

**UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TÍTULO: “PROPUESTA DE MEJORA Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN SANITARIAS DE EXCRETAS EN LA LOCALIDAD DE LA LIBERTAD, DISTRITO DE COMAS, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN”.**

**Tesis para obtener el Título de Ingeniero Civil, que presenta el bachiller**

**Joel Robert, HILARIO CESPEDES**

**ASESORES:**

**Dr. José Luis, LEÓN UNTIVEROS**

**Ing. Raúl, CURASMA RAMOS**

**Huancayo, mayo de 2022**

**ASESOR DE TESIS**

---

**Dr. José Luis León Untiveros**  
**ASESOR METODOLÓGICO**

---

**Ing. Raúl Curasma Ramos**  
**ASESOR TEMÁTICO**

### **DEDICATORIA**

A Dios, por haberme dado la oportunidad de culminar uno de mis sueños, a mis padres, por haberme forjado como una persona de bien, en especial dedico esta tesis a mi esposa e hijos por su apoyo incondicional.

*Joel.*

## ÍNDICE GENERAL

LISTA DE TABLAS.....	viii
RESUMEN.....	x
SUMMARY .....	xiii
CAPÍTULO 1.....	1
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Situación Problemática .....	2
1.2. Formulación del Problema .....	4
<i>1.2.1. Problema General.</i> .....	4
<i>1.2.2. Problemas Específicos.</i> .....	4
1.3. Justificación Teórica.....	4
1.4. Justificación Práctica .....	5
1.5. Objetivos.....	5
<i>1.5.1. Objetivo General.</i> .....	5
<i>1.5.2. Objetivos Específicos.</i> .....	6
1.6. Hipótesis .....	6
<i>1.6.1. Hipótesis General</i> .....	6
<i>1.6.2. Hipótesis Específica.</i> .....	6
CAPÍTULO 2.....	7
II. MARCO TEÓRICO .....	7
2.1. Marco Filosófico o Epistemológico de la Investigación .....	7
2.2. Antecedentes de Investigación. ....	8
2.3. Bases Teóricas .....	13

2.3.1. Bases Teóricas de la investigación.....	14
2.3.1.1. Servicios Básicos.....	15
2.3.1.2. Saneamiento.....	17
2.3.1.3. Agua Potable.....	18
2.3.1.4. Disposición Sanitaria de Excretas.....	30
2.3.1.5. Sistemas Existentes.....	34
CAPÍTULO 3.....	36
III. METODOLOGÍA.....	36
3.1. Tipo y diseño de la Investigación.....	36
3.1.1. Tipo de la Investigación.....	36
3.1.2. Diseño de la Investigación.....	37
3.2. Población de Estudio.....	37
3.3. Tamaño de Muestra.....	38
3.4. Técnica de Recolección de Datos.....	38
CAPÍTULO 4.....	39
IV. DESARROLLO DEL TEMA.....	39
4.1. Antecedentes.....	39
4.2. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.....	45
4.3. Diseño de Disposición Sanitarias de Excretas.....	130
CAPÍTULO 5.....	139
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	139
5.1. Análisis, interpretación y discusión de resultado.....	139
5.2. Pruebas de hipótesis.....	143
5.3. Presentación de resultados.....	145

CONCLUSIONES .....	147
RECOMENDACIONES .....	148
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	149
ANEXOS:.....	152
Anexo 01: Cálculo hidráulico de cámara de captación. ....	153
Anexo 02: Cálculo hidráulico de Reservorio. ....	156
Anexo 03: Cálculo hidráulico de Cámara Rompe Presión Tipo 6. ....	161
Anexo 04: Ubicación y localización del proyecto. ....	164
Anexo 05: Planteamiento General de los Servicios de Agua Potable – CP La Libertad.....	165
Anexo 06: Planteamiento General de los Servicios de Saneamiento – CP La Libertad.....	166
Anexo 07: Panel fotográfico. ....	167

