423.91	33.57
1+400	3,390.00	0.34	40.00	0.770	0.01	1.75	1 1/2	0.68	0.63	3423.28	33.28
1+440	3,386.00	4.00	40.00	0.770	0.10	1.04	1 1/2	0.68	0.63	3422.65	36.65
1+480	3,380.05	5.95	40.00	0.770	0.15	0.96	1 1/2	0.68	0.63	3422.01	41.96
1+520	3,380.00	0.05	40.00	0.770	0.00	2.62	1 1/2	0.68	0.63	3421.38	41.38
1+560	3,379.50	0.50	40.00	0.770	0.01	1.61	1 1/2	0.68	0.63	3420.75	41.25
1+600	3,379.47	0.03	40.00	0.770	0.00	2.91	1 1/2	0.68	0.63	3420.11	40.64
1+640	3,373.69	5.78	40.00	0.770	0.14	0.97	1 1/2	0.68	0.63	3419.48	45.79
1+680	3,368.58	5.11	40.00	0.770	0.13	0.99	1 1/2	0.68	0.63	3418.85	50.27
1+720	3,362.04	6.54	40.00	0.770	0.16	0.94	1 1/2	0.68	0.63	3418.21	56.17
1+760	3,357.98	4.06	40.00	0.770	0.10	1.04	1 1/2	0.68	0.63	3417.58	59.60
1+800	3,356.23	1.75	40.00	0.770	0.04	1.24	1 1/2	0.68	0.63	3416.95	60.72
1+840	3,357.49	-1.26	40.00	0.770	0.03	1.33	1 1/2	0.68	0.63	3416.31	58.82
1+880	3,357.13	0.36	40.00	0.770	0.01	1.73	1 1/2	0.68	0.63	3415.68	58.55
1+920	3,358.73	-1.60	40.00	0.770	0.04	1.26	1 1/2	0.68	0.63	3415.05	56.32
1+960	3,362.03	-3.30	40.00	0.770	0.08	1.09	1 1/2	0.68	0.63	3414.41	52.38
2+000	3,366.47	-4.44	40.00	0.770	0.11	1.02	1 1/2	0.68	0.63	3413.78	47.31
2+040	3,367.56	-1.09	40.00	0.770	0.03	1.37	1 1/2	0.68	0.63	3413.14	45.58
2+080	3,366.62	0.94	40.00	0.770	0.02	1.41	1 1/2	0.68	0.63	3412.51	45.89
2+120	3,371.64	-5.02	40.00	0.770	0.13	0.99	1 1/2	0.68	0.63	3411.88	40.24
2+160	3,375.57	-3.93	40.00	0.770	0.10	1.05	1 1/2	0.68	0.63	3411.24	35.67
2+200	3,373.65	1.92	40.00	0.770	0.05	1.22	1 1/2	0.68	0.63	3410.61	36.96
2+240	3,371.31	2.34	40.00	0.770	0.06	1.17	1 1/2	0.68	0.63	3409.98	38.67
2+280	3,370.53	0.78	40.00	0.770	0.02	1.47	1 1/2	0.68	0.63	3409.34	38.81
2+320	3,370.24	0.29	40.00	0.770	0.01	1.81	1 1/2	0.68	0.63	3408.71	38.47
2+360	3,370.00	0.24	40.00	0.770	0.01	1.88	1 1/2	0.68	0.63	3408.08	38.08
2+400	3,369.66	0.34	40.00	0.770	0.01	1.75	1 1/2	0.68	0.63	3407.44	37.78

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

Caudal Q =

0.77 lt/seg

$$hf = \left[\frac{Q}{2.492 * D^{2.63}} \right]^{1.85}$$

$$Q = 2.492 * D^{2.63} * hf^{0.54}$$

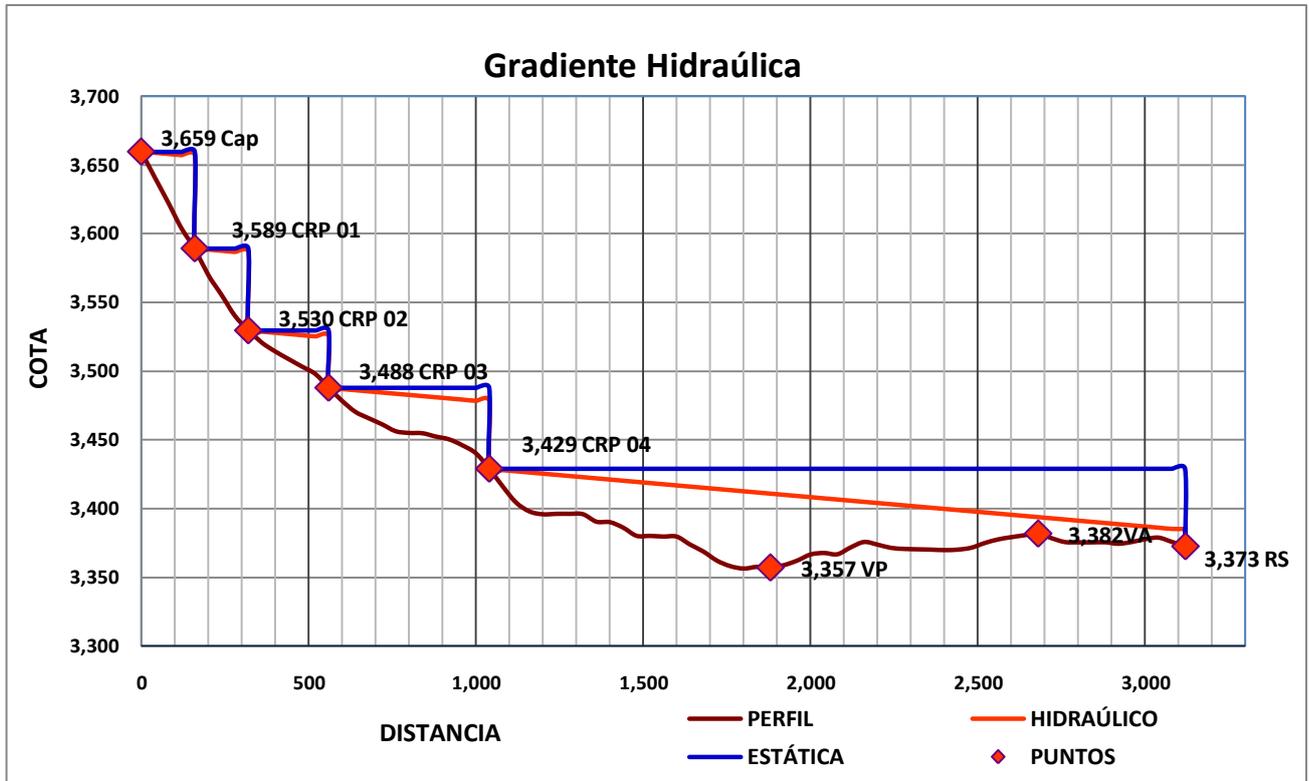
$$v = \frac{Q}{D^2 \pi / 4}$$

Tabla N° 15:
Red de Conducción : Captación Nueva - Caja de Reunión

ELEMENTO	C. TERRENO	DIF. COTAS	LONGITUD (m)	CAUD. TRAMO lt/s	PENDIENTE S m/m	DIAM. (")	DIAM.COM . "D" pulg	VELOC. FLUJO "V" lt/s	Hf(MT)	H PIEZOM.	PRESION
2+440	3,370.00	-0.34	40.00	0.770	0.01	1.75	1 1/2	0.68	0.63	3406.81	36.81
2+480	3,371.38	-1.38	40.00	0.770	0.03	1.30	1 1/2	0.68	0.63	3406.18	34.80
2+520	3,374.77	-3.39	40.00	0.770	0.08	1.08	1 1/2	0.68	0.63	3405.54	30.77
2+560	3,377.43	-2.66	40.00	0.770	0.07	1.14	1 1/2	0.68	0.63	3404.91	27.48
2+600	3,379.07	-1.64	40.00	0.770	0.04	1.26	1 1/2	0.68	0.63	3404.28	25.21
2+640	3,380.49	-1.42	40.00	0.770	0.04	1.30	1 1/2	0.68	0.63	3403.64	23.15
2+680	3,381.80	-1.31	40.00	0.770	0.03	1.32	1 1/2	0.68	0.63	3403.01	21.21
2+720	3,378.33	3.47	40.00	0.770	0.09	1.07	1 1/2	0.68	0.63	3402.38	24.05
2+760	3,375.53	2.80	40.00	0.770	0.07	1.12	1 1/2	0.68	0.63	3401.74	26.21
2+800	3,375.29	0.24	40.00	0.770	0.01	1.88	1 1/2	0.68	0.63	3401.11	25.82
2+840	3,375.26	0.03	40.00	0.770	0.00	2.91	1 1/2	0.68	0.63	3400.48	25.22
2+880	3,375.35	-0.09	40.00	0.770	0.00	2.31	1 1/2	0.68	0.63	3399.84	24.49
2+920	3,374.29	1.06	40.00	0.770	0.03	1.38	1 1/2	0.68	0.63	3399.21	24.92
2+960	3,375.56	-1.27	40.00	0.770	0.03	1.33	1 1/2	0.68	0.63	3398.58	23.02
2+000	3,377.59	-2.03	40.00	0.770	0.05	1.20	1 1/2	0.68	0.63	3397.94	20.35
3+040	3,378.72	-1.13	40.00	0.770	0.03	1.36	1 1/2	0.68	0.63	3397.31	18.59
3+080	3,375.60	3.12	40.00	0.770	0.08	1.10	1 1/2	0.68	0.63	3396.68	21.08
3+120	3,372.54	3.06	40.00	0.770	0.08	1.10	1 1/2	0.68	0.63	3396.04	23.50

TOTAL(m)	3,120.00
----------	----------

Figura N° 23: Gradiente Hidráulica, Línea de Conducción



Fuente: Elaboración propia

4.2.2.2 Estructuras especiales

Así mismo, al tener en cuenta el perfil del terreno, resulta necesaria la construcción de estructuras especiales tales como:

A. Cámaras rompe presión

Debemos indicar que estas estructuras se han considerado cuando el desnivel en las cotas del terreno es mayor a 50 m, esto tomando en cuenta que la presión estática no deberá exceder de este parámetro. Sin embargo, con la finalidad de evitar alguna contingencia, se ha previsto el uso de tubería PVC de clase 7.5. Así mismo se ha considerado la construcción de cámaras rompe presión (CRP) del tipo 6, esto con la finalidad de evitar que la energía estática genere daños en las tuberías.

Dichas cámaras comprenden una estructura de concreto armado de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y de dimensiones interiores de la cámara húmeda es de $1.35\text{m} \times 0.60\text{m} \times 0.60\text{m}$, con muros de 0.10m de espesor y tapa metálica de $0.60\text{m} \times 0.60\text{m}$, de espesor de $1/8"$. El acero de refuerzo tendrá un diámetro de $1/4"$, colocado horizontal como vertical cada 0.15m , esta cámara deberá tener una pendiente de 1% . Así mismo deberá tener una

cámara seca y una caja de rebose de 0.40m x 0.50m x 0.50m de medidas interiores, con muros de 0.10m de espesor y tapas metálicas de 0.50m x 0.50m; en la cámara seca se ubican las válvulas y en la caja de rebose el sello hidráulico.

La ubicación de la primera cámara se ubica en la progresiva N° 0+392 km y la segunda cámara está ubicada en la progresiva N° 1+278 km.

Para nuestro diseño se ha tomado en cuenta las normas técnicas antes indicadas. Mayor detalle del diseño se adjunta en planos en los anexos respectivos.

B. Estructura para la instalación de válvulas de purga

Según el perfil topográfico, se ha previsto una válvula de purga estará contenida dentro de una estructura de concreto armado de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y de dimensiones interiores de 0.80m x 0.80m x 1.00m de altura, con muros de 0.15m de espesor y tapa metálica de 0.60m x 0.60m. El acero de refuerzo se usa de un 3/8" de diámetro, cada 0.25m y la cimentación tendrá un espesor de 0.15m. En este primer tramo la válvula de purga estará ubicada en la progresiva 1+880 km a 3356.23msnm, que corresponde a la parte más baja del tramo de la línea de conducción.

C. Válvula de aire

La estructura de la cámara para la válvula constará de concreto armado de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y de dimensiones interiores de 0.80m x 0.80m x 1.00m de altura, con muros de 0.15m de espesor, incluido el cimiento, con acero de refuerzo se usa de un 3/8" de diámetro, cada 0.25m y una tapa metálica de 0.60m x 0.60m. Como se ha previsto, esta estructura estará ubicada en la progresiva 2+680 km a 3381.80msnm, correspondiente a la parte donde se prevé la acumulación de burbujas de aire.

Tabla N°16: Resumen de Obras de Arte

DESCRIPCION	UBICACIÓN (km)
Cámara Rompe Presión	
CRP1	0+160
CRP2	0+320
CRP3	0+560
CRP4	1+040
Válvula de Purga	
VP1	1+880
Válvula de Aire	
VA1	2+680

4.2.3 Diseño de reservorio de agua.

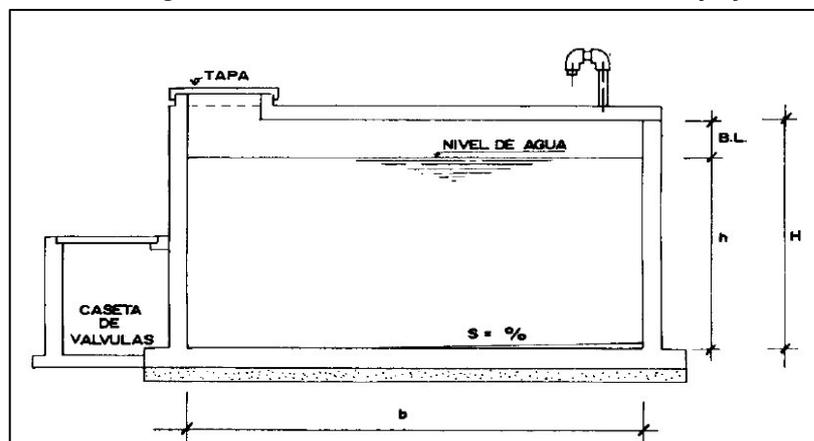
Los almacenamientos de agua tienen como función suministrar agua para consumo humano a las redes de distribución, para ello se requiere que las presiones de servicio sean las adecuadas y en cantidad necesaria para permitir compensar los déficit de las demanda. Además, deberá preverse un volumen adicional para suministrar las emergencias contra incendio y suspensión temporal de abastecimiento de agua. Para nuestro caso como ya se ha previsto, no contará con el volumen de reserva contra incendio, debido a baja cantidad de población. Sin embargo, si se ha considerado volumen por pérdidas y para prever suspensión del servicio del agua.

El reservorio que se ha contemplado en el presente diseño, se ha previsto de tipo rectangular, debido a que según el cálculo realizado en el punto 4.1.1.3, apartado E, el volumen no es muy considerable, 10m³.

Los siguientes cálculos contemplan el diseño estructural del reservorio, para ello se ha utilizado el método de Portland Cement Association (PCA), el mismo que determina los momentos y cortantes como resultado de experiencias sobre modelos de reservorios basados en la teoría de Plates and Shells de Timoshenko, así mismo las paredes del reservorio se considera empotradas entre sí, la base empotrada, a pesar de ser un reservorio apoyado, sin considerar las fuerzas de empuje en las paredes laterales y la tapa se ha considerado como libre, sin empotramiento.

Debido a que se ha identificado dos elementos: la losa de la tapa y las paredes con la losa de fondo, las cargas se han tomado de la siguiente manera: para la tapa se ha tomado en cuenta el peso propio de la losa y una carga viva estimada, en el segundo elemento se ha tomado el peso de las paredes, la losa de fondo y el empuje del agua sobre las paredes y el fondo.

Figura N° 23: Ilustración de un Reservorio Apoyado



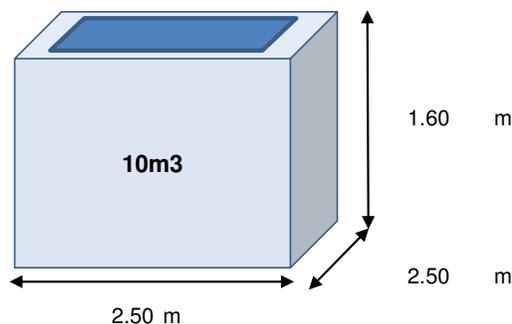
Fuente: Roger Agüero Pittman

4.2.3.1 Diseño Estructural del Reservorio

Para el diseño estructural del reservorio, fue necesario recabar algunos datos necesarios, los cuales fueron tomados de los estudios previos, estudio de suelos y los datos tomados de la literatura, los mismo de la mencionamos a continuación:

Datos:

- Volumen (V)	=	10.00 m ³ .
- Diámetro interior (d)	=	2.50 m.
- Altura de agua (h)	=	1.60 m.
- Borde libre (B.L.)	=	0.40 m.
- Altura total (H)	=	2.00 m.
- Peso específico del agua (γ_a)	=	1000 kg/m ³ .
- Peso específico del terreno (γ_t)	=	1670 kg/m ³ .
- Capacidad de carga del terreno (δ_t)	=	1.02 kg/cm ² .
- Concreto (f_c)	=	210 kg/cm ² .
- Peso del Concreto Armado	=	2400 kg/m ³ .
- Esfuerzo de Fluencia del acero (f_y)	=	4200 kg/cm ² .



A) CALCULO DE MOMENTOS Y ESPESOR (e)

A.1. Paredes (e_p)

El cálculo se realiza cuando el reservorio se encuentra lleno y sujeto a la presión del agua.

Para el cálculo de los momentos - tapa libre y fondo empotrado, según la relación del ancho de la pared (b) y la altura de agua (h), tenemos los valores de los coeficientes (k).

Siendo:

$$h = 1.60$$

$$b = 2.50$$

Resulta:

$$b/h = 1.563 \quad \text{Asuminos :}$$

1.5

Para la relación $b/h = 1.5$, se presentan los coeficientes (k) para el cálculo de los momentos, cuya información se muestra en el cuadro 1.

Tabla N°17:

Coefficientes (k) para el cálculo de momentos de las paredes de reservorios - tapa libre y fondo empotrado

b/h	x/h	y = 0		y = b/4		y = b/2	
		Mx	My	Mx	My	Mx	My
1.5	0	0	0.021	0	0.005	0	-0.04
	¼	0.008	0.02	0.004	0.007	-0.009	-0.044
	½	0.016	0.016	0.01	0.008	-0.008	-0.042
	¾	0.003	0.006	0.003	0.004	-0.005	-0.026
	1	-0.06	-0.012	-0.041	-0.008	0	0

Fuente: Análisis y diseño de reservorios de concreto armado: Rivera Feijoo. Julio-pp79.Lima 1991

Los momentos que se produce por efectos del empuje del agua se determinan mediante la siguiente fórmula:

$$M = k * \gamma a * h^3 \dots\dots\dots \text{Ecuación (I)}$$

Los valores de:

$$\gamma a * h^3 = 1000*(1.6)^3 \quad 4096 \quad \text{Kg}$$

El valor encontrado de 4096 kg se procede a multiplicar con el valor de 'K'

Tabla N° 18:

Momentos (kg-m.) debido al empuje del agua.

b/h	x/h	y = 0		y = b/4		y = b/2	
		Mx	My	Mx	My	Mx	My
1.5	0	0.00	86.02	0.00	20.48	0.00	-163.84
	¼	32.77	81.92	16.38	28.67	-36.86	-180.22
	½	65.54	65.54	40.96	32.77	-32.77	-172.03
	¾	12.29	24.58	12.29	16.38	-20.48	-106.50
	1	-245.76	-49.15	-167.94	-32.77	0.00	0.00

Figura N° 24: Diagramas de Momentos Verticales(Kg-m)

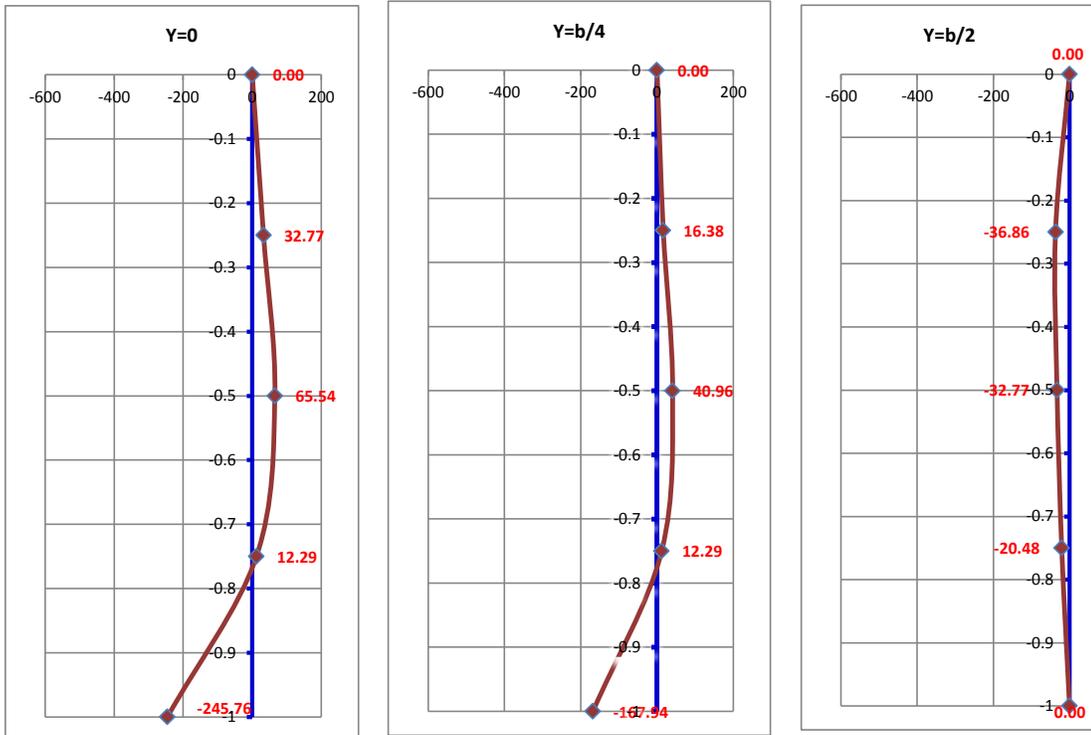
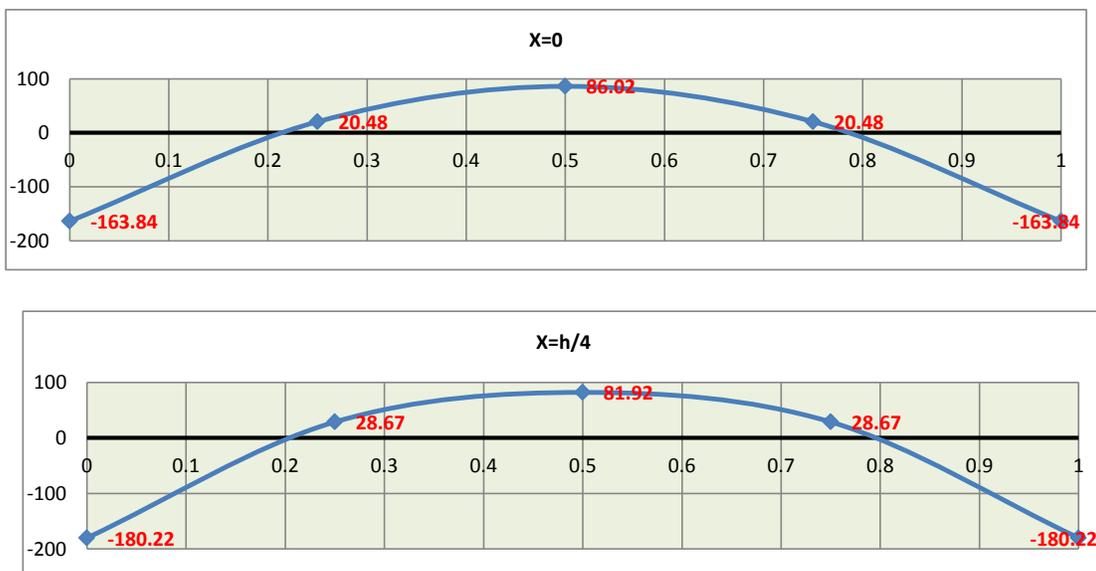
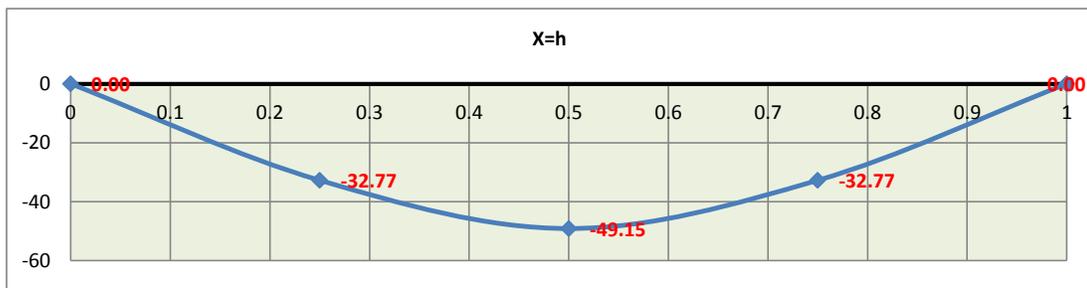
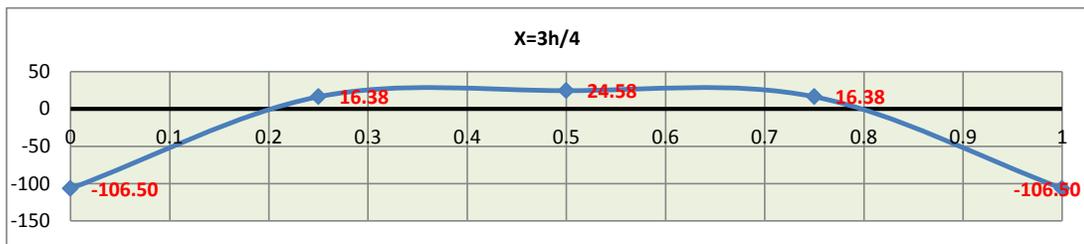
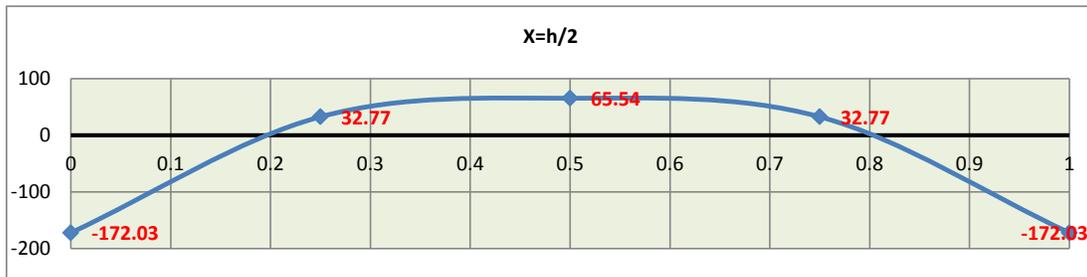
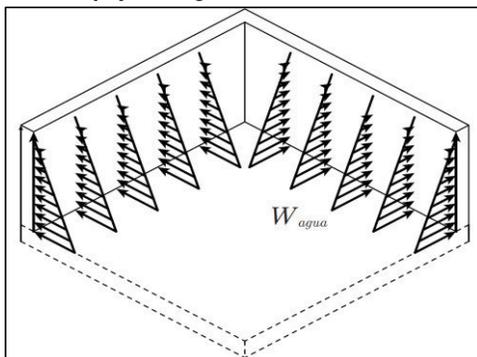


Figura N° 25: Diagramas de Momentos Horizontales (Kg-m)

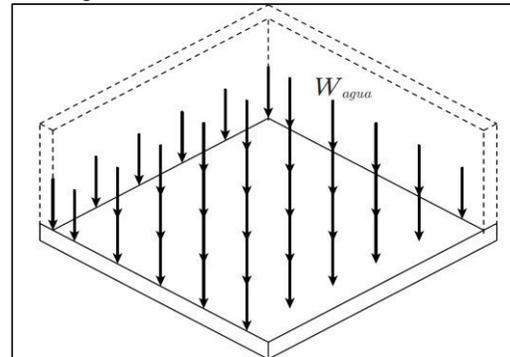




Empuje del agua sobre los Muros



Carga distribuida sobre la losa de fondo



En la tabla N° 15, el máximo momento absoluto es:

$$M = 245.76 \text{ Kg-m.}$$

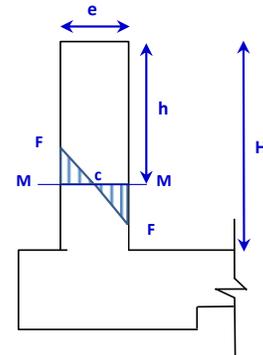
El espesor de la pared (e) originado por un momento " M " y el esfuerzo de tracción por flexión (ft) en cualquier punto de la pared, se determina mediante el método elástico sin agrietamiento, cuyo valor se estima mediante:

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

Donde:

ft = 0.85 (f'c) ^{1/2}	=	12.32 kg/cm ² .
f'c	=	210 kg/cm ² .
M	=	245.76 kg-m.
b*	=	100 cm.

* Analisis realizado en un metro



Reemplazando los datos en la ecuación II, se tiene:

e_p = 10.94 cm.

Para el diseño se asume un espesor:

e_p = 0.20 m.

A.2. Losa de Cubierta (e_c)

La losa de cubierta será considerada como una losa armada en dos sentidos y apoyada en sus cuatro lados.

Cálculo del espesor de la losa:

Espesor de los apoyos e ₁ =	0.2	m.
Luz interna, Li	=	2.50 m.

$$L = Li + \frac{2 * e_c}{2}$$

Luz de cálculo (L) = 2.5 + 2(0.2)/2

L = 2.7 m.

Espesor e_c = L / 36 = 0.08 m.

Para el diseño se asume un espesor :

e_c = 0.10 m.

Debido a que la relación de la losa maciza en dos direcciones es igual a la unidad, los momentos los momentos flexionantes en las fajas centrales es igual a:

$$MA = MB = (CWL)^2 \dots\dots\dots \text{Ecuación (III)}$$

Donde:

$$C = 0.036 \text{ *Valor tomado del RNE, Tabla 13.2}$$

Metrado de cargas (m2)

Peso propio	=	0.10	x	2400	=	240 kg/m2.
Carga viva	=				=	150 kg/m2.
				W	=	390 kg/m2.

Reemplazando en la ecuación III , se tiene:

$$MA = MB = 102.35 \text{ kg-m.}$$

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

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

Siendo:

$$M = MA = MB = 102.35 \text{ kg-m.}$$

$$b = 100 \text{ cm.}$$

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

donde:

$$k = \frac{1}{1 + \frac{fs}{nfc}}$$

Para :

$$fy = 4200 \text{ kg/cm2.}$$

$$fc = 210 \text{ kg/cm2.}$$

$$fs = 0.5 fy = 2100 \text{ kg/cm2.}$$

$$fc = 0.45fc = 94.5 \text{ kg/cm2}$$

$$n = \frac{Es}{Ec} = \frac{2 * 10^6}{15100 \sqrt{f'c}} \quad \text{*Según RNE}$$

$$n = 9.1399$$

Redondeando n= 10

Reemplazando:

$$k = 0.3103$$

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

$$j = 0.8966$$

Reemplazando los valores en la ecuación "R", obtenemos como resultado:

$$R = 13.15$$

y reemplazando los valores en la ecuación VI, se obtiene :

$$d = 2.79 \text{ cm.}$$

Considerando un recubrimiento de: 2.5 cm.

El espesor total (e_c) será: 5.29 cm. siendo menor que el espesor mínimo encontrado

($e = 10$ cm). Para el diseño debe cumplir que:

$$d \geq e - 2.5$$

Por lo tanto el espesor de la cubierta sera:

$$d = 10 - 2.5 = 7.5 \text{ cm.}$$

$$e_c = 10 \text{ cm}$$

A.3. Losa de fondo (e_f)

Asumiendo el espesor de la losa de fondo igual al valor: 0.20 m

y conocida la altura de agua de 1.60 m el valor de P será:

Calculo del peso para m2

$$\text{Peso propio del agua : } 1.60 \times 1000 = 1600.00 \text{ kg/m}^2.$$

$$\text{Peso propio del concreto: } 0.20 \times 2400 = \underline{480.00} \text{ kg/m}^2.$$

$$W = 2080.00 \text{ kg/m}^2.$$

Debido a que el espesor es muy pequeño, en relación a su longitud; la losa de fondo se analiza como flexible y no como una placa rígida, así mismo se considera apoyada en el medio, incrementándose su rigidez en la medida que se incrementa su acercamiento en los bordos, donde se ha considerado empotrada.

Ahora procederemos a determinar los momentos de empotramiento, teniendo en cuenta una luz interna de:

$$L = 2.50 \text{ m.}$$

Por lo tanto se origina los siguientes momentos:

- Momento de empotramiento en los extremos:

$$M = -\frac{WL^2}{192} \quad M = -67.708 \text{ kg-m.}$$

- Momento en el centro:

$$M = \frac{WL^2}{384} \quad M = 33.854 \text{ kg-m.}$$

Para los Momentos calculados anteriormente, procedemos a ajustar con los siguientes coeficientes que recomienda Timoshenko, esto debido a que dicha losa plana presenta armaduras en dos direcciones. Dichos coeficiente corresponden a los siguientes:

Para un momento de empotramiento = 0.5290
Para un momento en el centro = 0.0513

Momentos finales:

Empotramiento (Me) = 0.529 x -67.708 = -35.82 kg-m.
Centro (Mc) = 0.0513 x 33.854 = 1.74 kg-m.

Chequeo del espesor:

El espesor se calcula mediante el método elástico sin agrietamiento considerando el máximo momento absoluto (M= 35.82 kg-m.) con la siguiente relación:

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

Siendo:

$f_t = 0.85 (f'_c)^{1/2} = 12.318$
y el valor de $b = 100$ cm

Reemplazando, se obtiene:

$e = 4.177$ cm. Dicho valor es menor que el espesor asumido 20 cm.
considerando el recubrimiento de: 4 cm., resulta:

$$d = e + 4$$

$$d = 16 \text{ cm.}$$

B) DISTRIBUCION DE LA ARMADURA

Como siguiente paso, procedemos a calcular el área de acero (As) que deberá contener la armadura, tanto en la pared, como en la losa y el fondo de la estructura. Con el área acero (As) calculado, nos permitirá definir el diámetro y distribución de la armadura. Para ello utilizaremos la siguiente ecuación:

$$As = \frac{M}{f_s * j * d} \dots\dots\dots \text{Ecuación (V)}$$

Donde:

- As = Área de acero en cm².
- M = Momento máximo absoluto en kg-m.
- fs = 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.

B.1. Acero en refuerzo en la Pared

Para el cálculo del refuerzo se considerara los momentos maximos absolutos determinados en el punto A.1, cuadro N° 15, esto debido a que es un estructura pequeña y se dificultaría la distribución de la armadura, asi mismo porque el ahorra no serra muy significativo.

Los momentos indicados son los siguientes:

Momento vertical (Mx): 245.76 kg-m.
Momento horizontal (My): 163.84 kg-m.

Para los valor de (fs) y (n), se tomado la los valores recomendados Normas Sanitarias de ACI-350

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

$$n = 9$$

Otros datos calculados:

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_c = 0.45f_c = 94.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$k = 0.4859$$

$$j = 0.8380$$

$$k = \frac{1}{1 + \frac{f_s}{n f_c}}$$

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

Conocido espesor $\Theta_p = 20 \text{ cm}$. y el recubrimiento $c = 10 \text{ cm}$. se define un peralte efectivo $d = 10 \text{ cm}$

Por lo tanto el área de acero A_s , horizontal y vertical se deterimina con:

$$A_{s\text{-hor}} = 2.172 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{-ver}} = 3.258 \text{ cm}^2$$

*No debemos olvidar que el momento máximo (Mx y My) se encuentra en metros, por lo que debemos hacer la conversión a metros

Como siguiente paso, es necesario conocer la cuantía mínima, de tal manera podamos verificar nuestra cuantia calculada, la misma se determina mediante la siguiente relación:

$$A_{s \text{ mín.}} = 0.0015 b x e = 3.00 \text{ cm}^2$$

Para lo cual se tiene los siguientes datos:

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$\Theta_p = 20 \text{ cm.}$$

Verificamos que $A_{s \text{ hor}} > A_{s \text{ min}}$, por lo tanto si cumple nuestra cuantía calculada

B.1.1. Selección del acero Horizontal

Diametro de acero seleccionado \emptyset :	3/8 "
Area de acero:	0.71 cm ²
Area de acero calculado:	3.000 cm ²
Espaciamiento entre barras (s):	0.24 m

B.1.1. Selección del acero Vertical

Diametro de acero seleccionado Ø :	3/8 "
Area de acero:	0.71 cm ²
Area de acero calculado:	3.258 cm ²
Espaciamiento entre barras (s):	0.22 m

*Para este caso se ha tomado cada 0.15m

B.2. Acero de refuerzo en la losa de Cubierta

Para determinar el área de acero, se toma en cuenta el momento en el centro de la losa, a través de la ecuación V.

Para el cálculo se consideran:

M =	102.35 kg-m.
fs =	1400 kg/cm ² .
j =	0.8380
d =	7.5 cm.

$$As = \frac{M}{fs * j * d}$$

Se obtiene As = 1.163 cm²

La cuantía mínima recomendada es:

As mín. = 0.0017 b x e = 1.70 cm².

Para b = 100 y e = 10.00 cm.

Selección del acero en la losa de cubierta

Diametro de acero seleccionado Ø :	3/8 "
Area de acero:	0.71 cm ²
Area de acero calculado:	1.70 cm ²
Espaciamiento entre barras (s):	0.42 m

*Para este caso se ha tomado cada 0.25m

B.3. Acero de refuerzo en la losa de Fondo

Para determinar el refuerzo en la losa de fondo, se considera el máximo momento absoluto, para lo cual se tiene los siguientes datos:

M =	35.82 kg-m.
d:	16 cm.
fs =	1400 kg/cm ² .
j =	0.8380

$$As = \frac{M}{fs * j * d}$$

Se obtiene As = 0.191 cm²

La cuantía mínima recomendada es:

As mín. = 0.0017 b x e = 3.40 cm².

Para b = 100 y e = 20.00 cm.

Selección del acero en losa de fondo

Diametro de acero seleccionado Ø :	3/8 "	
Area de acero:	0.71	cm2
Area de acero calculado:	3.40	cm2
Espaciamiento entre barras (s):	0.21	m

*Para este caso se ha tomado cada 0.20m

C) CHEQUEO POR ESFUERZO CORTANTE Y ADHERENCIA

Tiene por finalidad verificar si la estructura requiere estribos, así mismo se realiza la verificación de la adhesión entre el concreto y el acero de refuerzo.

C.1: Pared

Esfuerzo cortante:

La fuerza cortante total máxima (V) , será:

$$V = \frac{\gamma_a * h^2}{2} \dots\dots\dots \text{Ecuación (VI)}$$

Datos:

γa:	1000 kg/m3
h:	1.60 m.

Se obtiene:

$$V = 1280 \text{ kg.}$$

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

$$v = \frac{V}{j * b * d} \dots\dots\dots \text{Ecuación (VII)}$$

Datos:

V:	=	1280 kg
j:	=	0.8380
b:	=	100.00 cm
d:	=	10.00 cm

Se obtiene:

$$v = 1.53 \text{ kg/cm2.}$$

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

$$V_{\text{máx.}} = 0.02 f'c$$

$$V_{\text{máx.}} = 4.2 \text{ kg/cm2.}$$

Por lo tanto, se puede corroborar que las dimensiones del muro satisfacen las condiciones de diseño.

Adherencia:

Para elementos sujetos a flexión, el esfuerzo de adherencia en cualquier punto de la sección se

calcula mediante:

$$u = \frac{V}{\sum o * j * d} \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación (VIII)}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \Sigma o \text{ para } \varnothing 3/8" @. & \quad 11 \text{ cm.} & = & \quad 27.27 \\ V & = & 1280 \text{ kg/cm}^2. \\ u & = & 5.600 \text{ kg/cm}^2. \end{aligned}$$

El esfuerzo permisible por adherencia (u máx.) para f'c = **210 kg/cm²**. Es :

$$u \text{ máx.} = 0.05 f'c = \mathbf{10.5 \text{ kg/cm}^2}.$$

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

C.1: Losa de Cubierta

Esfuerzo cortante:

La fuerza cortante máxima (V) es igual a:

$$V = \frac{WS}{3}$$

Donde:

$$\begin{aligned} W: & \quad = & \quad 390 \text{ kg} \\ S: & \quad = & \quad 2.50 \text{ m} \end{aligned}$$

Se obtiene:

$$V = \mathbf{325.00 \text{ kg/m.}}$$

El esfuerzo cortante unitario (v) se calcula con la siguiente ecuación:

$$v = \frac{V}{b * d}$$

Datos:

$$\begin{aligned} V: & \quad = & \quad 325.00 \text{ kg/m.} \\ b: & \quad = & \quad 100 \text{ cm} \\ d: & \quad = & \quad 7.5 \\ v & \quad = & \quad 0.433 \text{ kg/cm}^2. \end{aligned}$$

El máximo esfuerzo cortante unitario (v máx) para f'c: **210 kg/cm²** es:

$$v \text{ máx} = 0.29 (f'c)^{1/2} = \mathbf{4.2025 \text{ kg/cm}^2}.$$

El valor de v máx. , muestra que el diseño es el adecuado.

Adherencia:

$$u = \frac{V}{\sum o * j * d}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \Sigma o \text{ para } \varnothing 3/8" @. & \quad 30 \text{ cm.} & = & \quad 10.00 \\ V & = & 325.00 \text{ kg/cm}^2. \\ u & = & 5.01 \text{ kg/cm}^2. \end{aligned}$$

Siendo:

$$u \text{ máx} = 0.05 f'c = 10.50 \text{ kg/cm}^2.$$

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

Tabla N° 19:

Resumen del Cálculo Estructural y Distribución de Armadura

DESCRIPCION	PARED		LOSA DE CUBIERTA	LOSA DE FONDO
	VERT.	HORIZ.		
Momentos " M " (kg-m.)	245.76	163.84	102.35	35.82
Espesor Util " d " (cm.)	10	10	7.5	16
fs (kg/cm ²)	900	900	1400	900
n	9	9	10	10
fc = 0.45 f'c (kg/cm ²)	94.5	94.5	94.5	94.50
k = 1 / (1 + fs/(n fc))	0.4859	0.4859	0.4030	0.5122
j = 1 - (k/3)	0.8380	0.8380	0.8657	0.8293
Area de Acero:				
As = (100xM) / (fs x j x d) (cm ² .)	3.258	2.172	1.126	0.300
C	0.0015	0.0015	0.0017	0.0017
b (cm.)	100	100	100	100
e (cm.)	20	20	10	20
Cuantía Mínima:				
As mín. = C x b x e (cm ² .)	3.00	3.00	1.70	3.40
Area Efectiva de As (cm ² .)	7.90	5.41	3.00	4.00
Area Efectiva de As mín. (cm ² .)	3.00	2.50	1.70	4.00
Distribución de acero:				
Ø de Acero:	3/8 "	3/8 "	3/8 "	3/8 "
preliminar	0.16	0.24	0.43	0.32
cada/m.	0.15	0.24	0.25	0.20

4.2.3.2. Consideraciones del proceso constructivo

Conocido las dimensiones y el volumen del reservorio, se concluye que este consta de las siguientes partes:

Losa de fondo de concreto armado, muros de sección rectangular de concreto armado y una losa de cubierta de concreto armado, con su respectiva cavidad para su inspección operativa. Así mismo, consta de una caseta de válvulas y escalera interior.

a) Excavación y nivelación del terreno

Debido a lo accidentado del terreno, el lugar elegido donde se construirá el reservorio se deberá ejecutar la excavación llegando a terreno de fundación estable, de acuerdo a la resistencia del suelo, según el estudio de mecánica de suelos. Estos trabajos se realizarán con la finalidad de quedar bien nivelada, siendo necesario un solado de concreto de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ de 0.10m de espesor.

b) Encofrados

Es importante tomar en cuenta el tiempo de los encofrados, los cuales deben ser indeformables, así mismo, deberán utilizar elementos metálicos, de madera o triplay, teniendo en cuenta las condiciones técnicas. Por otro lado el plazo para los desencofrados serán los siguientes:

- Muros 3 días.
- Losa de cubierta 21 días.

De utilizar aceleradores de fragua, podrán ser disminuidos los tiempos, teniendo en cuenta las especificaciones del fabricante.

c) Losa de fondo

Será de concreto armado cuyo espesor, se ha indicado en la tabla N°16.

El vaciado de la losa debe ser monolítico con la resistencia del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, así mismo, deberá tomarse en cuenta que en la cara superior se ejecutará el acabado en pulido, por lo tanto, será rallada para facilitar la adherencia.

d) Muros

Igualmente, los muros serán de concreto armado, cuyo espesor y dimensiones se indica en el cuadro N° 16.

El vaciado de la losa de fondo, se procede al habilitado y colocado de la armadura de acero dispuesto para los muros, teniendo en cuenta los diámetros y espaciamentos respectivo. Después se encofrará la parte interna y externa de las paredes de los muros; estando preparadas las formas se procede al vaciado de los muros con concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Teniendo en consideración la instalación de tuberías.

Deberá tenerse cuidado con las juntas de construcción, siendo necesario el picado del concreto ya endurecido, a fin de dejar una superficie rugosa, a fin de unir ambos concretos (concreto de la losa de fondo y muros).

e) Cubierta

Será una losa maciza, cuyo espesor es menor, según la tabla N° 16, esto debido a que no recibirá carga de servicio.

El encofrado se iniciará después de vaciar los muros, teniendo en cuenta los elementos de encofrado de madera y en forma paralela se habilitará y se colocará el acero de refuerzo.

El acabado exterior se hará con una capa de mortero de C:A 1:3, de 1" de espesor, colocada inmediatamente sobre el concreto fresco, acabando con cemento puro.

f) Escalera interior

Servirá para el ingreso al reservorio. Construido con fierro galvanizado de 3/4" con peldaños de 0.30m, empotrado al muro, estos se colocarán al momento del vaciado de los muros.

g) Materiales

Se utilizará cemento anti salitre, tipo I, en la losa de fondo, de tal manera que se evite efectos de las sales, en los muros se utilizará cemento tipo V, de tal manera que pueda aportar una mayor resistencia a la estructura; la piedra será de los diámetros menores al recubrimiento, y la arena a utilizar será limpia.

Antes de vaciar el concreto, el ingeniero inspector deberá aprobar la colocación de la armadura de acuerdo al plano.

Se evitará la segregación de los materiales en los vaciados de altura, así mismo al momento de “chuzar” se evitar que el concreto golpee contra la cara opuesta del encofrado, para evitar segregaciones.

Debemos indicar que dado la altura y el clima, el vaciado se podrá realizar a cualquier hora del día, sin afectar la resistencia del concreto.

h) Recubrimientos

Debemos tener en cuenta el recubrimiento mínimo según los elementos de la estructura:

Losa de fondo:	1.5 cm.
Muros:	1.5 cm.
Losa de cubierta:	1.5 cm

i) Instalación de tuberías y válvulas

Se tomarse en cuenta en la “caseta de válvulas” los siguientes elementos:

- Válvula de ingreso
- Válvula de salida
- Válvula de limpia
- Válvula de by pass

j) Prueba hidráulica

Es necesario desarrollar esta prueba a fin de evitar filtraciones, la adecuada se realizar de la siguiente manera: se llenará el reservorio con agua hasta la altura calculada y se observará atentamente si hay fugas, esto se manifiestan con la disminución del nivel del agua. Este efecto se produce por la porosidad del concreto, juntas de construcciones y otros. La prueba a tanque lleno durará 24 horas. Si se producen filtraciones se harán los resanes necesarios y se repetirá la prueba hasta obtener resultados satisfactorios.

k) Impermeabilización

Después de realizar la prueba hidráulica, si se obtiene resultados satisfactorios, se procede a realizar el enlucido impermeabilizante en la totalidad del área interior.

Se deberá proteger la impermeabilización de los efectos de secado rápido, esto debido a la temperatura y los rayos solares, para ello será necesario, el

“curado” con agua durante cuatro días seguidos o el uso de compuestos especiales.