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1: Algoritmo de Selección de Sistema de Agua Potable para el ámbito Rural .....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 2: Cámara de Captación de un Manantial de Ladera .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 3: Línea de Conducción .....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 4: Cámara Rompe Presión .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 5: Reservorio .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 6: Línea de Aducción .....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 7: Detalles de conexión domiciliaria .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 8: Plano de Planta de Caseta .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 9: Ubicación y Localización.....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 10: Topografía del Terreno .....</b>	<b>41</b>

Figura 11: <b>Captación Tipo Ladera en planta.</b> .....	87
Figura 12: <b>Línea de conducción.</b> .....	89
Figura 13: <b>Línea gradiente hidráulica de la línea de conducción.</b> .....	91
Figura 14: <b>Cámara rompe presión</b> .....	92
Figura 15: <b>Presión hidrostática debido a la aceleración vertical.</b> .....	110
Figura 16: <b>Reservorio proyectado en corte.</b> .....	122
Figura 17: <b>Red de distribución</b> .....	126
Figura 18: <b>Datos del tanque séptico mejorado.</b> .....	133
Figura 19: <b>Esquema de la UBS con arrastre hidráulico.</b> .....	134
Figura 20: <b>Caseta de la UBS.</b> .....	137

#### LISTA DE TABLAS

Tabla 1: <b>Tabla de Proyecciones de Abastecimiento de Agua y saneamiento.</b> .....	16
Tabla 2: <b>Tabla de proyecciones 2020-2024 de agua y saneamiento.</b> .....	17
Tabla 3. <b>Sistema de infiltración.</b> .....	18
Tabla 4. <b>Periodo de Diseño de Infraestructura Sanitaria</b> .....	20
Tabla 5: <b>Dotación de Agua según Opción Tecnológica y Región</b> .....	21
Tabla 6: <b>Ventajas y Desventajas del Aprovechamiento de los Residuos Fecales</b> .....	32
Tabla 7: <b>Dotación de Agua para Sistemas</b> .....	34
Tabla 8: <b>Alumnos Matriculados del Nivel Primaria</b> .....	42
Tabla 9: <b>Niños Matriculados del Nivel Inicial</b> .....	43
Tabla 10: <b>Indicadores de morbilidad en %</b> .....	44
Tabla 11: <b>Tasa de Crecimiento Promedio Anual</b> .....	47
Tabla 12: <b>Aforo Método volumétrico</b> .....	49

Tabla 13: <b>Dotación de Agua Habitantes.</b> .....	51
Tabla 14: <b>Dotación de Agua para Centros Educativos.</b> .....	51
Tabla 15: <b>Tabla de Iteraciones</b> .....	72
Tabla 16: <b>Tabla de Distribución de acero</b> .....	73
Tabla 17: <b>Tabla de Iteraciones</b> .....	74
Tabla 18: <b>Tabla de Distribución de acero vertical</b> .....	74
Tabla 19: <b>Tabla de Distribución de acero vertical</b> .....	76
Tabla 20: <b>Tabla de Iteraciones</b> .....	83
Tabla 21: <b>Tabla de Distribución de acero</b> .....	83
Tabla 22: <b>Tabla de Iteraciones</b> .....	85
Tabla 23: <b>Tabla de Distribución de acero vertical</b> .....	85
Tabla 24: <b>Tabla de Distribución de acero vertical</b> .....	86
Tabla 25: <b>Cálculos hidráulicos de la línea de conducción.</b> .....	90
Tabla 26: <b>Tabla para Momentos en Muro</b> .....	96
Tabla 27: <b>Tabla de Distribución de acero</b> .....	97
Tabla 28: <b>Tabla de Distribución de acero</b> .....	98
Tabla 29: <b>Factores de Reducción de Resistencia</b> .....	100
Tabla 30: <b>Tabla de Iteraciones</b> .....	116
Tabla 31: <b>Tabla de Distribución de acero</b> .....	117
Tabla 32: <b>Tabla de Iteraciones</b> .....	118
Tabla 33: <b>Tabla de Distribución de acero</b> .....	119
Tabla 34: <b>Tabla de Distribución de acero</b> .....	120
Tabla 35: <b>Tabla de Iteraciones</b> .....	121
Tabla 36: <b>Tabla de Distribución de acero</b> .....	122