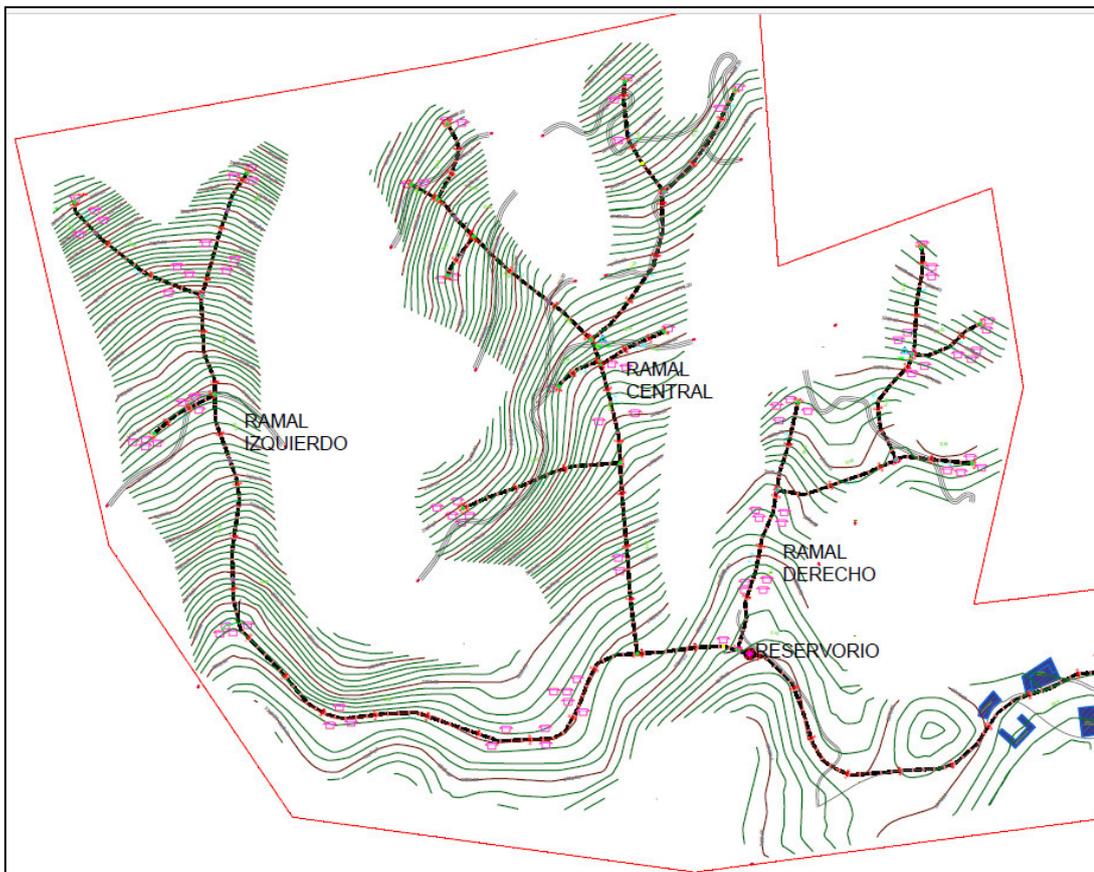
4.2.4 Diseño de red de distribución

La red de distribución de agua potable, corresponde al conjunto de tuberías que tienen como finalidad proporcionar agua a los diferentes usuarios. La distribución se inicia en el tanque de Regularización y se canaliza por una red de tuberías, las mismas que se determina con diferentes diámetros, según el consumo de la zona.

Para nuestro proyecto, ha sido necesario apoyarnos en los estudios topográficos, de tal manera que podamos determinar la ubicación de los usuarios y la cantidad de los mismos. La red de distribución diseñada corresponde a una red abierta, esto debido a lo accidentado de la topografía, el mismo que no permite el retorno del abastecimiento.

La red de distribución se ha considerado en tres ramales, denominados izquierdo, central y derecho; esto permitirá controlar mejor el gasto e identificar los tramos.

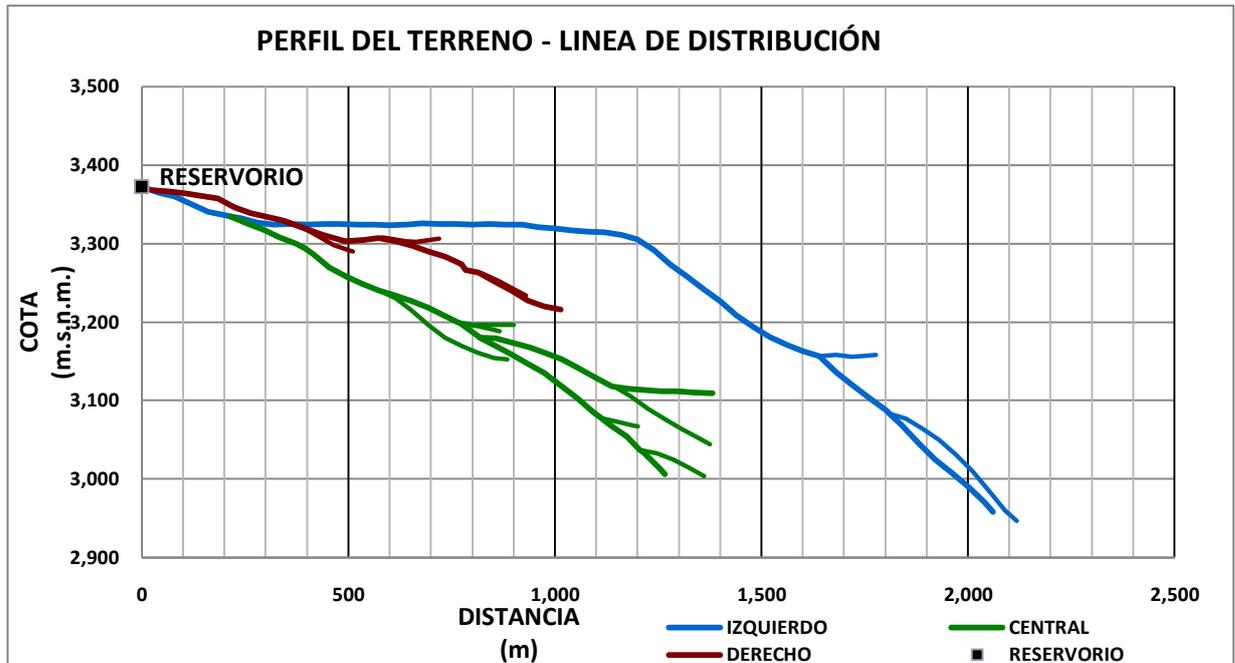
FIGURA N° 27: Vista de la Línea de Distribución



4.2.4.1 Perfil del terreno

La siguiente figura corresponde al perfil del terreno los tres ramales, en ello se puede observar el terreno accidentado

FIGURA N° 28: Perfil de los Diferentes Ramales de Distribución



4.2.4.2 Cálculo hidráulico.

La red de distribución se constituye por un conjunto de tuberías, válvulas, accesorios reductores, cámaras rompe presión y otras estructuras que permitan el correcto funcionamiento del sistema de distribución de agua potable de manera equitativa, según la demanda de cada ramal.

Es importante tomar en cuenta la norma respecto a los parámetros exigidos, la cual está especificada en Resolución Ministerial RM-192-2018-VIVIENDA, Capítulo V, Aspectos:

- Los diámetros mínimos de las tuberías principales para redes cerradas deben ser de 25mm (1”), y en redes abiertas, se admite un diámetro de 20mm (3/4”) para ramales.
- En los cruces de tuberías no se permitirá la instalación de accesorios en forma de cruz y se realizarán siempre mediante piezas en tee de modo que forme el tramo recto la tubería de mayor diámetro. Los diámetros de los accesorios en tee, siempre que existan comercialmente, se corresponderán con los de las tuberías que unen, de forma que no sea necesario intercalar reducciones.

- La red de tuberías de abastecimiento de agua para consumo humano debe discurrir, siempre a cota superior a otras redes que pudieran existir de aguas grises o negras, electricidad o teléfono.
- Las redes de distribución se diseñarán con el caudal máximo horario (Qmh)
- Igualmente, la velocidad mínima no será menor a 0.60m/s, ni mayor a 3m/s, pero por en ningún caso será e inferior 0.30m/s.
- Las presiones de servicio no serán menores a 5 m.c.a., en cualquier punto de la red o línea de alimentación, además la presión estática no será mayor a 60 m.c.a.

Es importante señalar que se han seguido los parámetros exigidos por la normal al momento de realizar los cálculos para la red de distribución. Así mismo, la norma señala que el caudal mínimo en cada ramal debe ser mínimo 0.1lts/s., por tal motivo se al momento de establecer el consumo de cada tramo, se ha verificado si cumple con dicho parámetro. El siguiente cuadro se presenta el gasto por cada tramo:

Tabla N°20: Gasto por Tramo

TRAMO	Nro HABITANTES POR TRAMO	GASTOS POR TRAMO (lt/s)	GASTOS ACUMULADO POR TRAMO (lt/s)
A1-A2	33	0.045	0.466
A2-A3	16	0.100	0.100
A2-A4	8	0.011	0.322
A4-A5	13	0.100	0.100
A4-A6	8	0.011	0.211
A6-A8	23	0.100	0.100
A6-A7	19	0.100	0.100
A1-A9	6	0.008	1.230
A9-A26	73	0.099	0.399
A26-A27	35	0.100	0.100
A28-A30	28	0.100	0.100
A28-A29	36	0.100	0.100
A9-A10	8	0.011	0.823
A10-A11	25	0.100	0.100
A10-A12	9	0.012	0.712
A12-A13	12	0.100	0.100
A14-A15	9	0.100	0.100
A20-A21	8	0.100	0.100
A22-A23	12	0.100	0.100
A22-A24	9	0.100	0.100
A17-A19	15	0.100	0.100
A17-A18	10	0.100	0.100
TOTAL	415	1.696	

Debe entenderse que el gasto acumulado corresponde al gasto de una red principal que abastece tuberías secundarias.

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

$$hf = \left[\frac{Q}{2.492 * D^{2.63}} \right]^{1.85}$$

$$Q = 2.492 * D^{2.63} * hf^{0.54}$$

$$v = \frac{Q}{D^2 \pi / 4}$$

Tabla N° 21:

Red de Distribución: Reservorio - Ramal izquierdo, Central y Derecho

A. RAMAL IZQUIERDA

RED DE CONDUCCIÓN : T1

A1

A29

Nodo: A1-A29

ELEMENTO	C. TERRENO	DIF. COTAS	LONGITUD (m)	CAUD. TRAMO lt/s	PENDIENTE S m/m	DIAM. (")	DIAM.COM. "D" pulg	VELOC. FLUJO "V" lt/s	Hf(MT)	H PIEZOM.	PRESION
Reservorio	3372.54									3372.54	0.00
0+024.23 - A1	3368.20	4.34	24.23	0.560	0.18	0.82	1 1/2	0.49	0.21	3372.33	4.13
0+040	3365.12	3.08	15.77	1.230	0.20	1.08	1 1/2	1.08	0.59	3371.73	6.61
0+080	3359.82	5.30	40.00	1.230	0.13	1.17	1 1/2	1.08	1.51	3370.23	10.41
0+120	3350.16	9.66	40.00	1.230	0.24	1.04	1 1/2	1.08	1.51	3368.72	18.56
0+160	3340.37	9.79	40.00	1.230	0.24	1.03	1 1/2	1.08	1.51	3367.22	26.85
0+200	3335.91	4.46	40.00	1.230	0.11	1.22	1 1/2	1.08	1.51	3365.71	29.80
0+214.01 - A9	3334.59	1.32	14.01	1.230	0.09	1.26	1 1/2	1.08	0.53	3365.18	30.59
A9 - 0+240	3332.10	2.49	25.99	0.399	0.10	0.82	1 1/2	0.35	0.12	3365.06	32.96
0+280	3326.86	5.24	40.00	0.399	0.13	0.77	1 1/2	0.35	0.19	3364.88	38.02
0+320	3323.95	2.91	40.00	0.399	0.07	0.87	1 1/2	0.35	0.19	3364.69	40.74
0+360	3325.03	-1.08	40.00	0.399	0.03	1.07	1 1/2	0.35	0.19	3364.50	39.47
0+400	3323.95	1.08	40.00	0.399	0.03	1.07	1 1/2	0.35	0.19	3364.31	40.36
0+440	3324.59	-0.64	40.00	0.399	0.02	1.19	1 1/2	0.35	0.19	3364.13	39.54
0+480	3324.58	0.01	40.00	0.399	0.00	2.86	1 1/2	0.35	0.19	3363.94	39.36
0+520	3324.31	0.27	40.00	0.399	0.01	1.43	1 1/2	0.35	0.19	3363.75	39.44
0+560	3324.11	0.20	40.00	0.399	0.00	1.52	1 1/2	0.35	0.19	3363.56	39.45
0+600	3323.01	1.10	40.00	0.399	0.03	1.06	1 1/2	0.35	0.19	3363.38	40.37
0+640	3323.73	-0.72	40.00	0.399	0.02	1.16	1 1/2	0.35	0.19	3363.19	39.46
0+680	3325.53	-1.80	40.00	0.399	0.05	0.96	1 1/2	0.35	0.19	3363.00	37.47
0+720	3324.80	0.73	40.00	0.399	0.02	1.16	1 1/2	0.35	0.19	3362.82	38.02
0+760	3324.56	0.24	40.00	0.399	0.01	1.47	1 1/2	0.35	0.19	3362.63	38.07
0+800	3324.16	0.40	40.00	0.399	0.01	1.32	1 1/2	0.35	0.19	3362.44	38.28
0+840	3324.64	-0.48	40.00	0.399	0.01	1.27	1 1/2	0.35	0.19	3362.25	37.61
0+880	3324.07	0.57	40.00	0.399	0.01	1.22	1 1/2	0.35	0.19	3362.07	38.00
0+920	3324.33	-0.26	40.00	0.399	0.01	1.44	1 1/2	0.35	0.19	3361.88	37.55
0+960	3320.68	3.65	40.00	0.399	0.09	0.83	1 1/2	0.35	0.19	3361.69	41.01
1+000	3319.03	1.65	40.00	0.399	0.04	0.98	1 1/2	0.35	0.19	3361.50	42.47
1+040 CRP 01	3317.04	1.99	40.00	0.399	0.05	0.94	1 1/2	0.35	0.19	3317.04	0.00
1+080	3315.40	1.64	40.00	0.399	0.04	0.98	1 1/2	0.35	0.19	3316.85	1.45
1+120	3314.27	1.13	40.00	0.399	0.03	1.06	1 1/2	0.35	0.19	3316.67	2.40
1+140 - A25	3310.92	3.35	40.00	0.399	0.08	0.84	1 1/2	0.35	0.19	3316.48	5.56
A25-1+160	3305.54	5.38	40.00	0.300	0.13	0.68	1	0.59	0.80	3315.68	10.14
1+200	3291.88	13.66	40.00	0.300	0.34	0.56	1	0.59	0.80	3314.89	23.01
1+240	3273.03	18.85	40.00	0.300	0.47	0.53	1	0.59	0.80	3314.09	41.06
1+280 CRP 02	3257.86	15.17	40.00	0.300	0.38	0.55	1	0.59	0.80	3257.86	0.00
1+320	3241.61	16.25	40.00	0.300	0.41	0.54	1	0.59	0.80	3257.06	15.45
1+360	3226.23	15.38	40.00	0.300	0.38	0.55	1	0.59	0.80	3256.27	30.04
1+400	3208.90	17.33	40.00	0.300	0.43	0.54	1	0.59	0.80	3255.47	46.57
1+440 CRP 03	3193.78	15.12	40.00	0.300	0.38	0.55	1	0.59	0.80	3193.78	0.00
1+480	3180.84	12.94	40.00	0.300	0.32	0.57	1	0.59	0.80	3192.98	12.14
1+520	3171.46	9.38	40.00	0.300	0.23	0.61	1	0.59	0.80	3192.19	20.73
1+560	3162.78	8.68	40.00	0.300	0.22	0.62	1	0.59	0.80	3191.39	28.61
1+600 - A26	3156.12	6.66	40.00	0.300	0.17	0.65	1	0.59	0.80	3190.59	34.47
A26 - 1+640 CRP 04	3136.45	19.67	40.00	0.200	0.49	0.45	1	0.39	0.38	3136.45	0.00
1+680	3120.15	16.30	40.00	0.200	0.41	0.47	1	0.39	0.38	3136.07	15.92
1+720	3103.52	16.63	40.00	0.200	0.42	0.46	1	0.39	0.38	3135.70	32.18
1+760	3088.30	15.22	40.00	0.200	0.38	0.47	1	0.39	0.38	3135.32	47.02
1+170.1 - A28	3083.17	5.13	10.10	0.200	0.51	0.44	1	0.39	0.09	3135.23	52.06
A28 - 1+800 CRP 05	3068.94	14.23	29.90	0.100	0.48	0.35	3/4	0.35	0.32	3068.94	0.00
1+840	3046.27	22.67	40.00	0.100	0.57	0.33	3/4	0.35	0.42	3068.52	22.25
1+880	3024.82	21.45	40.00	0.100	0.54	0.34	3/4	0.35	0.42	3068.09	43.27
1+920 CRP 06	3008.44	16.38	40.00	0.100	0.41	0.36	3/4	0.35	0.42	3008.44	0.00
1+960	2990.88	17.56	40.00	0.100	0.44	0.35	3/4	0.35	0.42	3008.02	17.14
2+000	2970.23	20.65	40.00	0.100	0.52	0.34	3/4	0.35	0.42	3007.59	37.36
2+020.62	2957.99	12.24	20.62	0.100	0.59	0.33	3/4	0.35	0.22	3007.38	49.39

$$D = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{hf^{0.21}} \quad hf = \left[\frac{Q}{2.492 * D^{2.63}} \right]^{1.85} \quad Q = 2.492 * D^{2.63} * hf^{0.54} \quad v = \frac{Q}{D^2 \pi / 4}$$

Tabla N° 21:
Red de Distribución: Reservorio - Ramal izquierdo, Central y Derecho
RED DE CONDUCCIÓN : T3

ELEMENTO	C. TERRENO	DIF. COTAS	LONGITUD (m)	CAUD. TRAMO lt/s	PENDIENTE S m/m	DIAM. (")	DIAM.COM. "D" pulg	VELOC. FLUJO "V" lt/s	Hf(MT)	H PIEZOM.	PRESION MCA
A26	3156.12									3190.59	34.47
0+040	3157.88	-1.76	40.00	0.100	0.04	0.57	3/4	0.351	0.42	3190.17	32.29
0+080	3156.00	1.88	40.00	0.100	0.05	0.56	3/4	0.351	0.42	3189.75	33.75
0+120	3157.39	-1.39	40.00	0.100	0.03	0.60	3/4	0.351	0.42	3189.33	31.94
0+136.61	3157.94	-0.55	16.61	0.100	0.03	0.61	3/4	0.351	0.18	3189.15	31.21

RED DE CONDUCCIÓN : T2

ELEMENTO	C. TERRENO	DIF. COTAS	LONGITUD (m)	CAUD. TRAMO lt/s	PENDIENTE S m/m	DIAM. (")	DIAM.COM. "D" pulg	VELOC. FLUJO "V" lt/s	Hf(MT)	H PIEZOM.	PRESION MCA
A28	3083.17									3135.23	52.06
0+040	3076.43	6.74	40.00	0.100	0.17	0.43	3/4	0.351	0.42	3134.80	58.37
0+080	3063.64	12.79	40.00	0.100	0.32	0.38	3/4	0.351	0.42	3134.38	70.74
0+120	3049.69	13.95	40.00	0.100	0.35	0.37	3/4	0.351	0.42	3133.96	84.27
0+160 CRP 07	3031.48	18.21	40.00	0.100	0.46	0.35	3/4	0.351	0.42	3031.48	0.00
0+200	3010.28	21.20	40.00	0.100	0.53	0.34	3/4	0.351	0.42	3031.06	20.78
0+240	2985.84	24.44	40.00	0.100	0.61	0.33	3/4	0.351	0.42	3030.63	44.79
0+280	2959.51	26.33	40.00	0.100	0.66	0.32	3/4	0.351	0.42	3030.21	70.70
0+307.84	2946.84	12.67	27.84	0.100	0.46	0.35	3/4	0.351	0.29	3029.92	83.08

B. RAMAL CENTRAL
RED DE CONDUCCIÓN : T5

ELEMENTO	C. TERRENO	DIF. COTAS	LONGITUD (m)	CAUD. TRAMO lt/s	PENDIENTE S m/m	DIAM. (")	DIAM.COM. "D" pulg	VELOC. FLUJO "V" lt/s	Hf(MT)	H PIEZOM.	PRESION MCA
A9	3334.59									3365.18	30.59
0+040	3325.87	8.72	40.00	0.823	0.22	0.91	1	1.624	5.15	3360.03	34.16
0+080	3317.48	8.39	40.00	0.823	0.21	0.92	1	1.624	5.15	3354.88	37.40
0+120	3308.17	9.31	40.00	0.823	0.23	0.90	1	1.624	5.15	3349.73	41.56
0+160	3300.05	8.12	40.00	0.823	0.20	0.92	1	1.624	5.15	3344.58	44.53
0+180	3294.09	5.96	20.00	0.812	0.30	0.85	1	1.603	2.51	3342.07	47.98
0+200 CRP 08	3286.38	7.71	20.00	0.812	0.39	0.80	1	1.603	2.51	3286.38	0.00
0+240	3269.66	16.72	40.00	0.812	0.42	0.79	1	1.603	5.03	3281.35	11.69
0+280	3258.35	11.31	40.00	0.812	0.28	0.86	1	1.603	5.03	3276.33	17.98
0+320	3248.22	10.13	40.00	0.812	0.25	0.88	1	1.603	5.03	3271.30	23.08
A10 - 0+360	3240.48	7.74	40.00	0.712	0.19	0.88	1	1.405	3.94	3267.36	26.88
0+400	3233.82	6.66	40.00	0.712	0.17	0.91	1	1.405	3.94	3263.42	29.60
0+440 CRP 09	3226.26	7.56	40.00	0.712	0.19	0.89	1	1.405	3.94	3226.26	0.00
0+480	3218.40	7.86	40.00	0.700	0.20	0.87	1	1.381	3.82	3222.44	4.04
0+520	3207.87	10.53	40.00	0.700	0.26	0.82	1	1.381	3.82	3218.62	10.75
A12 - 0+551.09	3199.99	7.88	31.09	0.700	0.25	0.83	1	1.381	2.97	3215.66	15.67
0+559.09	3197.77	2.22	8.00	0.600	0.28	0.77	1	1.184	0.57	3215.08	17.31
0+560	3197.50	0.27	0.91	0.600	0.30	0.75	1	1.184	0.07	3215.02	17.52
0+600	3181.75	15.75	40.00	0.500	0.39	0.66	1	0.987	2.05	3212.97	31.22
A16 - 0+603.3	3180.43	1.32	3.30	0.500	0.40	0.66	1	0.987	0.17	3212.80	32.37
0+640 CRP 10	3170.10	10.33	36.70	0.300	0.28	0.59	1	0.592	0.73	3170.10	0.00
0+680	3158.69	11.41	40.00	0.300	0.29	0.58	1	0.592	0.80	3169.30	10.61
0+720	3146.59	12.10	40.00	0.300	0.30	0.58	1	0.592	0.80	3168.51	21.92
0+760	3135.13	11.46	40.00	0.300	0.29	0.58	1	0.592	0.80	3167.71	32.58
0+800 CRP 11	3119.33	15.80	40.00	0.300	0.40	0.55	1	0.592	0.80	3119.33	0.00
0+840	3102.41	16.92	40.00	0.300	0.42	0.54	1	0.592	0.80	3118.53	16.12
0+880	3084.83	17.58	40.00	0.300	0.44	0.53	1	0.592	0.80	3117.74	32.91
A20 - 0+898.33	3077.66	7.17	18.33	0.200	0.39	0.47	1	0.395	0.17	3117.56	39.90
0+920 CRP 12	3068.87	8.79	21.67	0.200	0.41	0.47	1	0.395	0.20	3068.87	0.00
0+940	3054.13	14.74	40.00	0.200	0.37	0.48	1	0.395	0.38	3068.49	14.36
A22 - 0+992.04	3036.67	32.20	32.04	0.200	1.00	0.38	1	0.395	0.30	3068.19	31.52
1+000 CRP 13	3034.21	19.92	7.96	0.100	2.50	0.24	3/4	0.351	0.08	3034.21	0.00
1+040	3013.04	21.17	40.00	0.100	0.53	0.34	3/4	0.351	0.42	3033.79	20.75
1+052.84	3005.85	7.19	12.84	0.100	0.56	0.33	3/4	0.351	0.14	3033.65	27.80

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

$$hf = \left[\frac{Q}{2.492 * D^{2.63}} \right]^{1.85}$$

$$Q = 2.492 * D^{2.63} * hf^{0.54}$$

$$v = \frac{Q}{D^2 \pi / 4}$$

Tabla N° 21:
Red de Distribución: Reservoirio - Ramal izquierdo, Central y Derecho
RED DE CONDUCCIÓN : T9

ELEMENTO	C. TERRENO	DIF. COTAS	LONGITUD (m)	CAUD. TRAMO lt/s	PENDIENTE S m/m	DIAM. (")	DIAM.COM. "D" pulg	VELOC. FLUJO "V" lt/s	Hf(MT)	H PIEZOM.	PRESION
A10	3240.08									3271.30	23.08
0+040	3230.21	9.87	40.00	0.100	0.25	0.40	3/4	0.351	0.42	3270.88	40.67
0+080	3214.08	16.13	40.00	0.100	0.40	0.36	3/4	0.351	0.42	3270.45	56.37
0+120 CRP 14	3196.41	17.67	40.00	0.100	0.44	0.35	3/4	0.351	0.42	3196.41	0.00
0+160	3179.94	16.47	40.00	0.100	0.41	0.36	3/4	0.351	0.42	3195.99	16.05
0+200	3169.19	10.75	40.00	0.100	0.27	0.39	3/4	0.351	0.42	3195.56	26.37
0+240	3160.58	8.61	40.00	0.100	0.22	0.41	3/4	0.351	0.42	3195.14	34.56
0+280	3154.02	6.56	40.00	0.100	0.16	0.43	3/4	0.351	0.42	3194.72	40.70
0+310.43	3152.10	1.92	30.43	0.100	0.06	0.53	3/4	0.351	0.32	3194.40	42.30

RED DE CONDUCCIÓN : T10

ELEMENTO	C. TERRENO	DIF. COTAS	LONGITUD (m)	CAUD. TRAMO lt/s	PENDIENTE S m/m	DIAM. (")	DIAM.COM. "D" pulg	VELOC. FLUJO "V" lt/s	Hf(MT)	H PIEZOM.	PRESION
A12	3200.00									3215.66	15.67
0+040	3196.70	3.30	40.00	0.100	0.08	0.50	3/4	0.351	0.42	3215.23	18.53
0+080	3196.12	0.58	40.00	0.100	0.01	0.72	3/4	0.351	0.42	3214.81	18.69
0+120	3196.03	0.09	40.00	0.100	0.00	1.06	3/4	0.351	0.42	3214.39	18.36
0+134.78	3196.00	0.03	14.78	0.100	0.00	1.09	3/4	0.351	0.16	3214.23	18.23

RED DE CONDUCCIÓN : T11

ELEMENTO	C. TERRENO	DIF. COTAS	LONGITUD (m)	CAUD. TRAMO lt/s	PENDIENTE S m/m	DIAM. (")	DIAM.COM. "D" pulg	VELOC. FLUJO "V" lt/s	Hf(MT)	H PIEZOM.	PRESION
A16	3180.43									3212.80	32.37
0+040	3179.14	1.29	40.00	0.200	0.03	0.79	1	0.395	0.38	3212.42	33.28
0+080	3173.77	5.37	40.00	0.200	0.13	0.59	1	0.395	0.38	3212.05	38.28
0+120	3167.82	5.95	40.00	0.200	0.15	0.57	1	0.395	0.38	3211.67	43.85
0+160	3160.92	6.90	40.00	0.200	0.17	0.56	1	0.395	0.38	3211.29	50.37
0+200	3152.06	8.86	40.00	0.200	0.22	0.53	1	0.395	0.38	3210.92	58.86
0+240	3140.93	11.13	40.00	0.200	0.28	0.50	1	0.395	0.38	3210.54	69.61
0+280 CRP 15	3129.59	11.34	40.00	0.200	0.28	0.50	1	0.395	0.38	3129.59	0.00
0+320	3118.63	10.96	40.00	0.200	0.27	0.51	1	0.395	0.38	3129.21	10.58
0+326.97 - A17	3117.60	1.03	6.97	0.100	0.15	0.44	3/4	0.351	0.07	3129.14	11.54
0+360	3114.88	2.72	33.03	0.100	0.08	0.50	3/4	0.351	0.35	3128.79	13.91
0+400	3112.99	1.89	40.00	0.100	0.05	0.56	3/4	0.351	0.42	3128.37	15.38
0+440	3112.10	0.89	40.00	0.100	0.02	0.66	3/4	0.351	0.42	3127.94	15.84
0+480	3111.42	0.68	40.00	0.100	0.02	0.70	3/4	0.351	0.42	3127.52	16.10
0+520	3110.24	1.18	40.00	0.100	0.03	0.62	3/4	0.351	0.42	3127.10	16.86
0+560	3109.08	1.16	40.00	0.100	0.03	0.62	3/4	0.351	0.42	3126.68	17.60
0+563.99	3108.97	0.11	3.99	0.100	0.03	0.63	3/4	0.351	0.04	3126.63	17.66

RED DE CONDUCCIÓN : T12

ELEMENTO	C. TERRENO	DIF. COTAS	LONGITUD (m)	CAUD. TRAMO lt/s	PENDIENTE S m/m	DIAM. (")	DIAM.COM. "D" pulg	VELOC. FLUJO "V" lt/s	Hf(MT)	H PIEZOM.	PRESION
A17	3117.65									3129.21	10.58
0+040	3104.85	12.80	40.00	0.100	0.32	0.38	3/4	0.351	0.42	3128.79	23.94
0+080	3089.75	15.10	40.00	0.100	0.38	0.36	3/4	0.351	0.42	3128.37	38.62
0+120	3076.43	13.32	40.00	0.100	0.33	0.37	3/4	0.351	0.42	3127.94	51.51
0+160 CRP 16	3064.82	11.61	40.00	0.100	0.29	0.38	3/4	0.351	0.42	3064.82	0.00
0+200	3052.92	11.90	40.00	0.100	0.30	0.38	3/4	0.351	0.42	3064.40	11.48
0+240	3044.00	8.92	31.01	0.100	0.29	0.38	3/4	0.351	0.33	3064.07	20.07

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

$$hf = \left[\frac{Q}{2.492 * D^{2.63}} \right]^{1.85}$$

$$Q = 2.492 * D^{2.63} * hf^{0.54}$$

$$v = \frac{Q}{D^2 \pi / 4}$$

Tabla N° 21:

Red de Distribución: Reservorio - Ramal izquierdo, Central y Derecho

RED DE CONDUCCIÓN : T6

ELEMENTO	C. TERRENO	DIF. COTAS	LONGITUD (m)	CAUD. TRAMO lt/s	PENDIENTE S m/m	DIAM. (")	DIAM.COM. "D" pulg	VELOC. FLUJO "V" lt/s	Hf(MT)	H PIEZOM.	PRESION
A22	3036.67									3068.19	31.52
0+040	3032.63	4.04	40.00	0.100	0.10	0.48	3/4	0.351	0.42	3067.77	35.14
0+080	3024.45	8.18	40.00	0.100	0.20	0.41	3/4	0.351	0.42	3067.35	42.90
0+120	3014.12	10.33	40.00	0.100	0.26	0.39	3/4	0.351	0.42	3066.92	52.80
0+160	3003.50	10.62	35.64	0.100	0.30	0.38	3/4	0.351	0.38	3066.55	63.05

RED DE CONDUCCIÓN : T7

ELEMENTO	C. TERRENO	DIF. COTAS	LONGITUD (m)	CAUD. TRAMO lt/s	PENDIENTE S m/m	DIAM. (")	DIAM.COM. "D" pulg	VELOC. FLUJO "V" lt/s	Hf(MT)	H PIEZOM.	PRESION
A20	3077.68									3117.74	32.91
0+040	3072.49	5.19	40.00	0.100	0.13	0.45	3/4	0.351	0.42	3117.31	44.82
0+080	3067.51	4.98	40.00	0.100	0.12	0.46	3/4	0.351	0.42	3116.89	49.38
0+88.52	3066.66	0.85	8.52	0.100	0.10	0.48	3/4	0.351	0.09	3116.80	50.14

RED DE CONDUCCIÓN : T8

ELEMENTO	C. TERRENO	DIF. COTAS	LONGITUD (m)	CAUD. TRAMO lt/s	PENDIENTE S m/m	DIAM. (")	DIAM.COM. "D" pulg	VELOC. FLUJO "V" lt/s	Hf(MT)	H PIEZOM.	PRESION
A14	3197.71									3215.02	17.52
0+040	3194.44	3.27	40.00	0.100	0.08	0.50	3/4	0.351	0.42	3214.59	20.15
0+080	3189.60	4.84	40.00	0.100	0.12	0.46	3/4	0.351	0.42	3214.17	24.57
0+83.78	3187.92	1.68	13.78	0.100	0.12	0.46	3/4	0.351	0.15	3214.02	26.10

C. RAMAL DERECHO

RED DE CONDUCCIÓN : T13

ELEMENTO	C. TERRENO	DIF. COTAS	LONGITUD (m)	CAUD. TRAMO lt/s	PENDIENTE S m/m	DIAM. (")	DIAM.COM. "D" pulg	VELOC. FLUJO "V" lt/s	Hf(MT)	H PIEZOM.	PRESION
A1	3368.20									3372.33	4.13
0+040	3365.94	2.26	40.00	0.466	0.06	0.97	1	0.920	1.80	3370.53	4.59
0+080	3363.81	2.13	40.00	0.466	0.05	0.98	1	0.920	1.80	3368.73	4.92
0+120	3360.50	3.31	40.00	0.466	0.08	0.90	1	0.920	1.80	3366.93	6.43
0+160	3357.30	3.20	40.00	0.466	0.08	0.90	1	0.920	1.80	3365.13	7.83
0+200	3345.90	11.40	40.00	0.466	0.29	0.69	1	0.920	1.80	3363.33	17.43
0+240	3338.37	7.53	40.00	0.466	0.19	0.75	1	0.920	1.80	3361.53	23.16
0+280	3333.63	4.74	40.00	0.466	0.12	0.83	1	0.920	1.80	3359.73	26.10
0+313.81 - A2	3330.00	3.63	33.81	0.466	0.11	0.85	1	0.920	1.52	3358.21	28.21
A2 - 0+320	3329.90	0.10	6.19	0.100	0.02	0.70	3/4	0.351	0.07	3358.14	28.24
0+360	3321.73	8.17	40.00	0.100	0.20	0.41	3/4	0.351	0.42	3357.72	35.99
0+400 CRP 17	3310.32	11.41	40.00	0.100	0.29	0.39	3/4	0.351	0.42	3310.32	0.00
0+440	3298.22	12.10	40.00	0.100	0.30	0.38	3/4	0.351	0.42	3309.90	11.68
0+480	3290.91	7.31	40.00	0.100	0.18	0.42	3/4	0.351	0.42	3309.47	18.56
0+486.14	3289.81	1.10	6.14	0.100	0.18	0.42	3/4	0.351	0.06	3309.41	19.60

RED DE CONDUCCIÓN : T14

ELEMENTO	C. TERRENO	DIF. COTAS	LONGITUD (m)	CAUD. TRAMO lt/s	PENDIENTE S m/m	DIAM. (")	DIAM.COM. "D" pulg	VELOC. FLUJO "V" lt/s	Hf(MT)	H PIEZOM.	PRESION
A2	3330.00									3358.21	28.21
0+100	3310.69	19.31	100.00	0.322	0.19	0.65	1	0.63	2.26	3355.94	45.25
0+153.64	3302.85	7.84	53.64	0.322	0.15	0.69	1	0.63	1.21	3354.73	51.88
0+200	3304.79	-1.94	46.36	0.322	0.04	0.90	1	0.63	1.05	3353.68	48.89
0+236.39 - A4	3307.21	-2.42	35.95	0.322	0.07	0.81	1	0.63	0.81	3352.87	45.66
A4 - 0+248.09	3307.84	-0.63	8.09	0.100	0.08	0.51	3/4	0.35	0.09	3352.78	44.94
0+300	3303.17	4.67	55.96	0.100	0.08	0.50	3/4	0.35	0.59	3352.19	49.02
0+325.37	3301.93	1.24	25.37	0.100	0.05	0.56	3/4	0.35	0.27	3351.92	49.99
0+381.42	3306.08	-4.15	56.05	0.100	0.07	0.51	3/4	0.35	0.59	3351.33	45.25

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

$$hf = \left[\frac{Q}{2.492 * D^{2.63}} \right]^{1.85}$$

$$Q = 2.492 * D^{2.63} * hf^{0.54}$$

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

Tabla N° 21:

Red de Distribución: Reservorio - Ramal izquierdo, Central y Derecho

RED DE CONDUCCIÓN : T15

ELEMENTO	C. TERRENO	DIF. COTAS	A4		A8		Nodo: A4-A8		VELOC. FLUJO "V" lt/s	Hf(MT)	H PIEZOM.	PRESION
			LONGITUD (m)	CAUD. TRAMO lt/s	PENDIENTE S m/m	DIAM. ("")	DIAM.COM. "D" pulg					
A4	3307.23									3352.87	45.66	
0+040	3302.73	4.50	40.00	0.211	0.11	0.62	1	0.42	0.41	3352.45	49.72	
0+080	3296.83	5.90	40.00	0.211	0.15	0.59	1	0.42	0.41	3352.04	55.21	
0+120 CRP 18	3289.51	7.32	40.00	0.211	0.18	0.56	1	0.42	0.41	3289.51	0.00	
0+160	3283.02	6.49	40.00	0.211	0.16	0.58	1	0.42	0.41	3289.10	6.08	
0+200	3273.97	9.05	40.00	0.211	0.23	0.54	1	0.42	0.41	3288.68	14.71	
0+209 - A6	3266.08	7.89	9.00	0.211	0.88	0.40	1	0.42	0.09	3288.59	22.51	
A6 - 0+240	3262.97	3.11	31.00	0.100	0.10	0.48	3/4	0.35	0.33	3288.26	25.29	
0+280 CRP 19	3251.77	11.20	40.00	0.100	0.28	0.39	3/4	0.35	0.42	3251.77	0.00	
0+320	3240.06	11.71	40.00	0.100	0.29	0.38	3/4	0.35	0.42	3251.35	11.29	
0+360	3227.24	75.49	40.00	0.100	1.89	0.26	3/4	0.35	0.42	3250.92	23.68	
0+400	3219.86	76.97	40.00	0.100	1.92	0.26	3/4	0.35	0.42	3250.50	30.64	
0+440	3216.02	73.49	40.00	0.100	1.84	0.26	3/4	0.35	0.42	3250.08	34.06	

RED DE CONDUCCIÓN : T16

ELEMENTO	C. TERRENO	DIF. COTAS	A6		A7		Nodo: A6-A7		VELOC. FLUJO "V" lt/s	Hf(MT)	H PIEZOM.	PRESION
			LONGITUD (m)	CAUD. TRAMO lt/s	PENDIENTE S m/m	DIAM. ("")	DIAM.COM. "D" pulg					
A6	3265.97									3288.59	22.51	
0+040	3261.89	4.08	40.00	0.100	0.10	0.48	3/4	0.35	0.42	3288.16	26.27	
0+080	3252.70	9.19	40.00	0.100	0.23	0.40	3/4	0.35	0.42	3287.74	35.04	
0+120	3240.91	11.79	40.00	0.100	0.29	0.38	3/4	0.35	0.42	3287.32	46.41	
0+146.90	3234.00	6.91	26.90	0.100	0.26	0.39	3/4	0.35	0.28	3287.03	53.03	

TOTAL(m)	6,590.52
----------	----------

En el presente cuadro, presentamos un resumen de la ubicación y tramo estructuras especiales:

Tabla N°22: Estructuras especiales

DESCRIPCION	UBICACIÓN	TRAMO
A. RAMAL IZQUIERDO		
Cámara Rompe Presión		
CRP1	1+040	T1
CRP2	1+280	T1
CRP3	1+440	T1
CRP4	1+640	T1
CRP5	1+800	T1
CRP6	1+920	T1
CRP7	0+160	T2
B. RAMAL CENTRAL		
Cámara Rompe Presión		
CRP8	0+200	T5
CRP9	0+440	T5
CRP10	0+640	T5
CRP11	0+800	T5
CRP12	0+920	T5
CRP13	1+000	T5
CRP14	0+120	T9
CRP15	0+280	T11
CRP16	0+160	T12
C. RAMAL IZQUIERDO		
Cámara Rompe Presión		
CRP17	0+400	T13
CRP18	0+120	T15
CRP19	0+280	T15

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

Culminado el presente trabajo de investigación y los cálculos respectivos, procedemos a mencionar los resultados obtenidos, agrupándolos por cada estructura, según el diseño:

Población Futura

- Se ha determinado a través de los métodos de crecimiento poblacional: Aritmético, Geométrico y Wappaus, la proyección de la población futura; sin embargo, al revisar los datos históricos se determinó que la tasa de crecimiento población es negativa en -2.06% a -2.08%; sin embargo, dado la recomendación de la norma Resolución Ministerial 192-2018-vivienda, se utilizó la tasa de 0%.
- La población se determinó en 415 habitantes en el año 2017, el mismo dato se utilizó para la población proyectada en el horizonte de 20 años, teniendo en cuenta la tasa de decrecimiento poblacional del punto anterior y adoptada en 0%.
- A través de la dotación de agua de 80l/d/h y la población proyectada, se logró determinar una demanda de agua de 33.20 m³ diarios, con un consumo Promedio Diario Anual (Qm) de 0.38l/s; este dato fue importante, debido a que la fuente de abastecimiento tendría que producir un caudal igual o superior al Qm.

Calidad de Agua

- El estudio de análisis agua determinó que no requiere tratamiento de agua, por lo tanto, el consumo de agua podría ser directo, esto debido a que el agua proviene de un afloramiento, el cual le permite mantener fuera de contaminantes físicos, químicos o biológicos.
- La estructura de captación se ha optado por un diseño en ladera, debido a lo accidentado del terreno.

Red de Conducción y Distribución

- El diámetro de la tubería de conducción se ha calculado en 1 1/2" en todo el tendido, considerado como un diámetro comercial.
- El total de la tubería de conducción se ha cuantificado en 3.12 km, desde la captación hasta la ubicación del reservorio.
- El caudal calculado en la línea de conducción está determinado en 0.77lt/s
- La red de distribución de agua potable se ha establecido como diseño de Red Ramificada o Abierta, esto debido a la distribución de las viviendas y lo accidentado del terreno.
- El total de tubería se ha calculado en 6.59km, distribuido en tres ramales, siendo el caudal principal 1.230lt/s y con un caudal mínimo de 0.100lt/s, con tuberías de 1" hasta 3/4"

Estructuras

- En el recorrido de la línea de conducción se ha calculado la cantidad de 04 cámaras rompe presión, colocadas a una cota de 50m, además de 01 válvula de purga y 01 válvula de aire.
- El estudio de mecánica de suelos, necesario para la construcción del reservorio, determinó una capacidad del suelo admisible de 1.02kg/cm², bajo la clasificación SUCS CL-ML, el cual corresponde a: Arcilla inorgánica con limos y grava, de baja plasticidad, color marrón anaranjado, con 51.92% que pasa la malla N° 200.
- El cálculo del volumen del reservorio para el presente proyecto, nos arrojó una capacidad de 8.30m³, sin embargo, dado la indicación de la norma: Resolución Ministerial 192-2018-vivienda, recomienda adoptar la capacidad del reservorio en múltiplo de 5m³, por tal motivo se ha procedido a diseñar su estructura en concreto armado con capacidad de 10m³, con dimensiones de 2.50m de ancho, 2.50m de largo y una altura de 1.60m. Además, se ha determinado la cota de ubicación del reservorio en 3,373 m.s.n.m., por encima de la red de distribución y muy cercana a la población.
- Debido a lo accidentado del terreno donde se ubica la línea de distribución, el número de las cámaras rompe presión se ha calculado en 19, estos, también ubicados cada 50m de altura apropiadamente. No fue necesario estructuras para válvula de purga, ni de aire, debido a lo accidentado del terreno. Debemos indicar que el promedio de pendientes en toda la red de distribución se determinó en 26.48%.

Verificación de indicadores

En el siguiente cuadro, mostramos un comparativo, antes y después del proyecto, medidos teniendo en cuenta los indicadores de la variable dependiente:

Tabla N° 23: Verificación de indicadores

Dimensiones	Indicadores	Condiciones actuales	Condiciones después del proyecto
Disponibilidad	Beneficiarios	0	415
	Brecha	0.00%	100.00%
Continuidad	Nº horas	0	24
	Caudal	0	0.38lts/s

- Como se puede apreciar, la disponibilidad del agua potable después del proyecto se logró beneficiar a 415 personas, lo que corresponde al 100% de la brecha, siendo inicialmente de 0%.

- Otras de las dimensiones verificadas, se puede apreciar que el número de horas de abastecimiento de agua potable se alcanza de 0 horas, antes del proyecto, a 24 horas después del proyecto.
- Además, a esta variable, podemos agregar que el caudal de abastecimiento se incrementa de 0lts/s a 0.38lts/s.

DISCUSIÓN

- De los métodos de crecimiento poblacional, se ha adoptado la tasa de -2.06%, que corresponde al método Aritmético. Este efecto se origina por la migración de la población más joven a las ciudades, donde encuentran más acceso a servicios de educación, trabajo, salud y otros.

Consideramos que de existir un incremento de la población y esa tasa negativa se revierta, no tendría ningún impacto en la infraestructura, debido a que el abastecimiento de agua potable, como alternativa, se podría sectorizar por horarios, así mismo, los investigadores hemos identificado dos posibles captaciones adicionales, el cual permitiría incrementar el abastecimiento y solucionar el problema del incremento poblacional.

Por otro lado, consideramos que, a pesar de tener una tendencia negativa del crecimiento poblacional, el hecho de cubrir una necesidad básica, es una causa justificable para ejecutar dicho proyecto. A ellos debemos afirmar, que la mejora en la calidad de vida, producto del abastecimiento de agua potable, podría reducir el índice de migración.

- Para el presente proyecto se ha considerado una dotación de agua 80lts/hab/día, bajo la recomendación de la norma: Resolución Ministerial N° 192-2018-Vivienda. Resulta necesario hacer los cálculos necesarios para estimar el consumo más real de la población, pero el problema resulta cuando no existen datos históricos que puedan ayudar a cuantificar dicha dotación de agua. Además, incidimos en las recomendaciones de la mencionada norma, debido a que el presente proyecto debe cumplir con la reglamentación indicada por las autoridades. A ello, agregamos que la aplicación de la norma, Resolución Ministerial N° 192-2018-Vivienda, es exigible para población no mayores de 2,000 habitantes; pasado esta cantidad de habitantes, debe optarse por utilizar las normas OS del Reglamento Nacional de Edificaciones.

La dotación de agua adoptada corresponde a una población de la sierra, cuyo saneamiento estaría disponible a un sistema con arrastre hidráulico, lo cual consideramos una mejor opción, teniendo en cuenta que la población actual usa letrinas sanitarias.

- El estudio de análisis agua confirma que el consumo puede ser directo, sin necesidad de un tratamiento. Debemos indicar que los estudios de agua cumplen con los parámetros establecidos en la norma DS N° 031-2010-SA. Calidad del Agua para Consumo Humano, en sus anexos I al IV.
- Otro de los estudios más importantes, es el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS), el cual se realizó en el lugar donde se proyecta la construcción del reservorio. El EMS determinó una capacidad del suelo admisible de 1.02kg/cm², el mismo que al realizar el metrado de cargas se pudo corroborar que la estructura transmitía una carga combinada (carga de la estructura y

el peso del agua) de 0.31kg/cm^2 , el cual nos deja un margen de seguridad del 69.5%. Esto es muy favorable, teniendo en cuenta que la cimentación corresponde a una losa compacta, que permite distribuir uniformemente las cargas; así mismo, debemos indicar que el suelo corresponde según la clasificación SUCS a un tipo CL-ML, por tal motivo se recomienda reemplazar la base con material granular prestado, compactado al 95% de la Máxima Densidad Seca. En presente análisis no se ha considerado el empuje de suelo lateral, debido a que el lugar de la ubicación el reservorio se encuentra en una ladera, la misma que se ha previsto realizar un corte al suelo, sin que esta genere un empuje lateral contra la estructura.

- El afloramiento del agua potable nos arrojó un aforo de 0.55lt/s , el cual está ubicado en un terreno accidentado, por tal motivo la estructura de la captación se diseñó lateralmente. Los cálculos nos arrojan dimensiones de 1.10m de altura, 0.74m de profundidad y ancho, con 5 unidades de tuberías de entrada de $1''$ c/u. Las demás medidas se detallan en el Anexo N° 03. El diseño de la línea de conducción se ha determinado teniendo en cuenta los estudios topográficos, sobre todo el perfil del terreno, el cual ha sido necesario considerar estructuras especiales para cámaras rompe presión, válvula de purga y válvula de aire, por otro lado, se ha seguido estrictamente la revisión de las presiones, velocidad, pendientes y otros. Además, teniendo en cuenta la carga estática, se ha considerado la clase de tubería, según las presiones calculadas.
- El Consumo Máximo Diario (Qmd) se determinó en 0.50l/s y el Consumo Máximo Horario (Qmh) en de 0.77l/s . Debemos indicar que en este volumen no se contempla la reserva contra incendios, debido a que corresponde una población pequeña y resultaría antieconómico el incremento del volumen, además por recomendaciones de norma, Resolución Ministerial 192-2018-vivienda. El reservorio se ha calculado en simplemente apoyado, con fondo empotrado y tapa articulada. El cálculo del volumen del reservorio para el presente proyecto, nos arrojó en 8.30m^3 , sin embargo, según recomendación de la norma antes mencionada, se hizo el cálculo en base a 10m^3 . Dicha estructura se ha procedido a diseñar su estructura en concreto armado, con dimensiones de 2.50m de ancho, 2.50m de largo y una altura de 1.60m . Para el diseño del reservorio se ha utilizado el procedimiento indicado en el método PCA (Portland Cement Association). Debemos tener en cuenta que en todo el proceso de diseño del reservorio se hizo uso de lo indicado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, excepto las normas OS, teniendo en cuenta que su aplicación es solo para poblaciones mayores a 2,000 habitantes.
- Teniendo en cuenta el perfil del terreno y la distribución de las viviendas, se ha establecido una red de distribución de agua potable como diseño de Red Ramificada o Abierta, el cual está compuesto de tres ramales. Es importante señalar que también se ha considerado cámaras rompe presión, debido a las elevadas pendientes, esto con la finalidad de proteger las tuberías de cargas estáticas. De igual manera ha sido necesario llevar el control de la

velocidad, diámetros de tubería, gradiente hidráulica, etc., siguiendo los procedimientos establecidos en la norma: Resolución Ministerial 192-2018-vivienda

CONCLUSIONES

- Se concluye objetivamente, que el diseño apropiado para el abastecimiento de agua potable para la población del caserío de México, distrito de Calamarca, provincia de Julcán, es la red abierta o ramificada; debido a que por las viviendas se encuentran muy distantes unas de otras. Así mismo, con la propuesta planteada, se corrobora que la disponibilidad para los beneficiarios corresponde a la totalidad de su población, el cual alcanza el 100% de la brecha de la población. También, se garantiza la continuidad de abastecimiento de agua potable de 0 a 24 horas.
- Se determinó la proyección de la población futura a través del método aritmético, el cual se obtuvo como resultado una tasa de crecimiento negativa $r=-2.06\%$, originando una disminución de la población futura respecto a la población actual; sin embargo, consideramos que dicho suceso implique privar a la población del servicio básico de agua potable.
- Se confirma con el aforo de agua, que el caudal proporcionado por la fuente de agua de 0.55lt/s, proporciona la cantidad necesaria para el abastecimiento de agua potable de la población del caserío de México; así mismo, el estudio de fuente de agua proporciona evidencias de la calidad del agua, el cual indica que el presente proyecto no requiere la construcción de una planta de tratamiento, permitiendo dicho que el consumo del agua sea directo.
- Se concluye que, con el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, según la fuente estudiada corresponde a un diseño de captación en ladera, una red de línea de conducción de 3.12km y una red de distribución 6.59km, cuyos detalles se indican en los planos respectivos, dentro de los anexos. Así mismo, el cálculo de capacidad de reservorio, arrojó una capacidad necesaria de 10m³, el cual demuestra que es suficiente para el abastecimiento de la población actual y la proyectada. El diseño de la red de abastecimiento de agua se ha realizado, respetando los lineamientos establecidos en la norma técnica, Resolución Ministerial 192-2018-Vivienda.