Tabla 37: <b>Cálculos hidráulicos de la red de distribución.</b> .....	124
Tabla 38: <b>Tabla para Momentos en Muro</b> .....	128
Tabla 39: <b>Resultados de aceros</b> .....	130
Tabla 40: <b>Resumen General</b> .....	137

### LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: <b>Levantamiento topográfico.</b> .....	46
Fotografía 2: <b>Aforo de caudal.</b> .....	49
Fotografía 3: <b>Encuesta vivienda 43.</b> .....	140
Fotografía 4: <b>Encuesta vivienda 36.</b> Fotografía 5: <b>Encuesta vivienda 30.</b> .....	141
Fotografía 6: <b>Encuesta vivienda 10.</b> .....	141

## RESUMEN

El problema latente en las zonas rurales de nuestro país, es el defectuoso servicio de saneamiento básico. El sistema con el que cuenta la localidad de La Libertad, es deficiente e inadecuado, el presente proyecto de investigación titulado: “PROPUESTA DE MEJORA Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN SANITARIAS DE EXCRETAS EN LA LOCALIDAD DE LA LIBERTAD, DISTRITO DE COMAS, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN”. Tiene como objetivo mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable y el servicio de saneamiento, proyectando la construcción y mejoramiento de infraestructura y elementos hidráulicos adecuados y acorde a la realidad. Tomando en consideración las normas e investigaciones realizadas de similar lineamiento al proyecto planteado.

El sistema con que cuenta el poblado es de más de 20 años de antigüedad, con infraestructuras hidráulicas deterioradas por el tiempo y la falta de mantenimiento; por lo que, el servicio no es el adecuado tanto en su calidad y cantidad; además, no cuentan con un servicio de saneamiento adecuado siendo esto un problema social.

El sistema de agua potable proyectado cuenta con una captación subterránea de tipo ladera, cubierta con un caudal de aforo máximo de 0.55 l/s y mínimo 0.39 l/s, con cámara húmeda de 1.50m de pantalla por 1.10m de alto, con 2 orificios de 2” plg de diámetro para el ingreso de descarga, una cámara seca de 0.80m\*0.80m\*0.70m, ambas de concreto armado f’c 210 kg/cm<sup>2</sup> con acero de refuerzo de 3/8”. Una línea de conducción de 692.49 m con tubería de 1”, se proyectó 2 cámaras rompe presión de 0.80m\*0.80m\*0.90m; s cuales no sobre pasan los 50. m.c.a. Un reservorio de 5 m<sup>3</sup> de almacenamiento, de 2.20m\*2.20m\*1.75m de alto, muro de 0.15m de espesor, con concreto armado de f’c 210 kg/cm<sup>2</sup>, aceros de refuerzo de 3/8 a doble enmallado tanto en las paredes, techo y losa de fondo, con una cámara de válvulas de

1.0m\*1.0m\*1.0m. En la red de distribución se proyectó tubería de 3/4 "plg, en los puntos sin sobre pasar los 60 m.c.a. Las conexiones domiciliarias serán con tubería de 1/2" plg, con cajas prefabricadas de concreto y tapas termo plásticas de 0.20m\*0.30m. Válvulas de control de 0.80\*0.80m\*0.70m de alto,  $f'c = 210,00 \text{ kg/cm}^2$ .

En el sistema de saneamiento se diseñó los UBS con arrastre hidráulico para las viviendas las cuales cuenta con un tanque séptico mejorado de 600 litros, un pozo de absorción de 1.38m de diámetro y 1.50m de alto, con caseta de ladrillo de 1.60m\*1.60m\*2.15m de alto, techo de calamina, tarrajado, accesorios de losa el inodoro y lavatorio, una ducha e instalación eléctrica.

Cabe mencionar que los cálculos y el diseño del agua potable y UBS de arrastre hidráulico se realizó para una población de 137 usuarios, distribuidas en 48 viviendas, desarrollados bajo parámetros instituidos en la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito rural, aprobado bajo Resolución Ministerial N° 192-2018-Vivienda, del Ministerio de Vivienda y Construcción y Saneamiento y el Reglamento Nacional de Edificaciones 2018.

El proyecto de investigación es realizado en la Universidad Peruana del Centro con el objetivo de cumplir el requisito que es el de desarrollar el proyecto de tesis para la obtención del grado de Ingeniero, está enfocado en la línea de Ingeniería Hidráulica.

Palabras Clave:

Saneamiento Básico, Agua Potable, Disposición de Excretas, construcción, Mejoramiento.

## SUMMARY

The latent problem in the rural areas of our country is the poor basic sanitation service. The system in the town of La Libertad is deficient and inadequate, the present research project entitled: "PROPOSED IMPROVEMENT AND EXPANSION OF DRINKING WATER AND EXCRETA SANITARY SERVICES IN LA LIBERTAD DISTRICT, COMAS DISTRICT, CONCEPCIÓN PROVINCE". It aims to improve the drinking water supply system and the sanitation service by planning the construction and improvement of infrastructure and hydraulic elements that are appropriate and realistic. Taking into consideration the rules and research carried out with similar orientation to the proposed project.

The system that the town has is more than 20 years old, with hydraulic infrastructure deteriorated by time and lack of maintenance, so the service is not adequate both in quality and quantity, in addition they do not have a service adequate sanitation, this being a social problem. The projected drinking water system has an underground catchment of the covered hillside type with a maximum capacity flow of 0.55 l/s and a minimum of 0.39 l/s. The one with a humid chamber of 1.50m of screen by 1.10m high, with 2 holes of 2" in diameter for the discharge entrance, a dry chamber of 0.80m\*0.80m\*0.70m, both of reinforced concrete f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> with 3/8" reinforcing steel. A conduction line of 692.49 m with 1" pipe, 2 pressure break chambers of 0.80m\*0.80m\*0.90m were projected, which do not exceed 50 m.c.a. A 5 m<sup>3</sup> storage reservoir, 2.20m\*2.20m\*1.75m high, 0.15m thick wall, with reinforced concrete of f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, 3/8 double mesh reinforcing steel both on the walls, ceiling and bottom slab, with a valve chamber of 1.0m\*1.0m\*1.0m. In the distribution network, 3/4" pipe was projected, at points not exceeding 60 m.c.a. The home connections will be with 1/2" inch pipe, with prefabricated concrete boxes and 0.20m\*0.30m thermoplastic covers. Control valves 0.80\*0.80m\*0.70m high, f'c = 210.00 kg/cm<sup>2</sup>.

In the sanitation system, the UBS with hydraulic drag was designed for the houses, which have an improved septic tank of 600 liters, an absorption well of 1.38m in diameter and 1.50m high, with a 1.60m\* brick shed. 1.60m\*2.15m high, corrugated iron roof, plasterwork, slab accessories for the toilet and sink, a shower and electrical installation.

It is worth mentioning that the calculations and design of drinking water and hydraulic dragging UBS was carried out for a population of 137 users distributed in 48 homes, developed under parameters established in the Technical Design Standard: Technological Options for Sanitation Systems in the Rural Area , approved under Ministerial Resolution No. 192-2018-Housing, of the Ministry of Housing and Construction and Sanitation and the National Building Regulations 2018

The research project is carried out at the Peruvian University of the Center with the aim of fulfilling the requirement that is to develop a thesis project for obtaining the degree of Engineer, which is focused on the line of Hydraulic Engineering.

Keywords:

Basic Sanitation, Drinking Water, Excreta Disposal, Construction, Improvement.

## **CAPITULO 1**

### **I. INTRODUCCIÓN**

Desde la aparición de la vida en el planeta tierra, el agua ha sido sinónimo de vida, gracias a este elemento natural la vida se ha desarrollado en todas sus variedades en la tierra, además, es muy importante para el sostenimiento de los sistemas medioambientales.