RECOMENDACIONES

Se ha planteado las siguientes recomendaciones dirigidas a los diferentes interesados:

- Mantener informada a la población de los proyectos a ejecutarse, orientándoles en todo momento sobre las diferentes obras, debido a que se debe tomar conciencia en la población sobre el consumo del agua potable y el cuidado de la infraestructura. Un elemento muy importante como el agua consideramos que es un recurso muy valioso a cuidar.
- Se recomienda, en el futuro, realizar el seguimiento del consumo de agua de la población, teniendo en cuenta que se ha proyectado con una población actual, debido a la tasa de crecimiento poblacional negativa, sin embargo, consideramos que puedan ocurrir hechos que puedan cambiar esta tendencia.
- Es importante, de ejecutar el proyecto, tomar en cuenta el saneamiento legal de los terrenos donde se ve comprometido el proyecto, de tal manera que las estructuras no se vean perjudicadas al invadir terrenos privados.
- Se recomienda a los futuros investigadores profundizar en mejora de los sistemas de abastecimiento de agua rural, debido a que se logra una mejora en la calidad de vida de la población; incidiendo en mejoras tecnológicas, sostenibles y de bajo costo.

REFERENCIAS

Referencias Bibliográficas

1. Agüero Pittman, R. (1997). *"Agua Potable Para Poblaciones Rurales"*. Ediciones Asociación de Servicios Educativos Rurales (SER). Lima, Perú.
2. Vierendel (2009). *"Abastecimiento de Agua y Alcantarillado"*. Editorial Universidad Nacional de Ingeniería. Lima Perú.
3. Sparrow Alamo, E.G. (2008). *"Hidráulica Básica de Canales"*. Editorial Universidad Nacional del Santa. Perú.
4. Olivares Vega, J. L. (2013). *"Abastecimiento de Agua, Problemas Resueltos"*. Vol. I. Lima, Perú.
5. Javeed, A. M. (s.f.). *"Rectangular Concrete Tank"*. Editorial Portland Cement Association (PCA). Washington, EE.UU.
6. Comisión Nacional del Agua (CNA). (s.f.). *"Estudios Técnicos Para Proyectos de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Diseño Estructural"*. Coyoacán, México, D.F.
7. Comisión Nacional del Agua (CNA). (s.f.). *"Sistemas de Medición del Agua: Producción, Operación y Consumo"*. Coyoacán, México, D.F.
8. Pavco. (2017). *"Tuberías y conexiones PVC"*. Lima, Perú.
9. Orihuela Canchari J., Sánchez Arévalo, N. A. (2016) *"Diseño Estructural de Tanques Rectangulares y sus Aplicaciones"*. Revista Ingenium vol. I, Universidad Continental. Lima, Perú.
10. García Trisolini E. (2009). *"Manual de Proyectos de Agua Potable Rurales"*. Fondo Perú - Alemania. Lima Perú.
11. Ministerio de Vivienda, y Construcción y Saneamiento (2002). *"Parámetros de Diseño de Infraestructura de Agua y Saneamiento para Centros Poblados Rurales"*. Gobierno del Perú. Lima, Perú.
12. Mayolo R., H. A.; Pajares R., J., Stoynic D., A. (2007). *"Manual de Agua y Desagüe"*. Fondo Italo - peruano. Lima, Perú
13. O.M.S. (2005). *"Guía para el Diseño de Redes de Distribución en Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua"*. Organización Mundial de la Salud. Lima, Perú
14. Alegría Mori, J. I. (2013). *"Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Bagua Grande"*. (Tesis de Ingeniería). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
15. Olivari Feijoo, O. P., Castro Saravia, R. (2008). *"Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano – Lambayeque"*. (Tesis de Ingeniería). Universidad Ricardo Palma. Lambayeque, Perú.
16. Díaz Malpartida, T. A., Vargas Pastor, C. I. (2015). *"Diseño del Sistema de Agua Potable de los Caseríos de Chagualito y Llurayaco, Distrito de Cochorco, Provincia de Sanchéz Carrión Aplicando el Método de Seccionamiento"*. (Tesis de Ingeniería). Universidad Privada Antenor Orego. Trujillo, Perú.

17. Jara Sagardia, F. L. M., Santos Mundaca, K. D. (2014). "*Diseño de Abastecimiento de Agua Potable y el Diseño de Alcantarillado de las Localidades: el Calvario y Rincón de Pampa Grande del Distrito de Curgos – La Libertad*". (Tesis de Ingeniería). Universidad Privada Antenor Orego. Trujillo, Perú.
18. Ministerio de Vivienda (2016). Resolución Ministerial N°173-2016-VIVIENDA. "*Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural*". Lima, Perú.
19. D.S. N° 011-2006-VIVIENDA. Reglamento Nacional de Edificaciones. Título II. Obras de Saneamiento. Lima, Perú.
20. Ministerio de Vivienda (2018). Resolución Ministerial N°192-2018-VIVIENDA. "Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural". Lima, Perú.
21. Gobierno Regional La Libertad (2016). Plan de desarrollo regional concertado: PDRC La Libertad 2016 – 2021 Reglamento Nacional de Edificaciones. Título II. Trujillo, Perú.

Referencias Electrónicas

1. Ministerio de Salud. (2017). *Manual de procedimientos técnicos en saneamiento*. <http://www.minsa.gob.pe/publicaciones/aprisabac/44.pdf>
2. Universidad Nacional de Ingeniería. (2013). *Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Bagua Grande*. http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1175/1/alegria_mj.pdf
3. Organización Panamericana de la Salud. (2017). *Guía de Orientación en Saneamiento Básico*. <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-3sas.htm>
4. Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2016). Perú: *Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua.pdf
5. Ministerio de Salud. (2017). *Población Estimada por Grupos de Edades, Según Provincia – Distrito - Departamento de La Libertad*. <http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/estadisticas/poblacion/poblacionmarcos.asp?13>
6. Dirección General de Salud Ambiental. (2011). *Reglamento de la calidad del Agua para el consumo Humano*. http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento_calidad_agua.pdf
7. Banco Central de Reservas del Perú. (2013). *Informe Económico y Social – Región la Libertad*. <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Proyeccion-Institucional/Encuentros-Regionales/2013/la-libertad/ies-la-libertad-2013.pdf>
8. Gobierno Regional La Libertad. (2003). *Diagnostico Situacional de la Provincia de Julcán*. <http://www.regionlalibertad.gob.pe/web/opciones/pdfs/Informaci%C3%B3n%20de%20la%20Provincia%20Julc%C3%A1n2.pdf>
9. Gerencia Regional de Agricultura. (2012). *Diagnóstico de la Provincia de Julcán*. <http://agenciaagrariajulcan.blogspot.pe/2012/12/diagnostico-de-la-provincia-de-julcan.html>

ANEXOS

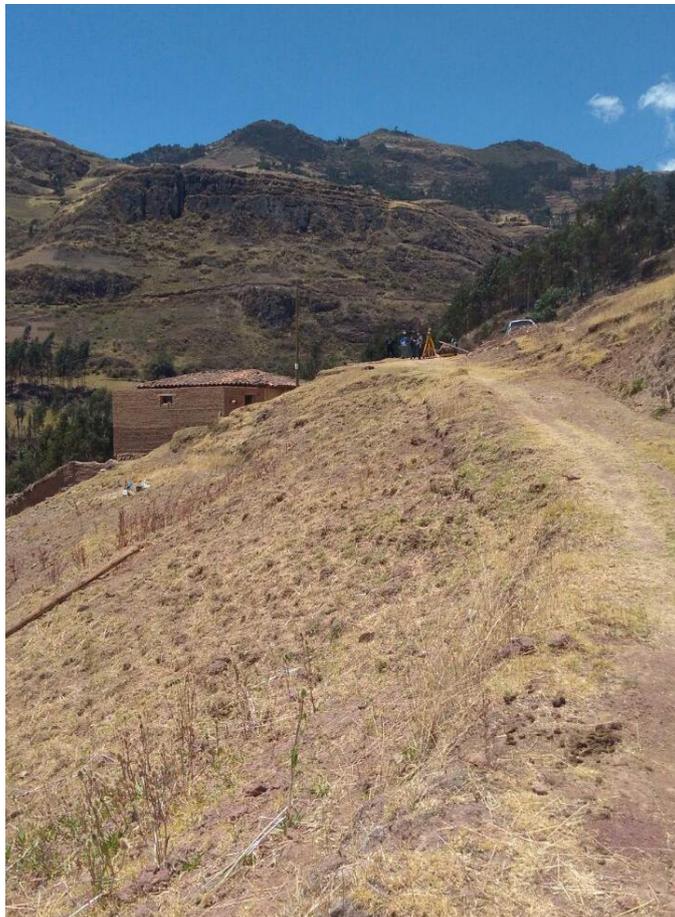
ANEXOS N° 01:

Panel Fotográfico











ANEXOS N° 02:

Estudios Previos



INFORME TÉCNICO

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CLASIFICACIÓN Y CIMENTACIÓN

PROYECTO:

“ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE MEXICO, DISTRITO DE CALAMARCA, PROVINCIA DE JULCAN, LA LIBERTAD”

SOLICITANTE:

LYSTER SEGUNDO PAREDES GARCÍA
YEMIS MILLER SAUNA BURGOS

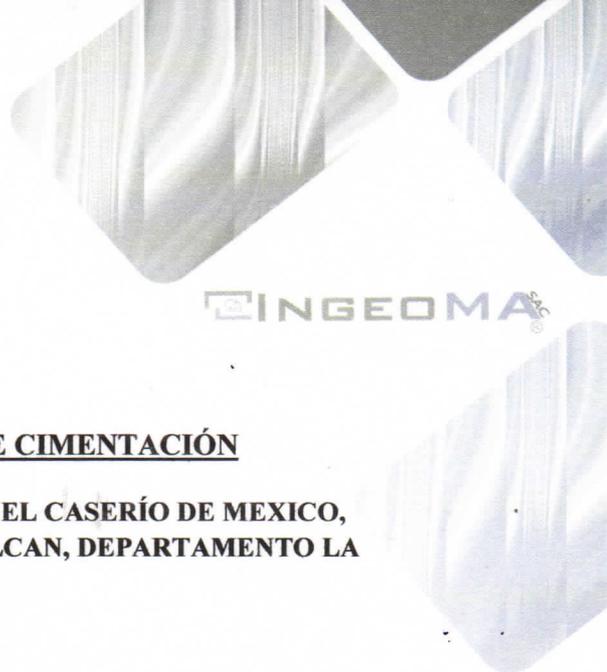
UBICACIÓN:

CASERÍO : MEXICO
DISTRITO : CALAMARCA
PROVINCIA : JULCAN
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD

SETIEMBRE DEL 2017

INGEOMA®


Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



ÍNDICE

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

**“ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE MEXICO,
 DISTRITO DE CALAMARCA, PROVINCIA DE JULCAN, DEPARTAMENTO LA
 LIBERTAD”**

1. GENERALIDADES
2. GEOLOGIA Y SISMICIDAD
3. ETAPAS DEL ESTUDIO
4. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE CIMENTACION DEL PROYECTO
5. TRABAJOS EFECTUADOS
6. PERFIL ESTRATIGRAFICO
7. CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y DETERMINACION DE LA PROFUNDIDAD DE CIMENTACION
8. CALCULO DE ASENTAMIENTOS
9. ANALISIS Y PARAMETROS SISMORESISTENTES
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
11. RESULTADOS DE LABORATORIO

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

1. GENERALIDADES

1.1 Objetivo

El presente informe técnico, corresponde al estudio de Mecánica de Suelos para la Cimentación del proyecto “**ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE MEXICO, DISTRITO DE CALAMARCA, PROVINCIA DE JULCAN, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD**”, el cual ha sido solicitado al suscrito por los alumnos: Lyster Segundo Paredes García y Yemis Miller Sauna Burgos..

Para tal efecto, se ha realizado la correspondiente investigación geotécnica con trabajos de campo y ensayos de laboratorio que han permitido definir la estratigrafía del terreno de fundación, características físicas y mecánicas de los suelos predominantes, sus propiedades de resistencia y estimación de asentamientos.

El Estudio de Mecánica de Suelos con fines de cimentación y clasificación, se ha efectuado en concordancia con la Norma Técnica E-050 “Suelos y Cimentaciones”, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

1.2 Problemas

La construcción de obras civiles sin estudios de suelos previos, trae consigo la aparición posterior de problemas estructurales (asentamientos, fisuras y rajaduras en muros y losas, etc.).

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

1.3 Ubicación y Descripción del Área en Estudio.

El terreno, materia del presente estudio donde se hará el Abastecimiento de Agua Potable para el caserío de Mexico se encuentra ubicado en el Distrito de Calamarca, Provincia de Julcán, Departamento La Libertad.

2. GEOLOGIA Y SISMICIDAD

2.1 Geología

En el área de estudio no se determinó la presencia del Nivel de Aguas Freáticas (NAF) a la profundidad de 3.00 m.

2.2 Sismicidad.

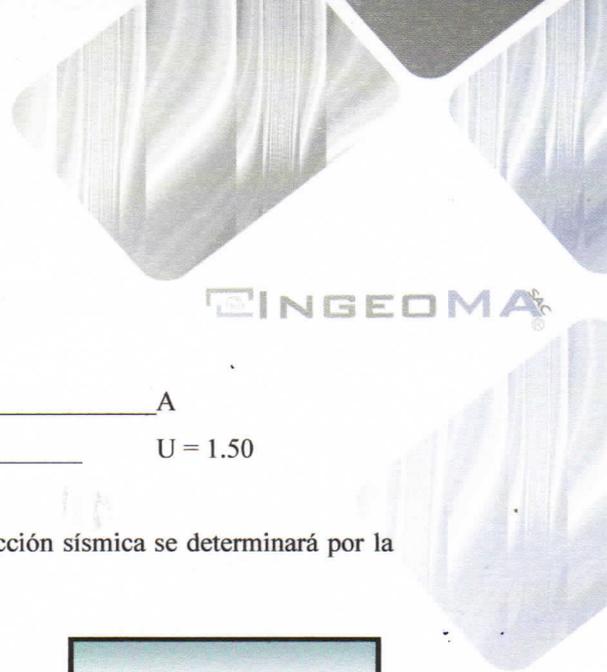
Desde el punto de vista sísmico, el territorio Peruano, pertenece al Círculo Circumpacífico, que comprende las zonas de mayor actividad sísmica en el mundo y por lo tanto se encuentra sometido con frecuencia a movimientos telúricos. Pero, dentro del territorio nacional, existen varias zonas que se diferencian por su mayor o menor frecuencia de estos movimientos, así tenemos las establecidas en las Normas Sismo - resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones, divide al país en cuatro zonas:

Zona 1.- Comprende la ciudad de Iquitos, parte del Departamento de Loreto, Ucayali, Madre de Dios y Puno; en esta región la sismicidad es baja.

Zona 2.- En esta zona la sismicidad es media. Comprende el resto de la región de la selva, parte de Loreto, Ucayali, Amazonas, Puno, Madre de Dios, san Martín, Huánuco, Pasco, Junín, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Ancash, Cajamarca, La Libertad y parte del Cusco. En esta región los sismos se presentan con mucha frecuencia, pero no son percibidos por las personas en la mayoría de las veces.

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



Para T = Periodo de Vibración de la Estructura = H/Ct

(f) Categoría de la Edificación _____ A

(g) Factor de Uso _____ U = 1.50

(h) La Fuerza horizontal o cortante basal, debido a la acción sísmica se determinará por la fórmula siguiente:

Para:

V = CORTANTE BASAL

Z= FACTOR DE ZONA

U= FACTOR DE USO

S= FACTOR DE AMPLIFICACION DEL SUELO

C= FACTOR DE AMPLIFICACION SISMICA

R =COEFICIENTE DE REDUCCION

P= PESO DE LA EDIFICACIÓN

$$V = \frac{Z * U * S * C * P}{R}$$

*El área en estudio, corresponde a la **zona 3**, el factor de zona se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

3. ETAPAS DEL ESTUDIO

Los trabajos se efectuaron en 3 etapas:

3.1 Fase de Campo

El solicitante realizo el respectivo sondeo y la recolección de muestras, con la finalidad de alcanzar al personal técnico de laboratorio y tener un perfil estratigráfico; las muestras fueron empaquetadas en bolsas plásticas para luego ser llevadas al laboratorio mecánica de suelos y materiales.

3.2 Fase de Laboratorio

Las muestras obtenidas en campo fueron llevadas al laboratorio con el objeto de determinar sus propiedades físicas y mecánicas.

3.3 Fase de Gabinete

A partir de los resultados en Campo y Laboratorio, se ha elaborado el presente informe técnico final que incluye:

Análisis del perfil estratigráfico, cálculo de la capacidad portante, así como profundidad de desplante de las estructuras, conclusiones y recomendaciones.

4. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Se trata del “ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE MEXICO, DISTRITO DE CALAMARCA, PROVINCIA DE JULCAN, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD”; infraestructura hidráulica destinada a establecer niveles de agua, con el fin de transportar y distribuir el recurso hídrico fundamental. Para la cual se realizó el estudio de mecánica de suelos a través de una (1) calicata a cielo abierto, para su posterior análisis y clasificación que ayudara a determinar el tipo de sistema más idóneo para este fin ingenieril, así mismo se establece el tipo de cimentación más recomendable para el tipo de suelo en análisis, el cual cumpla la función de soporte, el mismo que servirá de apoyo para este proyecto, transmitiendo las cargas al terreno de fundación.

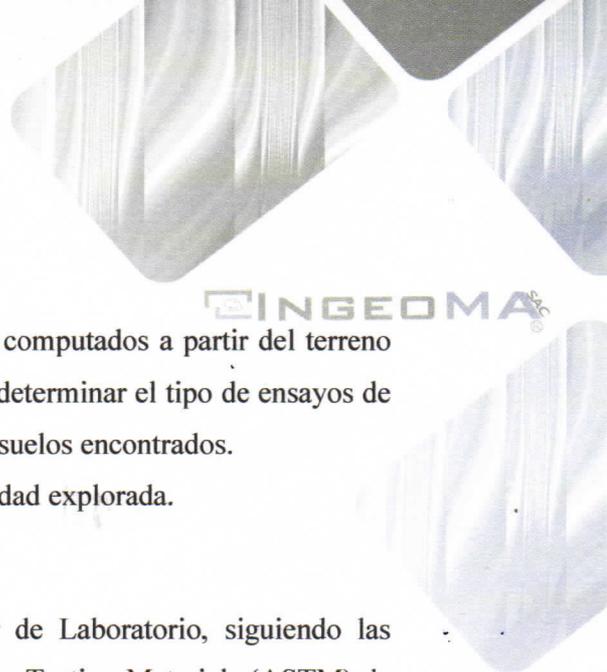
5. TRABAJOS EFECTUADOS

5.1 Trabajos de Campo

Las investigaciones de Campo estuvieron realizadas por el personal técnico de laboratorio de mecánica de suelos. La exploración lo realizó en un lugar estratégico, mediante 1 calicata a cielo abierto.

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



La profundidad máxima alcanzada fue de 3.00 m., computados a partir del terreno natural, lo que permitió visualizar la estratigrafía y determinar el tipo de ensayos de laboratorio a ejecutar de cada uno de los estratos de suelos encontrados.

El nivel freático no fue encontrado hasta la profundidad explorada.

5.2 Trabajos de Laboratorio

Se efectuaron los siguientes ensayos estándar de Laboratorio, siguiendo las Normas establecidas por la American Society for Testing Materials (ASTM) de los Estados Unidos de Norte América.

5.2.1 Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM-D-422)

Consistiendo este ensayo en pasar una muestra de suelo seco a través de una serie de mallas de dimensiones estandarizadas a fin de determinar las proporciones relativas de los diversos tamaños de las partículas.

5.2.2 Contenido de Humedad Natural (ASTM-D-2216)

Es un ensayo rutinario de Laboratorio para determinar la cantidad de agua presente en una porción de suelo en términos de su peso en seco.

5.2.3 Peso Específico Relativo de Sólido (ASTM-D-854)

Se define también como la relación que existe entre el peso de los sólidos y el peso del volumen del agua desalojado por los mismos.

5.2.4 Límites de Consistencia

Límite Líquido: ASTM-D-423

Límite Plástico: ASTM-D-424

Estos ensayos sirven para expresar cuantitativamente el efecto de la variación del contenido de humedad en las características de plasticidad de un suelo cohesivo. Los ensayos se efectúan en la fracción de muestra de suelo que pasa la malla N° 40.

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

La obtención de los límites líquido y plástico de una muestra de suelo permite determinar un tercer parámetro que es el índice de plasticidad.

5.2.5 Peso Unitario Volumétrico (BS-1377)

El peso unitario volumétrico se define como la masa contenida en una determinada unidad de volumen, considerando su estado seco como húmedo. El peso de una sustancia porosa depende de su estado como seca (Los poros de masa de los sólidos están ocupados solo por aire).

5.2.6 Corte Directo (ASTM-D-3080)

Ensayo que nos brinda los parámetros de ángulo de fricción y cohesión, fundamentales en la determinación de la resistencia al corte de una muestra de suelo, sometida previamente a un proceso de consolidación, cuando se le aplica un esfuerzo de cizalladura o corte directo mientras se permite un drenaje completo de ella. El ensayo se lleva a cabo deformando una muestra a velocidad controlada, cerca de un plano de cizalladura determinado por la configuración del aparato de cizalladura. Generalmente se ensayan tres o más especímenes, cada uno bajo una carga normal diferente para determinar su efecto sobre la resistencia al corte y al desplazamiento y las propiedades de resistencia a partir de las envolventes de resistencia de Mohr.

6.- PERFIL ESTRATIGRAFICO

De acuerdo a la exploración efectuada mediante las calicatas, tal como se observa en el récord del estudio de exploración y en los resultados de Laboratorio adjuntados; el perfil estratigráfico presenta las siguientes características:

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CALICATA N° 1

E-1 / 0.00 – 3.00 m. Estrato compuesto por Arcilla Inorgánica con Limos y Grava, mezcla arcillas-arenas-limos-gravas, de color marrón anaranjado, de baja plasticidad y material que pasa el 51.92% en la malla N° 200, clasificado en el sistema “SUCS”, como un suelo “CL-ML” y de acuerdo a la clasificación “AASHTO”, como un suelo “A-4 (3)”. Con una humedad natural de 9.60%. Con Peso Volumétrico Seco: 1.67 gr. /cc.

7. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

8.1 Parámetros e Hipótesis de Cálculo

8.1.1 Se trata de una cimentación sobre Arenas Arcillosas con Limos y Gravas de compacidad media a baja.

8.1.2 Por el Tipo de material aplicaremos las fórmulas de capacidad de carga dadas por Karl Terzaghi de su teoría de rotura por corte local, para suelos cohesivos que está dada por la fórmula que luego se describe.

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

- 
- 
- (a) Variaciones naturales en la resistencia al corte de los suelos.
 - (b) Las incertidumbres que como es lógico, contienen los métodos o fórmulas para la determinación de la capacidad última del suelo.
 - (c) Disminuciones locales menores que se producen en la capacidad de carga de los suelos colapsables, durante o después de la Construcción.
 - (d) Excesivo asentamiento en suelos compresibles que haría fluir el suelo cuando éste, está próximo a la carga crítica o a la rotura por corte.

Por lo expuesto adoptaremos FS igual a 3 valor establecido para estructuras permanentes.

De acuerdo a estas referencias podemos asumir parámetros con valores mínimos de acuerdo a las inspecciones de campo de tal forma de estar del lado de la seguridad.

El valor del ángulo de fricción interna y cohesión, parámetros importantes de la resistencia del suelo se reporta mediante el ensayo de corte directo (Norma Técnica Peruana 339.171), realizado en el laboratorio, cuyos resultados son:

C-1 $c=0.136 \text{ Kg/cm}^2$ $\phi = 24^{\circ}00'00''$

Considerando el criterio de falla local por corte se tiene:

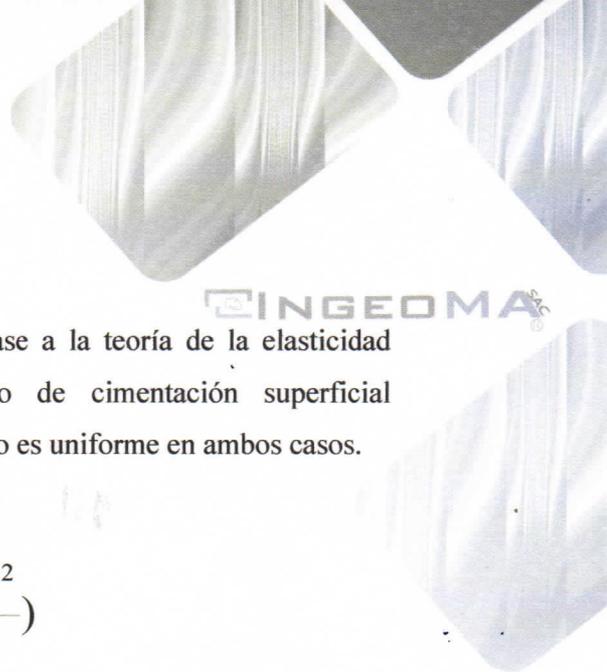
C-1 $c=0.091 \text{ Kg/cm}^2$ $\phi = 16^{\circ}00'00''$

8. CALCULO DE ASENTAMIENTOS

Para el análisis de cimentaciones tenemos los llamados Asentamiento Totales y los Asentamiento Diferenciales, de los cuales los asentamientos diferenciales son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa una pulgada, que es el asentamiento máximo tolerable para estructuras convencionales.

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



El asentamiento de la cimentación se calculará en base a la teoría de la elasticidad (Lambe y Whitman, 1964), considerando el tipo de cimentación superficial recomendado. Se asume que el esfuerzo neto transmitido es uniforme en ambos casos.

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = C_s q B \left(\frac{1-\nu^2}{E_s} \right)$$

Donde:

S = asentamiento (cm)

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron asumidas a partir de tablas publicadas con valores para el tipo de suelo existente donde irá desplantada la cimentación. Para este tipo de suelo arcilloso donde irá desplantada la cimentación es conveniente considerar un módulo de elasticidad de $E = 1500 \text{Tn/m}^2$ y un coeficiente de Poisson de $\nu = 0.30$

Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando cimentaciones rígida y flexible, se considera además que los esfuerzos transmitidos son iguales a la capacidad admisible de carga.

CALICATAS	
Tipo de cimiento	Asentamiento (cm)
Cimentación Cuadrada	1.04
Cimentación Corrida	0.65

9. ANALISIS Y PARAMETROS SISMORESISTENTES

9.1.- De acuerdo con la norma Técnica de Edificación E-030 Diseño Sismo - resistente y el predominio del suelo de la cimentación, se recomienda


INGEOMA
 Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

adoptar en los análisis sismo-resistente de las edificaciones, los siguientes parámetros:

- | | |
|--|----------------------------------|
| a). Zonificación: | Zona 3 Factor Zona (Z) = 0.35 g. |
| b). Tipo de Suelo : | S ₃ |
| c). Período Predominante (Tp): | 1.0 s |
| d). Factor de Suelo (S ₃): | 1.20 |
| e). Uso (U): | 1.5 |
| f). Amplificación sísmica (C): | 2.50 |

9.2.- Para la zona de estudio se puede notar los siguiente Parámetros Dinámicos del suelo de cimentación:

Módulo de Poissón (μ) = 0.30 Modulo de elasticidad (E) = 150.00 Kg. /cm².

10.3.- Según el ensayo el suelo es considerado un **Suelo Flexible (S₃)**:

✓ $T_p(S)=1.0$ --- $S=1.20$

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 De acuerdo a la información proporcionada, El Proyecto “**ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE MEXICO, DISTRITO DE CALAMARCA, PROVINCIA DE JULCAN, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD**”, se desarrollará y ubicará en el Distrito de Calamarca, Provincia de Julcán – La Libertad.

10.2 Según la calicata ensayada en la zona de estudio del proyecto, se concluye que el terreno en fundación explorado mediante la (C-1) se clasifica como un suelo predominante de Arenas Arcillosas Limosas con Gravas según la clasificación **SUCS** con Profundidad Explorada de 3.00 mts. la cual presenta un sólo estrato, hasta la cual no se registró la presencia de Niveles de Aguas Freáticas

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

- 10.3 La cimentación superficial para el Reservorio proyectado será dimensionado de tal forma que se aplique al terreno el menor resultado del cálculo de capacidad de carga admisible: entre **1.02 kg/cm²** para cimentación cuadrada según la calicata ensayada y siempre que la profundidad de desplante de la cimentación no sea menor a 1.50 m. (B = 1.50 m x 1.50 m). Se puede optar, según criterio por las dimensiones que se anexan en el análisis de cimentación superficial, cumpliendo severamente con los límites de capacidad de carga.
- 10.4 Se recomienda cortar el terreno de 20 – 25 cm de material suelto y optar por realizar una sobre excavación a nivel de fondo de cimentación, en un espesor de 0.20 m. y reemplazar con material granular ligante de preferencia material afirmado debidamente compactado al 95% de la Máxima Densidad Seca (MDS) del ensayo de Proctor Modificado, el mismo que servirá como anticontaminante del suelo firme.
- 10.5 En base a los trabajos de campo, Ensayos de laboratorio, Perfiles y Registros Estratigráficos y características de las estructuras, se recomienda cimentar, a una profundidad de cimentación mínima de acuerdo a la condición de la sub-estructura que se está planteando, para el presente estudio.
- 10.6 Las Conclusiones y recomendaciones establecidas en el presente Informe Técnico, son sólo aplicables para el área estudiada. De ninguna manera se puede aplicar a otros sectores o a otros fines.

Trujillo, Setiembre del 2017.

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



11. RESULTADOS DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : "ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE MEXICO, DISTRITO DE CALAMARCA, PROVINCIA DE JULCAN, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : LYSTER SEGUNDO PAREDES GARCÍA Y YEMIS MILLER SAUNA BURGOS

UBICACIÓN : MEXICO - CALAMARCA - JULCAN - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2017

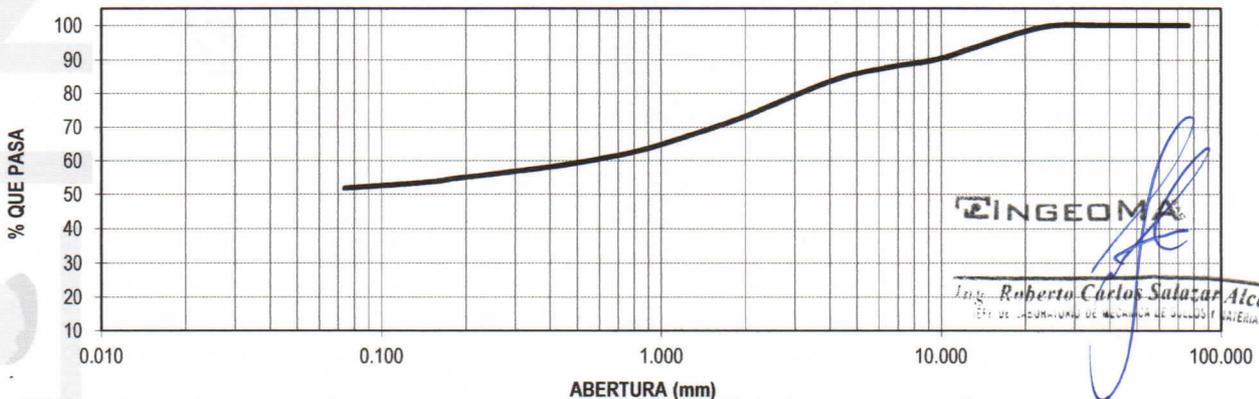
DATOS DEL ENSAYO

Muestra : **RESERVOIRIO**
 Peso de muestra seca : **C-1** E-1
 Peso perdido por lavado : 1000.00
 519.18

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	: 93.05
Ss + Tara	: 85.79
Tara	: 10.14
Peso Agua	: 7.26
Peso Suelo Seco	: 75.65
Humedad(%)	: 9.60

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 29 L. Plástico : 22 Ind. Plástico : 7 Clas. SUCS : CL-ML Clas. AASHTO : A-4 (3)
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	21.35	2.14	2.14	97.87	
1/2"	12.700	46.380	4.64	6.77	93.23	
3/8"	9.525	31.520	3.15	9.93	90.08	
1/4"	6.350	23.460	2.35	12.27	87.73	
No4	4.178	35.240	3.52	15.80	84.21	
8	2.360	83.460	8.35	24.14	75.86	DESCRIPCION DE LA MUESTRA Arcilla Inorgánica con Limos y Grava, de baja plasticidad, color marrón anaranjado, con un 51.92 % que pasa la malla Nº 200
10	2.000	25.680	2.57	26.71	73.29	
16	1.180	65.420	6.54	33.25	66.75	
20	0.850	35.890	3.59	36.84	63.16	
30	0.600	25.740	2.57	39.41	60.59	
40	0.420	21.560	2.16	41.57	58.43	
50	0.300	15.200	1.52	43.09	56.91	
60	0.250	8.460	0.85	43.94	56.06	
80	0.180	13.580	1.36	45.29	54.71	
100	0.150	9.360	0.94	46.23	53.77	
200	0.074	18.520	1.85	48.08	51.92	DESCRIPCION DE LA CALICATA PROFUNDIDAD (m) : (0.00 - 3.00) ESTRATO C-1 : E-01
< 200		519.18	51.92	100.00	0.00	
Total		1000.00				

CURVA GRANULOMETRICA



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

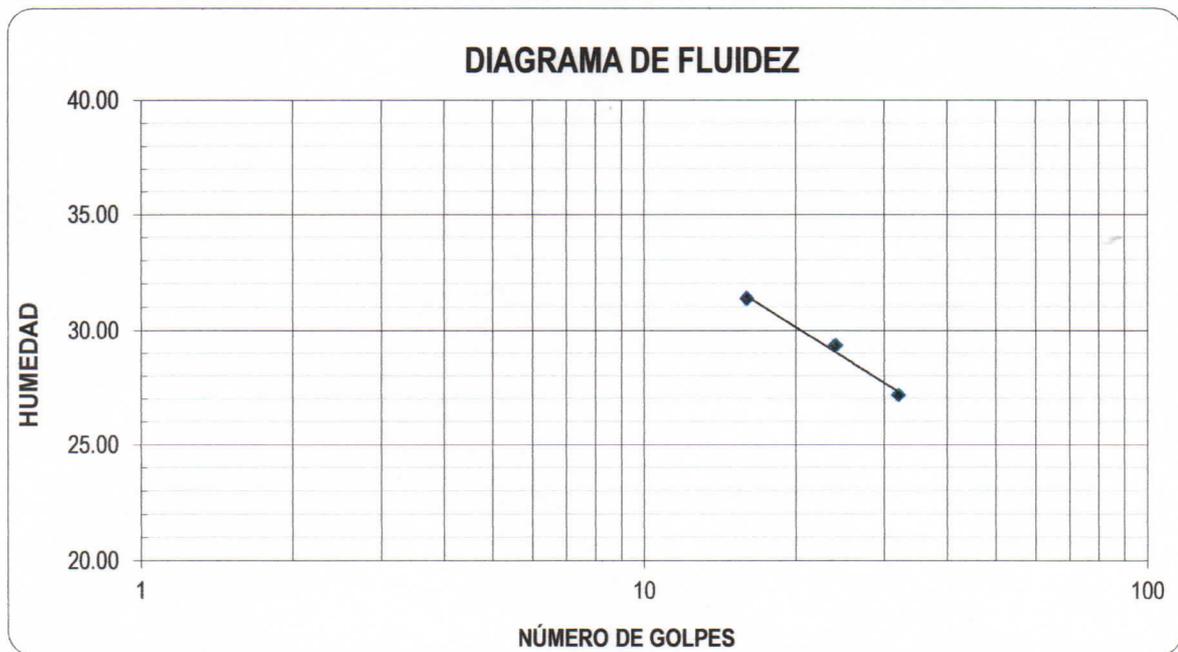
PROYECTO : "ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE MEXICO, DISTRITO DE CALAMARCA, PROVINCIA DE JULCAN, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : LYSTER SEGUNDO PAREDES GARCÍA Y YEMIS MILLER SAUNA BURGOS

UBICACIÓN : MEXICO - CALAMARCA - JULCAN - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2017

LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes		16	24	32	-	-
Peso tara	(g)	10.14	10.21	9.71	10.89	10.75
Peso tara + suelo húmedo	(g)	20.61	20.48	20.52	17.12	16.95
Peso tara + suelo seco	(g)	18.11	18.15	18.21	15.98	15.83
Humedad %		31.37	29.35	27.18	22.40	22.05
Límites		29			22	



INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIAS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : "ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE MEXICO, DISTRITO DE CALAMARCA, PROVINCIA DE JULCAN, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : LYSTER SEGUNDO PAREDES GARCÍA Y YEMIS MILLER SAUNA BURGOS

UBICACIÓN : MEXICO - CALAMARCA - JULCAN - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2017

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	J-01	J-164
Peso de Tarro (gr.)	10.32	9.96
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	92.45	93.65
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	85.34	86.24
Peso de Suelo Seco (gr.)	75.02	76.28
Peso de Agua (gr.)	7.11	7.41
% de Humedad (%)	9.48	9.71
% De Humedad Promedio (%)	9.60	

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS

PROYECTO : "ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE MEXICO, DISTRITO DE CALAMARCA, PROVINCIA DE JULCAN, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : LYSTER SEGUNDO PAREDES GARCÍA Y YEMIS MILLER SAUNA BURGOS

UBICACIÓN : MEXICO - CALAMARCA - JULCAN - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2017

PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS

D-854

DESCRIPCIÓN		M-100	M-101
Peso de Muestra Seca	(gr.)	55.00	55.00
Fiola	(ml.)	250	250
Peso de la Fiola	(gr.)	91.10	91.10
Peso de Fiola + Agua	(gr.)	340.20	340.20
Peso de Fiola + Agua + Muestra	(gr.)	374.72	374.65
Peso Específico	(gr./cm ³)	2.69	2.68
Peso Específico Promedio	(gr./cm³)	2.68	

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO

PROYECTO : "ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE MEXICO, DISTRITO DE CALAMARCA, PROVINCIA DE JULCAN, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : LYSTER SEGUNDO PAREDES GARCÍA Y YEMIS MILLER SAUNA BURGOS

UBICACIÓN : MEXICO - CALAMARCA - JULCAN - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2017

PESO VOLUMÉTRICO

BS-1377

Peso de la tara	(gr.)	9.96
Peso de la tara + Muestra Húmeda	(gr.)	93.65
Peso da la tara + Muestra Seca	(gr.)	86.24
Peso del Agua	(gr.)	7.41
Peso del Suelo Seco	(gr.)	76.28
Contenido de Humedad Natural	(%)	9.71
Peso de la Muestra al aire libre	(gr.)	618.52
Peso de la Muestra + Parafina al aire libre	(gr.)	642.58
Peso de la Muestra + Parafina sumergido	(gr.)	277.00
Volumen de la Muestra	(cm ³)	337.92
Peso Unitario Húmedo	(gr/cm³)	1.83
Peso Unitario Seco	(gr/cm³)	1.67

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIAS

ANALISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

CALICATA N° 1 - ESTRATO 1 / PROFUND. 0.00 - 3.00

FECHA : xx.09.17

CAPACIDAD DE CARGA

(Terzaghi 1943 y modificado por Vesic 1975)

$$q_u = c N_c S_c + q N_q S_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma S_\gamma$$

ASENTAMIENTO INICIAL

Teoría Elástica

$$S = C_s q B \left(\frac{1-\nu^2}{E_s} \right)$$

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \phi \right)$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

FACTORES DE FORMA (Vesic)

$$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L} \quad \geq 0.6$$

Peso unitario suelo encima NNF $\gamma = 1.670$ ton/m³
 Peso unitario suelo debajo NNF $\gamma' = 1.670$ ton/m³
 Profundidad de cimentación (ZAPATA) **1.50** m
 Factor de seguridad **3.00**
 Prof. cimientto corrido (ingresar dato, si hay) **1.20**

Relación de Poisson $\nu = 0.30$
 Módulo de elasticidad del suelo $E_s = 150.00$ kg/cm²
 Factor de forma y rigidez cimentación corrida $C_s = 254.00$ cm/m
 Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada $C_s = 112.00$ cm/m
 Factor de forma y rigidez cimentación rectangular $C_s = 153.00$ cm/m

Sobrecarga en la base de la cimentación $q = \gamma D = 2.51$ ton/m²
 Sobrecarga en la base del cimientto corrido $q = \gamma D = 2.00$ ton/m²

Considerando Falla Local por Corte

Angulo de fricción ϕ	cohesión c (kg/cm ²)	Nc	Nq	Ny (Vesic)	Nq/Nc	Tan ϕ
16.00	0.091	11.631	4.335	3.060	0.373	0.287

Ensayo Corte Directo	
Angulo de fricción ϕ	cohesión c (kg/cm ²)
24.00	0.136

B= Ancho de la cimentación
 L= Longitud de cimentación

CIMENTACION CORRIDA							
B (m)	L (m)	Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm ²)	qad (kg/cm ²)	S (cm)
0.40		1.00	1.00	1.00	2.03	0.68	0.42
0.50		1.00	1.00	1.00	2.05	0.68	0.53
0.60		1.00	1.00	1.00	2.08	0.70	0.65
0.80		1.00	1.00	1.00	2.13	0.71	0.87
1.00		1.00	1.00	1.00	2.18	0.73	1.12

CIMENTACION CUADRADA							
B (m)	L (m)	Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm ²)	qad (kg/cm ²)	S (cm)
1.20	1.20	1.37	1.29	0.60	3.03	1.01	0.82
1.30	1.30	1.37	1.29	0.60	3.04	1.01	0.90
1.50	1.50	1.37	1.29	0.60	3.07	1.02	1.04
2.00	2.00	1.37	1.29	0.60	3.15	1.05	1.43
3.00	3.00	1.37	1.29	0.60	3.30	1.10	2.25

CIMENTACION RECTANGULAR							
B (m)	L (m)	Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm ²)	qad (kg/cm ²)	S (cm)
1.00	1.50	1.25	1.19	0.73	2.80	0.93	0.87
1.50	1.80	1.31	1.24	0.67	2.98	0.99	1.38
3.00	3.50	1.32	1.25	0.66	3.25	1.08	3.01
4.00	6.00	1.25	1.19	0.73	3.36	1.12	4.16

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES

Se puede considerar como valor único de diseño:

$q_{admissible} =$	1.02 kg/cm²
$q_{admissible} =$	10.25 tn/m²
CARGA ADMISIBLE BRUTA	Q = 6.15 tn/m
S =	1.04 cm

CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO			
SUCS	:	CL-ML	
AASHTO	:	A-4 (3)	
COLOR	ϕ°	c (Kg/cm ²)	P. u. (Tn/m ²)
Marrón Anaranjado	24	0.136	1.67

INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

DATOS GENERALES:

- SOLICITANTE DEL ENSAYO: **CASERIO DE MEXICO, DISTRITO DE CALAMARCA, PROVINCIA DE JULCAN, LA LIBERTAD**
PROYECTO: "CREACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN EL CASERIO DE MÉXICO, DISTRITO DE CALAMARCA, PROV. DE JULCAN – LA LIBERTAD"

- A FAVOR DE: **SAUNA BURGOS YEMIS MILLER, PAREDES GARCIA LYSTER SEGUNDO**

- MUESTRA: **AGUA DE CAPTACIÓN**

- ANÁLISIS SOLICITADO: **MICROBIOLÓGICO**

DATOS DE LA MUESTRA

- PRODUCTO: **AGUA DE CAPTACIÓN**

- TIPO DE ENVASE: **Botella de Vidrio de primer uso.**

- TAMAÑO DE LA MUESTRA: **01 muestra X 1000 mL aprox.**

- ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA: **En BUEN estado y cerrado.**

- LUGAR DE MUESTREO: **CAPTACIÓN MÉJICO. Calamarca, Julcán. Dpto. La Libertad**
Coordenada UTM WGS 84 Norte: 9099494.80 / Este: 782541.09

- FECHA DE MUESTREO: **20 de Septiembre 2017**

- FECHA DE RECEPCIÓN: **21 de Septiembre 2017**

- FECHA DE INICIO DE ENSAYO: **21 de Septiembre 2017**

- FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO: **25 de Septiembre 2017**

- CODIGO DE MUESTRA:



MÉTODO EMPLEADO:

1. Numeración de aerobios mesófilos: ICMSF. Reimpres. 2000. Vol. 1 Ed. 2da. Edit. Acribia Pág. 117-123
2. Numeración de coliformes: ICMSF. Reimpres. 2000 Vol. 1 Ed. 2da. Pág. 137
3. Numeración de *E. coli*: ICMSF. Reimpres. 2000 Vol. 1. Ed. 2da. Edit. Acribia. Pág. 132, 134, 136, 139-142
4. Numeración de *Bacillus cereus*: ICMSF. Reimpres. 2000. Vol. 1. Ed. 2da. Edit. Acribia. Pág. 285-286.
5. Numeración de Mohos y Levaduras: ICMSF. Reimpres. 2000. Vol. 1. Ed. 2da. Edit. Acribia. Pág. 285-286.
6. Detección de *Salmonella*: ICMSF. Reimpres. 2000. Vol. 1. Ed. 2da. Edit. Acribia. Pág. 169-180.
7. NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. XVI.4. Agua y hielo para consumo humano.
8. Decreto Supremo N° 07-83-SA. Límites de calidad aplicables a los cuerpos de agua. Agua Tipo III: Agua para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.

RESULTADOS:

DETERMINACIONES MICROBIOLÓGICAS

DETERMINACIONES MICROBIOLÓGICAS	RESULTADOS	LÍMITES PERMITIDOS
	CAPTACIÓN MÉXICO	
Numeración de Bacterias Aerobias Mesófilas Viables (UFC/g) n=5, c=1, m=10 ⁴ , M=10 ⁵	54	< 100
Numeración de <i>Bacillus cereus</i> (UFC/g) n=5, c=1, m=10 ² , M=10 ⁴	0	0
Numeración de <i>E. coli</i> (coliformes/g) n=5, c=2, m=10 ² , M=10 ³	0	0
Numeración de Mohos y Levaduras (UFC/g) n=5, c=2, m=10 ³ , M=10 ⁴	Ausencia	Ausencia
Detección de <i>Salmonella</i> sp. (UFC/125g) n=5, c=0, m=0, M=0	Ausencia	Ausencia
Numeración de Bacterias Heterotróficas (UFC/g) n=5, c=1, m=10 ⁴ , M=10 ⁵	Ausencia	Ausencia

CONCLUSIÓN: La muestra analizada de **AGUA DE CAPTACIÓN "MÉXICO"** es **ES APTA** para utilizar como agua de consumo.

Trujillo, viernes, 25 de septiembre de 2017



LECBI
LABORATORIO DE ANÁLISIS

Aurora A. García Jave
BIÓLOGO MICROBIÓLOGO DE LA UNL / CUP 5740
ESPECIALISTA EN LAB. DE ANÁLISIS CLÍNICOS Y BIOLÓGICOS
DIRECTOR GERENTE

INFORME DE ANALISIS FISICO QUÍMICO DE AGUA DE CAPTACIÓN

SOLICITANTE: SAUNA BURGOS YEMIS MILLER, PAREDES GARCIA LYSTER SEGUNDO

A FAVOR DE: CASERIO DE MEXICO, DISTRITO DE CALAMARCA, PROVINCIA DE JULCAN, LA LIBERTAD

DATOS DE MUESTREO

Localidad : MEXICO
Distrito : CALAMARCA
Provincia : JULCAN
Departamento : La Libertad

REFERENCIA

Fecha de Muestreo : 20 de Septiembre 2017
Fecha llegada a Lab. : 21 de Septiembre 2017
Fecha Inicio Análisis : 21 de Septiembre 2017
Muestra tomada por : SOLICITANTE

RESULTADOS

Orden	PARAMETROS DE MUESTREO	AGUA CAPTACIÓN MÉXICO	LÍMITES PERMITIDOS
01	ALCALINIDAD (mg/L)	341,2	200 - 500
02	CARBONATOS (mg/L)	3,1	5
03	DUREZA TOTAL (mg/L)	361,1	Menor de 500
04	NITRATO (NO ₃) (mg/L)	40,7	Máximo 50
05	NITRITO (NO ₂) (mg/L)	0,6	Máximo 1,0
06	pH	7,0	6,5 - 8,5
07	SULFUROS (mg/L)	0,03	0,05
08	FOSFATOS (mg/L)	0,5	1
09	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)	516,3	< 2000
10	AMONIO (mg/L NH ₃ -N)	1,4	2,5

CONCLUSIÓN: La muestra analizada de **AGUA DE CAPTACIÓN MÉXICO** es **APTA** para utilizar como agua de consumo, por estar dentro de los parámetros aceptables

METODO DE ENSAYO	DOCUMENTO DE REFERENCIA
Método Estandarizados para Análisis Organolépticos de Agua para consumo - 9222 B.C	Métodos Normalizados para el análisis de agua potable y Residuales. APHA, AWW, WPCF. 20th edition. Guía para la Calidad del Agua Potable. OMS. Segunda Edición. Vol 1. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. DS 002-2008-MINAM

Trujillo, viernes, 25 de septiembre de 2017



LECBI
LABORATORIO DE ANÁLISIS
Mbglo. Aurelio A. García Jave
BIOLOGO MICROBIOLOGO DE LA UN? CBP 3740
ESPECIALISTA EN LAB. DE ANÁLISIS CLÍNICOS Y BIOLÓGICOS
DIRECTOR GERENTE

ANEXOS N° 03:

Planos

CUADRO DE ACCESORIOS

N°	ACCESORIO	CANT.	DIAM.
INGRESO			
1	Tubería PVC C-10	0.5m	01"
2	Rejilla de Protección metálica	03	02"
SALIDA			
3	Canastilla PVC	01	1 1/2"
LIMPIEZA Y REBOSE			
4	Cono de Rebose	01	03"
5	Codo PVC SAP 90°	01	02"
6	Tapón PVC SAP Perforado	01	02"
7	Tubería PVC C-7.5	3 m	1 1/2"
VENTILACION			
8	Codo PVC SAP 90°	01	3/4"
9	Tapón PVC SAP perforado	01	3/4"
REGULACION			
10	Unión Universal	01	1 1/2"

ESPECIFICACIONES TECNICAS
CONCRETO

C' ARMADO: f'c = 210 Kg/cm²
C' SIMPLE: f'c = 140 Kg/cm²
Relleno: C' f'c = 100 Kg/cm²

TARRAJEOS Y DERRAMES

Interior 1:1 e=2.0 cms.
Exterior 1:5 e=1.5 cms.