El agua es un elemento natural, esencial para el sostenimiento y la reproducción de la vida en el planeta; siendo así, que el ser humano necesita de 20 a 50 litros de agua por día; sin embargo, la humanidad realiza abusos desmedidos en contra de este elemento natural, poniendo en peligro constante la vida en el planeta.

El aumento poblacional en el planeta, entre otros factores como: la economía, la política y la corrupción, genera problemas de acceso a un servicio adecuado de agua y saneamiento, a esto no es ajeno la población de la Libertad, que no cuenta con el servicio adecuado de abastecimiento de agua y saneamiento, problema que aqueja en su mayoría a las zonas rurales del Perú.

Consecuentemente el proyecto de Tesis Propuesta de Mejora y Ampliación de los Servicios de Agua Potable y Disposición Sanitarias de Excretas en la Localidad de la Libertad,

Distrito de Comas, Provincia de Concepción, es necesario para la mejora de calidad de vida de la población.

### **1.1. Situación Problemática**

La Organización Mundial de la Salud menciona que: El acceso al agua y saneamiento está estipulado como un derecho del ser humano, para satisfacer sus necesidades.

La comunidad internacional se puso una meta al 2030, de lograr en forma global el acceso al saneamiento, sin embargo, a la fecha el avance de las metas de saneamiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) es muy lenta, por lo deficientemente encauzado a pesar de los avances realizados, 4200 millones de personas de la población mundial hacen uso de los servicios de saneamiento, sin el manejo adecuado de las excretas; de las cuales, se considera que 675 millones de personas no tienen un retrete; haciendo sus necesidades a campo abierto, 698 millones de niños en edad escolar no cuenta con los servicios básicos de saneamiento en sus centros de estudios, siendo un problema latente y peligroso en la salud y medio ambiente. Por lo que, un 70% de los pobladores a nivel mundial se abastece de modo seguro de agua potable y un 46% cuenta con un saneamiento mejorado (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y Organización Mundial de la Salud (OMS), 2020).

Por otra parte, el Banco Interamericano de Desarrollo menciona que: En relación a la provisión de agua potable en América Latina, se estima un progreso significativo alrededor de un 93% en el ámbito urbano, en el ámbito rural se tiene un 62%; con referencia al saneamiento en el ámbito urbano se tiene 65%, un 12% en el ámbito rural, esto al año 2018. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020).

En el Perú, el abastecimiento de agua a abril del 2020, el 90,8% de la población a nivel nacional tiene acceso al agua potable ya sea dentro y/o fuera de la vivienda, por lo que, en la

zona urbana el abastecimiento es de 94,8% y en la zona rural es de 76,3%. Donde el 9,2% de la población a nivel nacional no tiene acceso al agua potable mediante una red pública, siendo abastecidos mediante pozos, río, acequia, manantial, cisterna y piletas; y el 23,7% de la población rural que no tienen acceso al agua potable se abastecen de río, acequia y manantial. El 48,7% de la población urbana y el 3,2% en zona rural consume agua clorada de manera adecuada. A la vez refiere que, a nivel nacional el 71% tiene acceso al servicio de alcantarillado, de los cuales el 85% en zona urbana y el 18,9% en zona rural. El 80,5% de la población rural que no cuenta con alcantarillado realiza la eliminación de excretas mediante pozos ciegos, letrinas, entre otros, de este porcentaje el 20% no cuenta con ningún tipo de servicio higiénico. (Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2020)

La región Junín cuenta con 1,350,773 habitantes, 71% pertenece a la población urbana y el 29% a la población rural; la población tiene acceso al agua un mediante red pública en un 69,5%, de esto, sólo el 62% de la población consume agua potabilizada adecuadamente, en zona rural el 23,5% se abastece de manantiales, acequias y ríos; mientras que el saneamiento alcanza un 61% que tienen acceso a la red pública, 21,9% en pozos ciegos, 8,6% campo abierto, 4% pozo séptico, 4,5 letrinas con tratamientos. (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA, 2018).

La localidad de La Libertad, que es tema de investigación, es afectada por no contar con agua potable y saneamiento de calidad, por consiguiente, es prioridad que la población cuente con agua potabilizada de calidad y con lugares adecuados para la disposición final de excretas, ya que estas beneficiarán a los pobladores a mejorar su calidad de vida.

En la actualidad, la población de la localidad de La Libertad cuenta con el servicio de agua entubada de un sistema de agua perteneciente a una entidad privada; del 100% de las familias sólo el 72% cuenta con el servicio de agua entubada y el 28% no cuenta con este

servicio, existiendo deficiencias en su calidad. Del mismo modo, a pesar que el sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales es fundamental, la localidad de La Libertad no cuenta con estos servicios, consecuentemente los pobladores han habilitado letrinas improvisadas; las mismas que, no brindan ninguna protección a la salud. Un poco más del 70% de la población de la localidad de La Libertad, cuentan con una letrina fabricada por ellos mismos y el resto no cuentan con letrinas, por ello realizan sus necesidades fisiológicas en las chacras o campo abierto.

Fundamentalmente el saneamiento básico tiene como objetivo mejorar y preservar las condiciones sanitarias óptimas de: fuentes y sistemas de abastecimiento de agua, para uso y consumo humano; y, disposición sanitaria de excretas, por consiguiente, asiste a la mejora de las condiciones de vida de la población.

## **1.2. Formulación del Problema**

### ***1.2.1. Problema General.***

¿Qué sistema de saneamiento será adecuado para la optimización de abastecimiento en la “propuesta de mejora y ampliación de los servicios de agua potable y disposición sanitaria de excretas en la localidad de La Libertad, distrito de Comas - provincia de Concepción”?

### ***1.2.2. Problemas Específicos.***

- a. ¿Qué elementos hidráulicos serán propuestos para la optimización de abastecimiento del servicio de agua potable en la localidad de La Libertad?
- b. ¿Qué propuesta de sistema será adecuado para la disposición sanitaria de excretas en la localidad de La Libertad?

## **1.3. Justificación Teórica**

Una de las necesidades primordiales de la humanidad en nuestro planeta, es contar con los servicios básicos como: el abastecimiento de agua potable y desagüe.

La población de la localidad de La Libertad al no contar con estos servicios de forma adecuada está propenso a sufrir enfermedades a consecuencia de agua insalubre y deposiciones de los pobladores en lugares no adecuados. La propuesta de mejora y ampliación de los servicios de agua potable y disposición de excretas planteada, será realizado bajo los criterios de normas y reglamentos vigentes con el objetivo de solucionar un problema social, seguidamente a la realización de la tesis y a la vez la utilización de la información como referencia para la elaboración de otros proyectos similares.

#### **1.4. Justificación Práctica**

La justificación práctica de este trabajo de investigación, tiene como fin, mejorar el abastecimiento del agua potable y la disposición de excretas en las zonas rurales de forma adecuada, con elementos de infraestructura diseñados convenientemente para cada propósito, de acuerdo a las normativas vigentes y criterios adoptados por el Ministerio de Vivienda Construcción y saneamiento. Normas de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de saneamiento en el Ámbito Rural.

El adecuado abastecimiento del agua potable y disposición de excretas mejorará sustancialmente la calidad de vida de la población.

#### **1.5. Objetivos**

##### ***1.5.1. Objetivo General.***

Diseñar el sistema de saneamiento adecuado en la propuesta de mejora y ampliación de los servicios de agua potable y disposición sanitaria de excretas en la localidad de La Libertad, distrito de Comas - provincia de Concepción.

### ***1.5.2. Objetivos Específicos.***

- a. Obtener la optimización de abastecimiento de agua potable con los elementos hidráulicos propuestos en la localidad de La Libertad.
- b. Obtener la disposición sanitaria de excretas con un sistema adecuado en la localidad de La Libertad.