TUBERIA Y ACCESORIOS

Tubería y accesorios PVC deben cumplir Norma Técnica Peruana ISO 4422 para fluidos a presión.

Tubería de desagüe: PVC SAL PESADA

CARPINTERIA METALICA

e mín = 1/8", cubierto con pintura hepóxica

OTROS

La cámara de carga será dotada de un empedrado perimetral de 0.50 m de ancho
Cercos de alambre de puas o piedra, perimetral a la cámara de carga

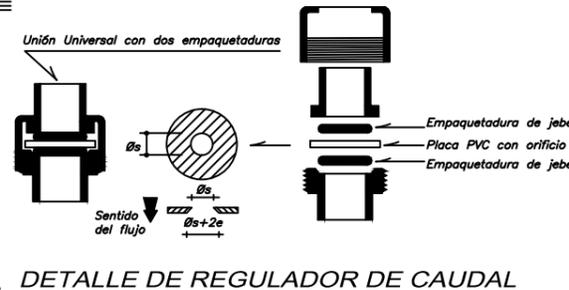
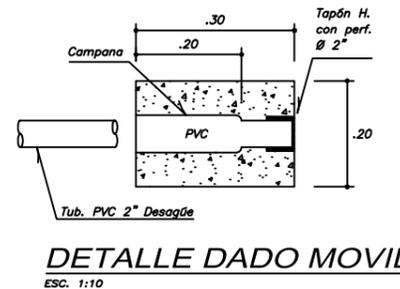
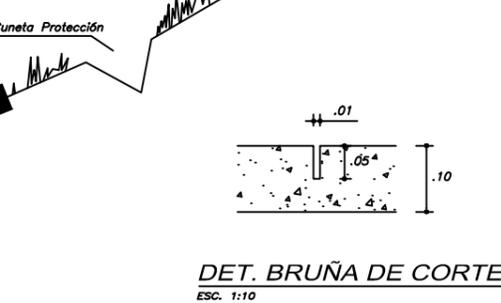
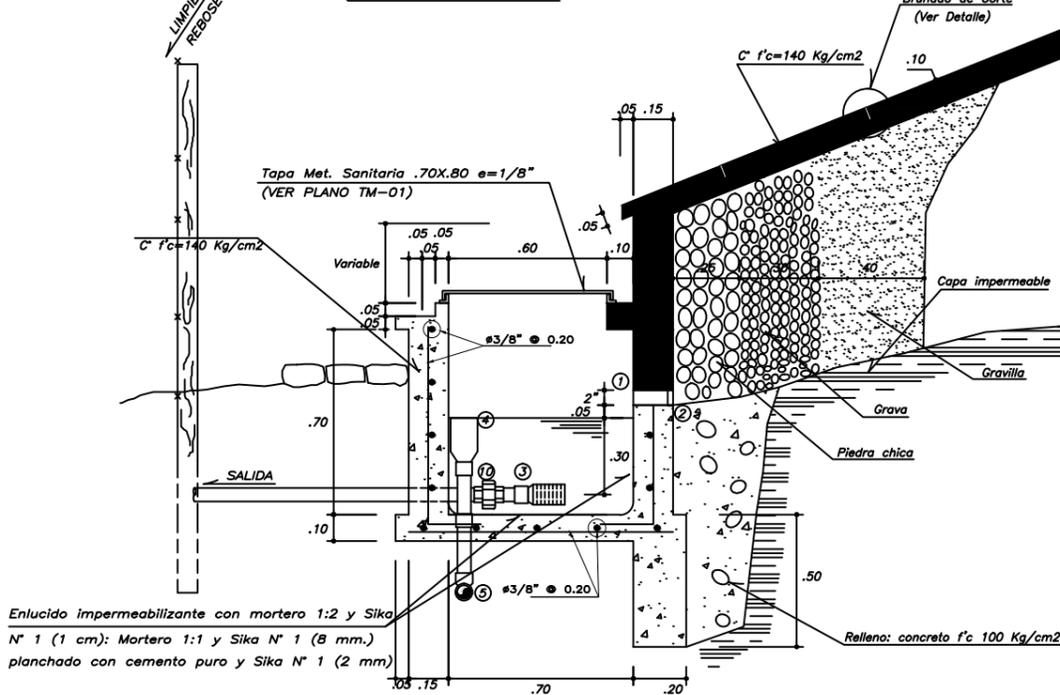
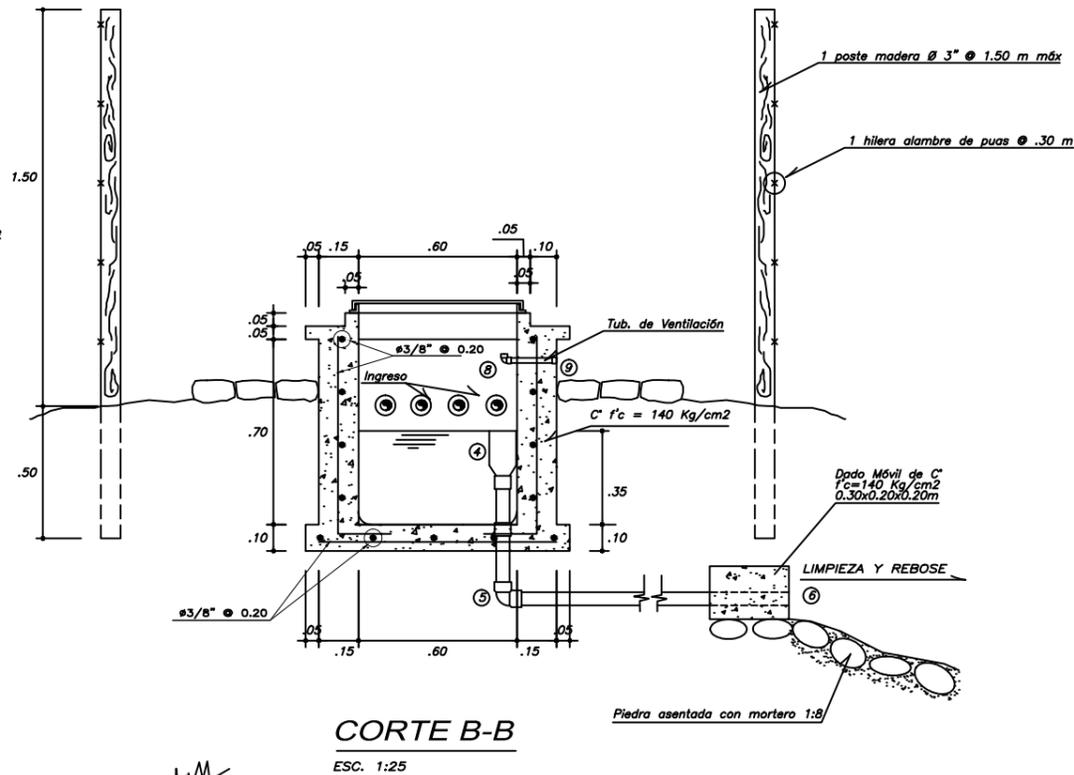
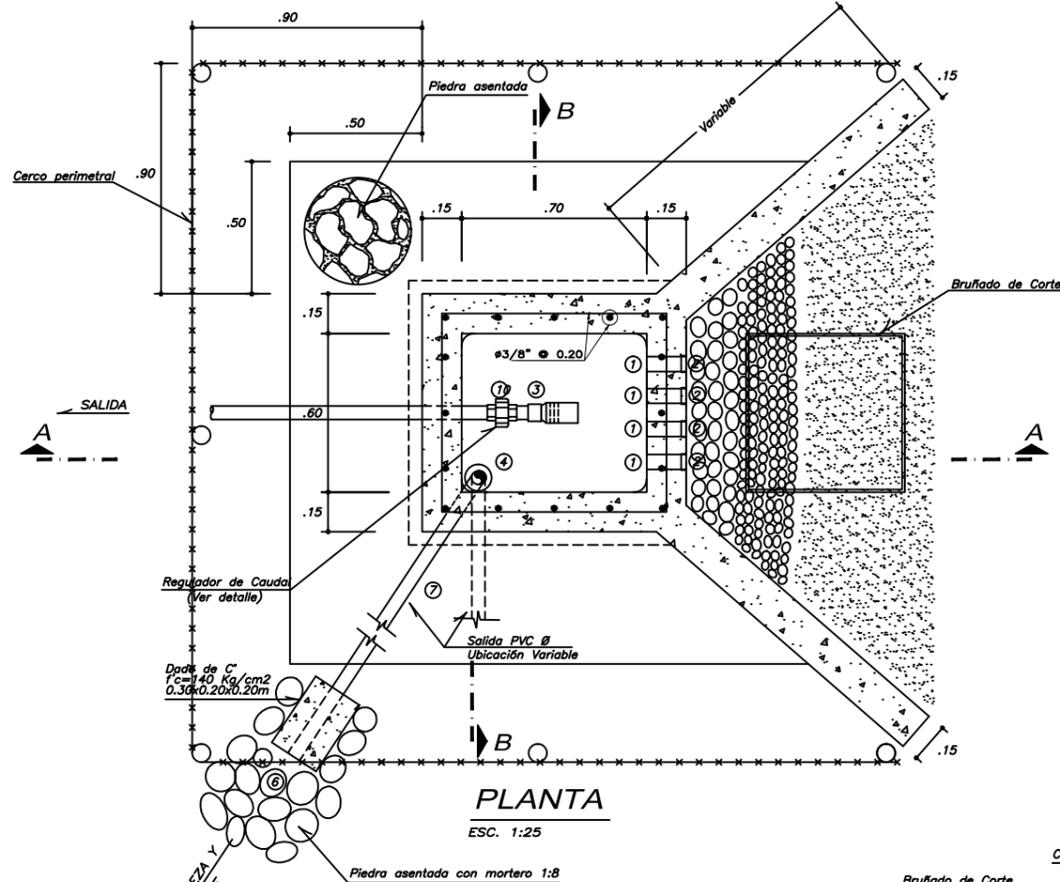
RECOMENDACIONES

La captación es eficiente para un Q máx = 1 l/s. Mayores caudales requieren mayor ancho de pantalla y mayor número de orificios (cada orificio = 0.33 l/s).

El nivel de rebose siempre irá por debajo de los orificios de entrada del agua a la cámara húmeda.

Los orificios de entrada del agua a la cámara húmeda irán por debajo del nivel de afloramiento natural del agua.

Se planteará la Bruña de Corte cuando la captación está en una zona de mucha vegetación. Cuando se requiera limpiar el filtro de la captación se romperá la parte dentro de la bruña.



$$\theta_s = 5.3614 \sqrt{\frac{Q}{Cd h^{1/2}}}$$

θ_s = Diámetro del agujero (Cm)
Q = Caudal máximo diario (Lt/Sg)
Cd = Coeficiente de descarga (0.6-0.8)
Cd = 0.62 (ingreso en orificio)
h = Carga de agua (Cm)
h = 30 Cm. (en este caso)

Enlucido impermeabilizante con mortero 1:2 y Sika N° 1 (1 cm): Mortero 1:1 y Sika N° 1 (8 mm.)
planchado con cemento puro y Sika N° 1 (2 mm)

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Nombre de la tesis:

DISEÑO PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD, PARA LA POBLACION DEL CASERIO DE MEXICO, JULCAN, LA LIBERTAD, 2018

Plano:

DETALLE DE LA CAPTACION

Ubicación:
Dpto.: LA LIBERTAD
Provincia: JULCAN
Distrito: CALAMARCA
Caserío: MEXICO

Bachilleres:

LYSTER S. PAREDES GARCIA
YEMIS M. SAUNA BURGOS

Asesor:

MG. ING. MARLON CUBAS

Fecha:

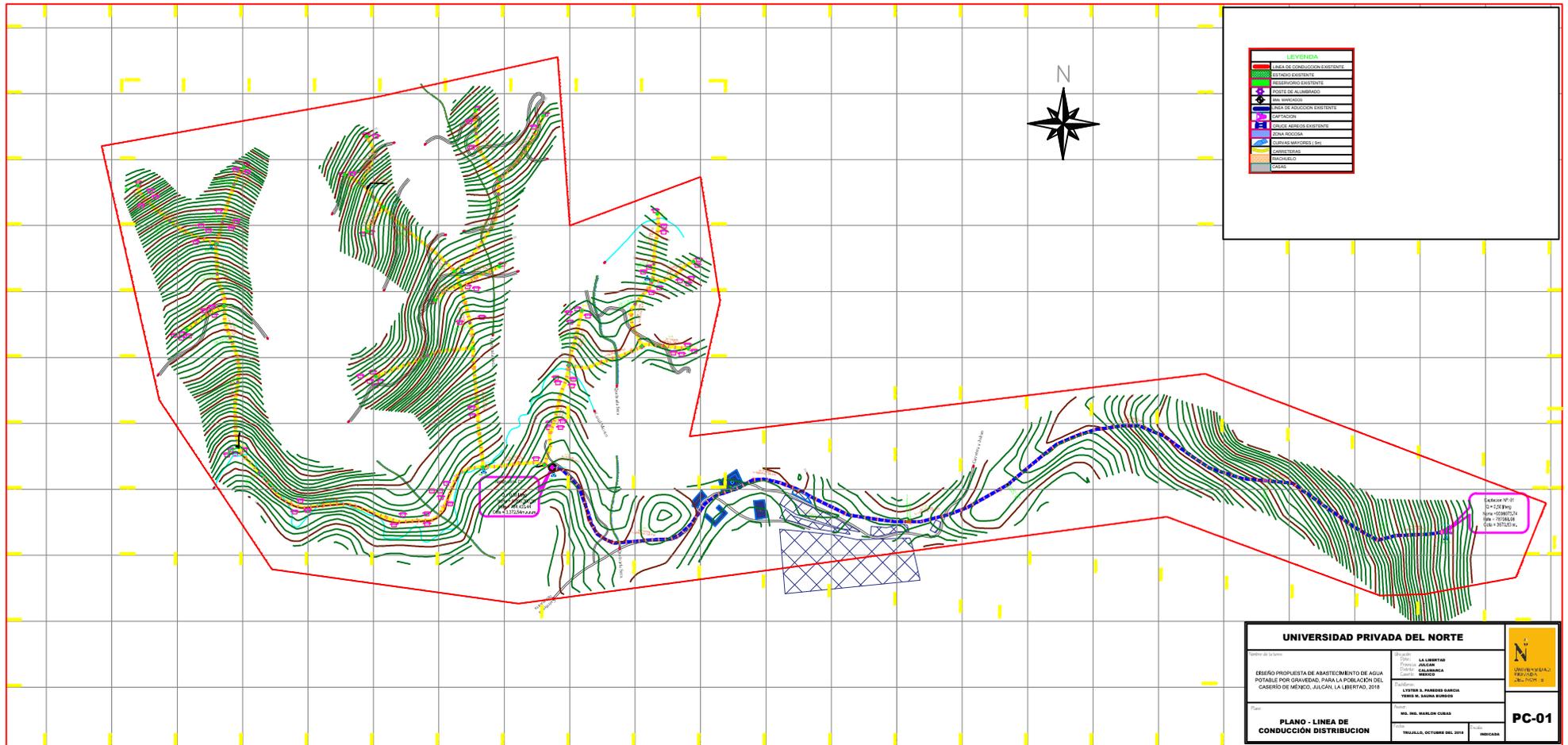
TRUJILLO, OCTUBRE 2018

Escala:

INDICADA



PCa-01



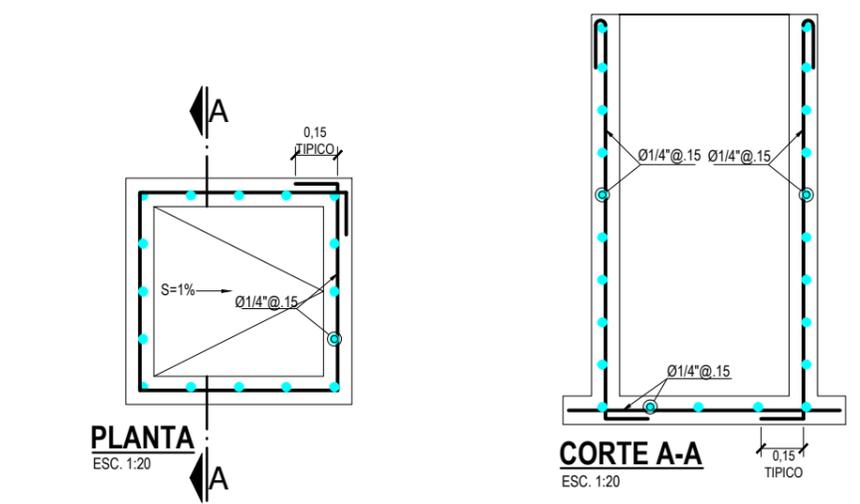
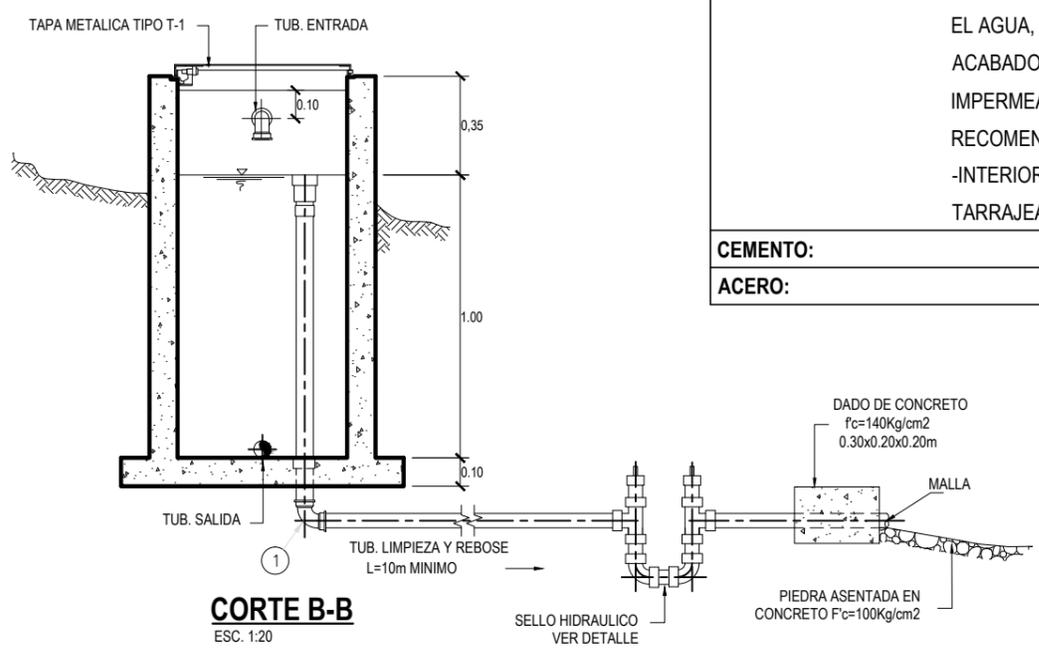
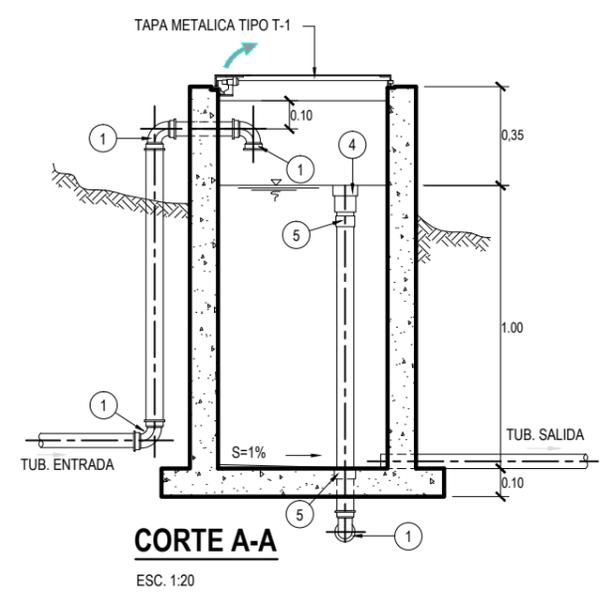
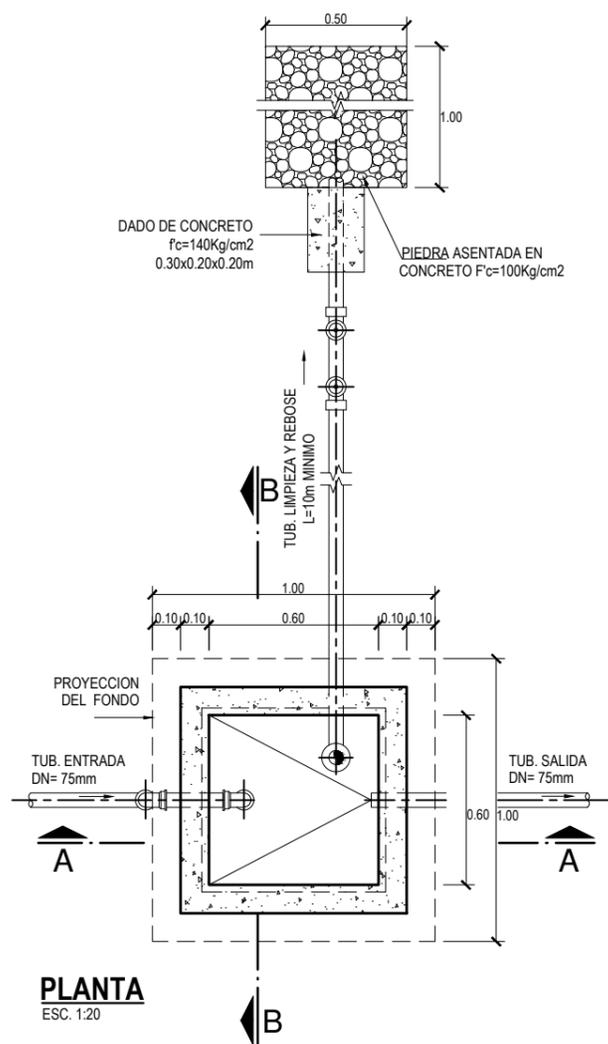
LEYENDA

[Red outline]	ÁREA DE CONDUCCIÓN EXISTENTE
[Green lines]	DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE
[Blue lines]	PROPUESTA EXISTENTE
[Black circle]	PUENTE DE ALUMBRADO
[Red circle]	VALVULA
[Blue circle]	VALVULA DE MANEJO EXISTENTE
[Blue square]	ESTACION
[Blue square]	PUENTE EXISTENTE
[Blue square]	PUENTE PROPUESTO
[Blue square]	ZONA MODERNA
[Blue square]	ZONA MODERNA / EN
[Blue square]	MANANTIAL
[Blue square]	MANANTIAL
[Blue square]	CAJON



Escala 1:10000
 0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000
 metros

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
Nombre de la obra: DESERO PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD, PARA LA POBLACION DEL CASERIO DE MEXCO, CALCANHA LA LIBERTAD, 2019		
Lugar: MEXICO, CALCANHA LA LIBERTAD, CALCANHA LA LIBERTAD, CALCANHA LA LIBERTAD, CALCANHA LA LIBERTAD		
Fecha: TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2019		
PLANO - LINEA DE CONDUCCIÓN DISTRIBUCION		PC-01



ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO ARMADO:	F'C= 210 KG/CM ² EN GENERAL (MAXIMA RELACION a/c= 0.50)
CONCRETO SIMPLE:	F'C= 175 KG/CM ² EN GENERAL
RECUBRIMIENTO MIN.:	LOSA SUPERIOR= 4cm LOSA DE FONDO= 7cm MUROS= 4cm
TRASLAPES:	3/8"= 0.40 m 1/2"= 0.40 m
REVOQUES:	-INTERIOR CAMARA HUMEDA: TARRAJEAR LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA, CON MEZCLA 1:3 C/A DE 2cm DE ESPESOR ACABADO FROTACHADO FINO, UTILIZAR IMPERMEABILIZANTE DE ACUERDO A LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE. -INTERIOR Y EXTERIOR CAMARA SECA: TARRAJEAR CON MORTERO 1:5 C/A e=1.5cm.
CEMENTO:	PORTLAND TIPO I
ACERO:	F'Y= 4200KG/CM ²

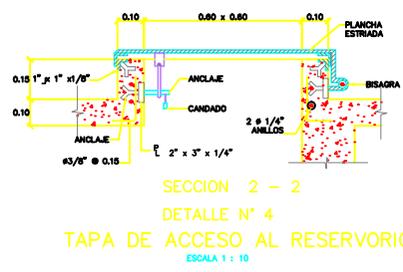
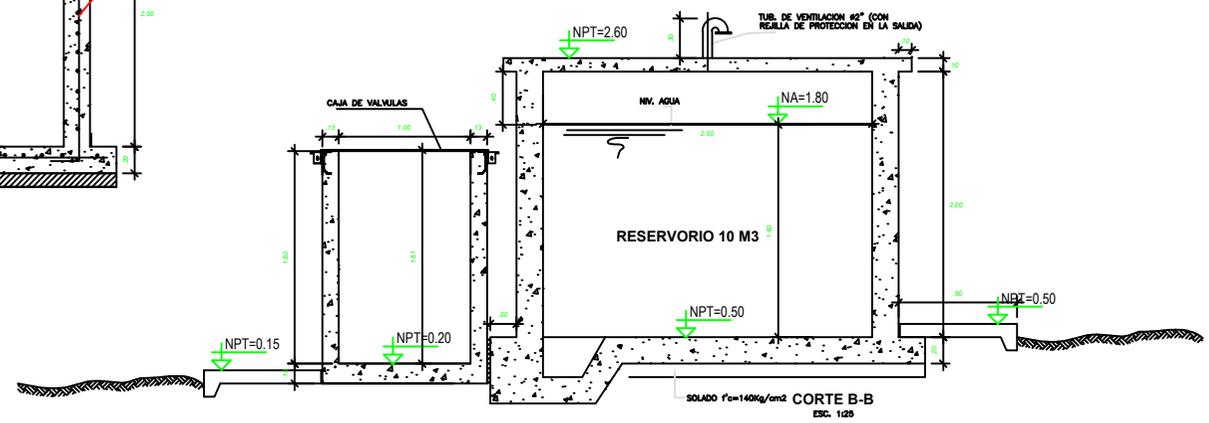
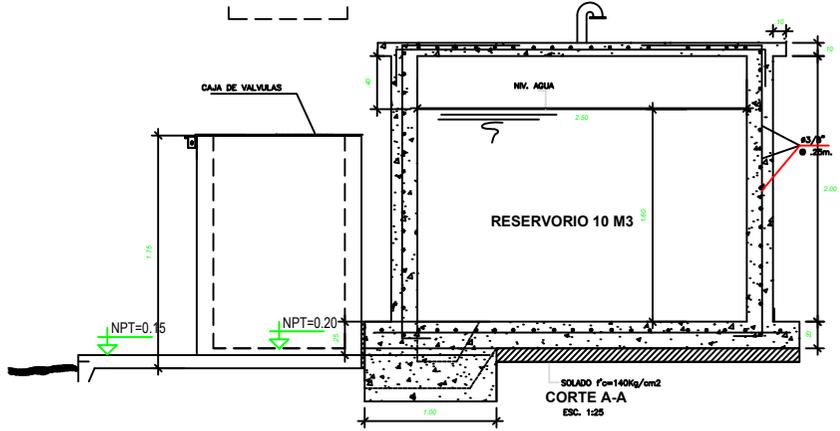
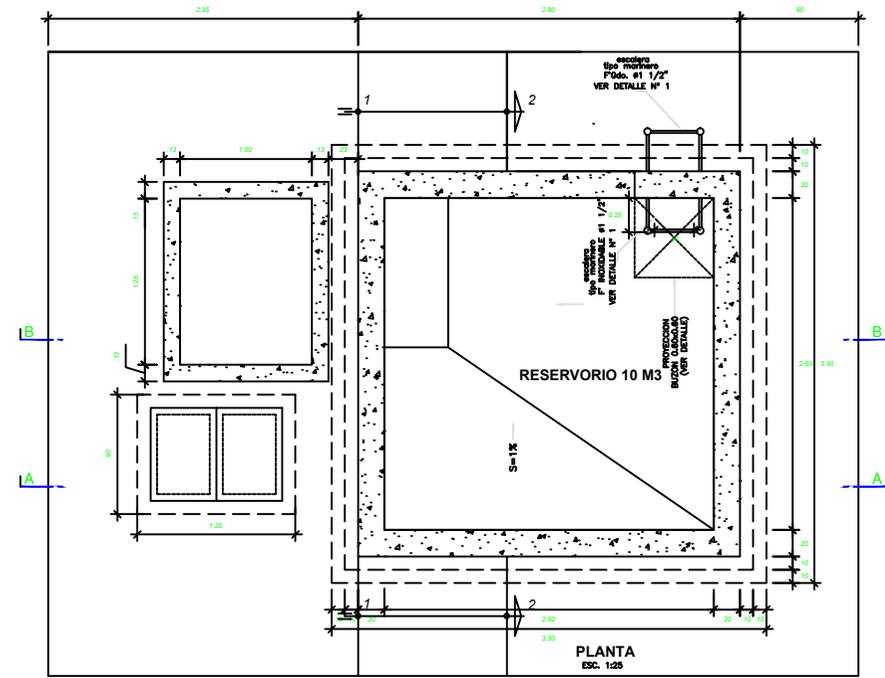
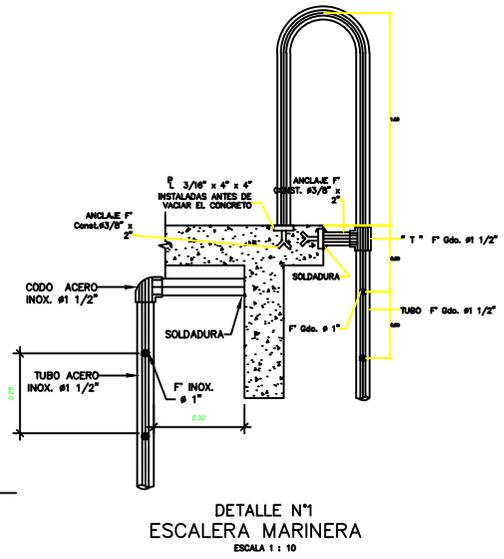
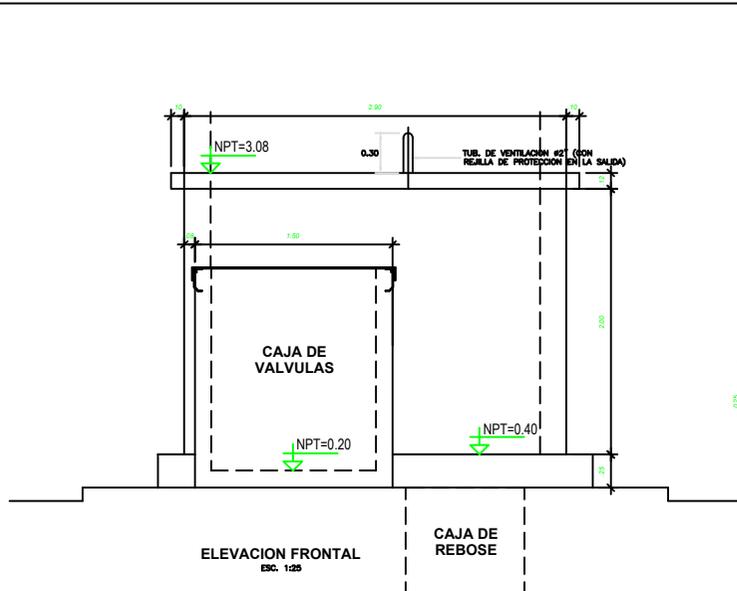
CUADRO DE ACCESORIOS		
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	CODO 90° SP PVC	6
2	TAPON MACHO SP PVC	2
3	TEE SP PVC	2
4	CONO DE REBOSE PVC	1
5	UNION SP PVC	2

NOTA:
 -LA TUBERIA Y ACCESORIOS DE PVC DEBEN CUMPLIR LA NTP. ISO-4422 PARA FLUIDOS A PRESION
 -EL DIMENSIONAMIENTO DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA DEL REBOSE DEBE ESTAR DE ACUERDO AL RENDIMIENTO MAXIMO DEL MANATIAL

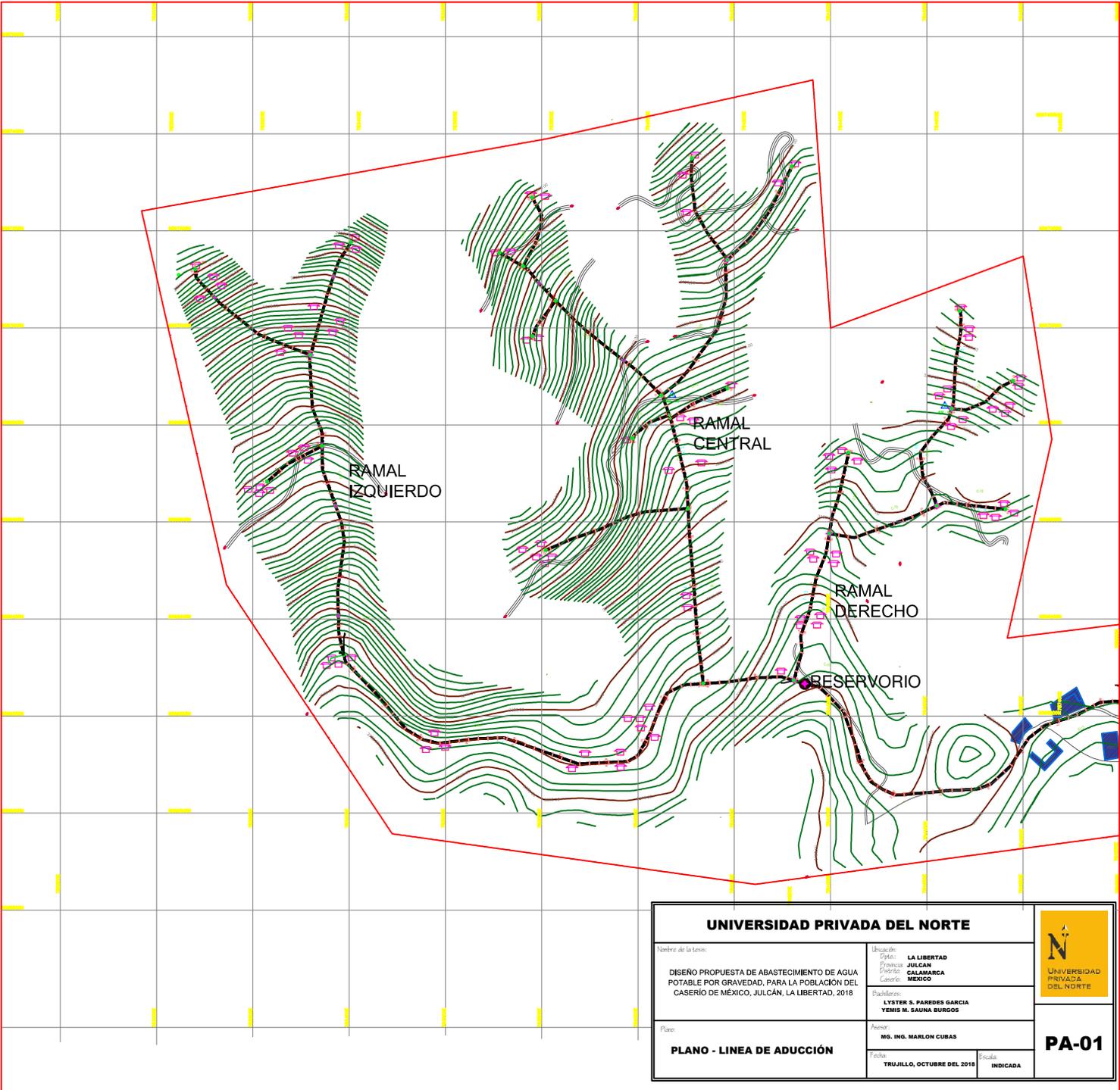
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE Nombre de la tesis: DISEÑO PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD, PARA LA POBLACIÓN DEL CASERÍO DE MÉXICO, JULCÁN, LA LIBERTAD, 2018		Ubicación: Dpto.: LA LIBERTAD Provincia: JULCAN Distrito: CALAMARCA Caserío: MEXICO	
		Bachilleres: LYSTER S. PAREDES GARCIA YEMIS M. SAUNA BURGOS	
Plano: CAMARA ROMPE PRESION TIPO 6		Asesor: MG. ING. MARLON CUBAS	
		Fecha: TRUJILLO, OCTUBRE 2018	Escala: INDICADA



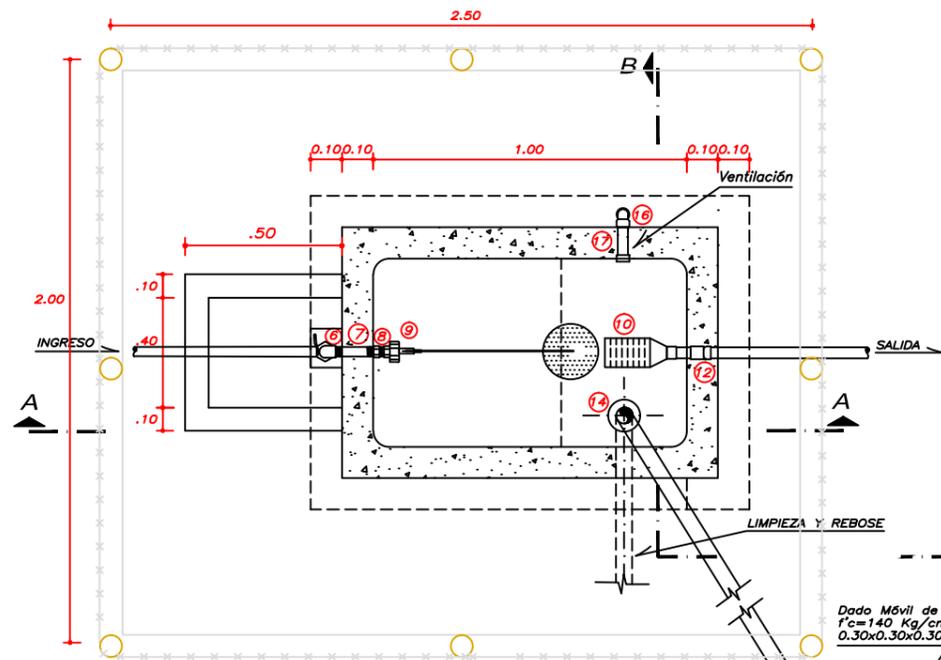
PCa-01



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
Nombre de la tesis: DISEÑO PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD, PARA LA POBLACION DEL CASERIO DE MEXICO, JULCAN, LA LIBERTAD, 2018		
Ubicación: Depto.: LA LIBERTAD Municipio: JULCAN Distrito: CALAMARCA Cantón: MEXICO	Padiernos: YETER S. PAREDES GARCIA YEMIS M. SAURA BURGOS	PR-01
Plazo: DISEÑO DE RESERVORIO	Asesor: ING. ING. MARILYN CUBAS Fecha: TRUJILLO, OCTUBRE 2018	

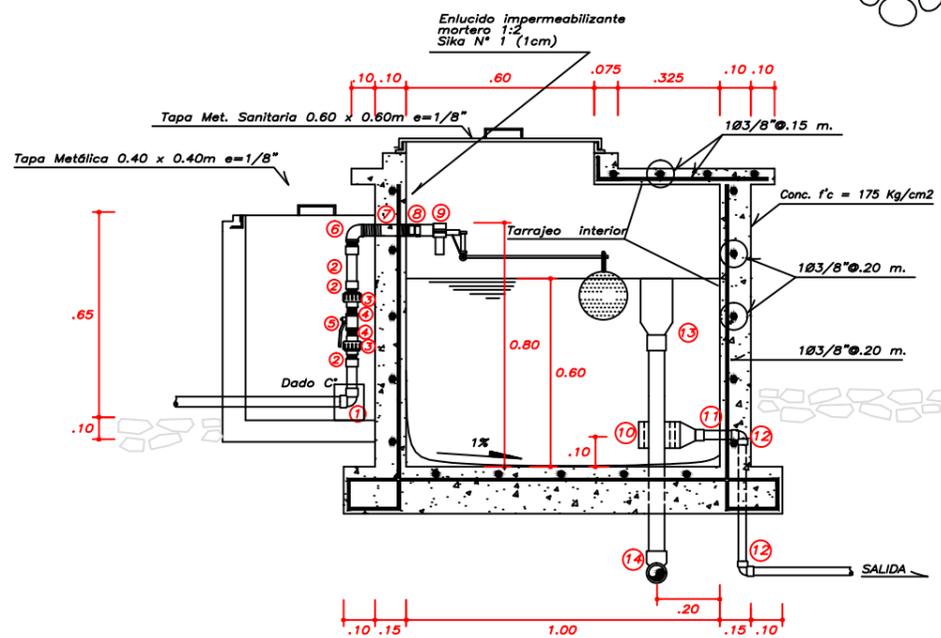


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE				
Nombre de la tesis: DISEÑO PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD, PARA LA POBLACION DEL CASERIO DE MEXICO, JULCAN, LA LIBERTAD, 2018		Ubicación: Dpto.: LA LIBERTAD Provincia: JULCAN Distrito: CALABANCA Caserío: MEXICO		
Plano: PLANO - LINEA DE ADUCCION		Autores: MG. ING. MARLON CUBAS		PA-01
		Fecha: TRUJILLO, OCTUBRE DEL 2018	Escala: INDICADA	



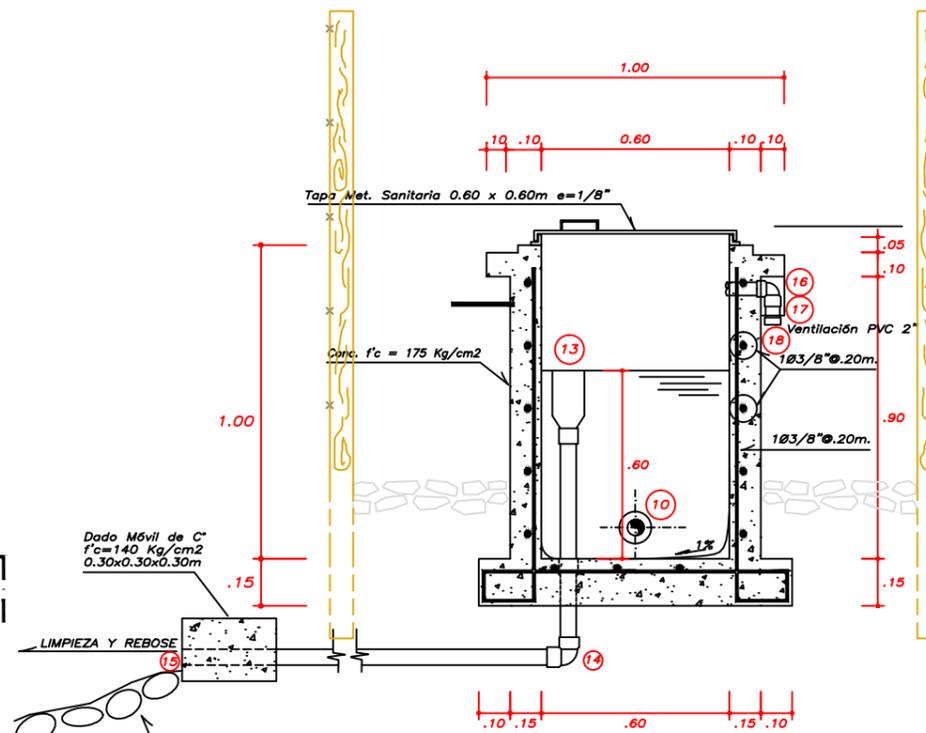
PLANTA

ESC. 1:20



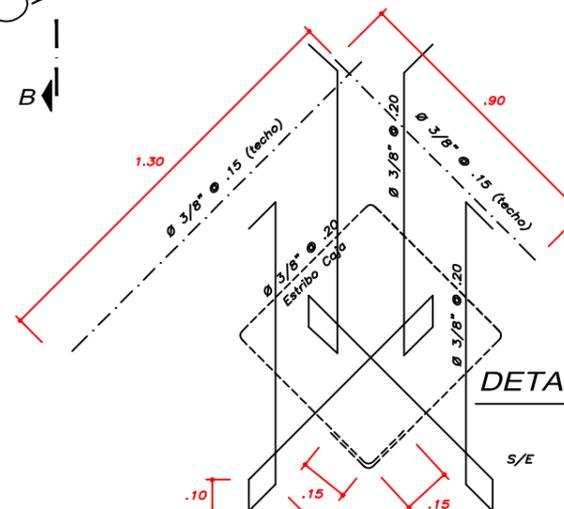
CORTE A-A

ESC. 1:20

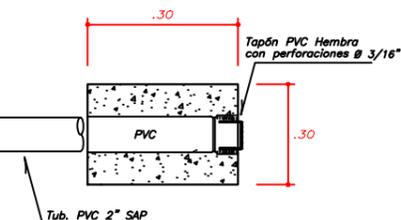


CORTE B-B

ESC. 1:20

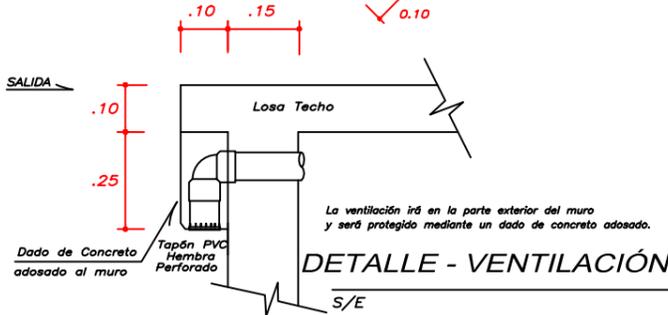


DETALLE DE ARMADURA



DETALLE DADO MÓVIL

ESC. 1:10



DETALLE - VENTILACIÓN

S/E

CUADRO DE ACCESORIOS			
N°	ACCESORIO	CANT.	DIAM.
INGRESO			
1	Codo PVC SAP 90°	01	Ø
2	Adaptador PVC SAP	02	Ø
3	Unión Universal F°G°	02	Ø
4	Niple F°G°	02	Ø
5	Válvula Bronce Compuerta	01	Ø
6	Codo Roscado F°G°	01	Ø
7	Niple F° G° L=20cm	01	Ø
8	Unión Roscada F°G°	01	Ø
9	Válvula Bronce Flotador	01	Ø
SALIDA			
10	Canastilla PVC SAP	01	Ø
11	Tubería PVC SAP	-	Ø
12	Codo PVC SAP 90°	02	Ø
LIMPIEZA Y REBOSE			
13	Cono de Rebose Pesado	01	4"x2"
14	Codo PVC SAP 90°	01	2"
15	Tapón PVC SAP Hembra, Perf.	01	2"
VENTILACION			
16	Codo PVC SAP	02	2"
17	Tubo PVC SAP 2"x15cm	01	2"
18	Tapón Hembra PVC 2", Perf.	01	2"

ESPECIFICACIONES GENERALES	
CONCRETO	
C° ARMADO:	f'c = 210 Kg/cm²
C° SIMPLE:	f'c = 175 Kg/cm²
ACERO	
Acero f'y	= 4200 Kg/cm²
RECUBRIMIENTOS MINIMOS:	
Losa de fondo	= 4 cms.
Losa de techo	= 2 cms.
Muros	= 2 cms.
TARRAJEOS Y DERRAMES	
Interior	1:1 e=2.0 cms. + Sika
Exterior	1:5 e=1.5 cms.
TUBERIA Y ACCESORIOS	
Tubería y accesorios PVC deben cumplir Norma Técnica Peruana ISO 4422 para fluidos a presión.	
Tubería de desagüe: PVC SAP	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Nombre de la tesis:

DISEÑO PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD, PARA LA POBLACION DEL CASERIO DE MÉXICO, JULCÁN, LA LIBERTAD, 2018

Plano:

CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7

Ubicación:

Dpto.: **LA LIBERTAD**

Provincia: **JULCAN**

Distribio: **CALAMARCA**

Caserio: **MEXICO**

Bachilleres:

LYSTER S. PAREDES GARCIA
YEMIS M. SAUNA BURGOS

Asesor:

MG. ING. MARLON CUBAS

Fecha:

TRUJILLO, OCTUBRE 2018

Escala:

INDICADA



PC-01