## **1.6. Hipótesis**

### ***1.6.1. Hipótesis General***

Un sistema de saneamiento conveniente en la “propuesta de mejora y ampliación de los servicios de agua potable y disposición sanitaria de excretas” tiene como objetivo la optimización de abastecimiento de agua y disposición final de excretas adecuada en la localidad de La Libertad, distrito de Comas - provincia de Concepción”.

### ***1.6.2. Hipótesis Específica.***

- a. El diseño de un sistema de agua potable con elementos e infraestructuras hidráulicos apropiados optimizará el servicio y abastecimiento en la localidad de La Libertad.
- b. El diseño de un sistema sanitaria con infraestructura y elementos apropiados tiene como objetivo la eficiente disposición final de excretas en la localidad de La Libertad.

## CAPÍTULO 2

### II. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Marco Filosófico o Epistemológico de la Investigación

El ser humano desde su aparición realiza múltiples creaciones e invenciones para sobrevivir y satisfacer sus necesidades, a raíz de esto nace la Ingeniería como una ciencia donde se fusiona la técnica, el arte, la energía y materiales, para desarrollar y/o diseñar técnicas, productos, empleando los conocimientos de las matemáticas, avances científicos y tecnológicos, para proporcionar al ser humano eficientemente herramientas y obras que satisfagan sus necesidades de manera adecuada y mejora de vida.

Del mismo modo, la Ingeniería Civil como parte de la Ingeniería, tiene como fin, bajo los conocimientos de la física, matemática, geología, química y avances tecnológicos, diseñar infraestructuras en obras hidráulicas y saneamiento. En las zonas rurales es un problema latente el abastecimiento de agua potable y disposición de excretas; ya que en muchos casos no tienen o se abastecen con sistemas diseñados sin un criterio técnico, siendo importante aplicar los conocimientos ingenieriles de manera práctica en diseños de sistemas de agua y saneamiento adecuados para el desarrollo global y mejora de calidad de vida del ser humano. Para el caso diseñado bajo la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural.

## **2.2. Antecedentes de Investigación.**

El problema del estudio de investigación debe de estar vinculado con estudios de tesis de grado elaborados con anterioridad, diferenciando las referencias de la investigación con la esencia de la historia de la tesis en cuestión. (Fidias, 1999).

Estas investigaciones de antecedentes realizadas por diferentes investigadores aportarán como base para efectuar de manera práctica el desarrollo de la investigación.

### *Antecedentes internacionales*

#### *Colombia*

(Gonzales Scancelli, 2013) (Lam González, 2011), en su trabajo de grado para optar al título de: ecóloga titulada “EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE EXCRETAS DE LA POBLACIÓN DEL CORREGIMIENTO DE MONTERREY, MUNICIPIO DE SIMITÍ, DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR, PROPONIENDO SOLUCIONES INTEGRALES AL MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS Y LA SALUD DE LA COMUNIDAD”, en la PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES CARRERA DE ECOLOGÍA, Bogotá D.C, Julio de 2013. Donde toma como, Propósito de proyecto, definir el problema del estudio en cuanto al sistema de abastecimiento de agua de consumo y disposición de excretas, además formular propuestas que solucionen el problema de abastecimiento del agua, la disposición de excrementos y revertir la precaria condición de vida de los moradores de Monterrey. Donde toma en cuenta todos los parámetros establecidos para el diseño de los elementos hidráulicos como ambientales. Además, en sus Conclusiones y Recomendaciones, refiere que, el agua que consume dicha comunidad carece de salubridad

siendo no recomendable para su consumo y a la vez los pobladores no practican la higiene adecuadamente.

### *Guatemala*

(Lam González, 2011), en su trabajo de investigación titulado “DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CAPTZÍN CHIQUITO, MUNICIPIO DE SAN MATEO IXTATÁN, HUEHUETENANGO”, GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2011, de la Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Donde toma como, Objetivo General, Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, teniendo en cuenta una determinada población tanto actual y proyectada, por lo que, determina como propuesta de solución componentes hidráulicos que satisfagan adecuadamente dicho diseño. Finalmente concluye que, el sistema de agua potable sería por gravedad, teniendo en cuenta la topografía que muestra la zona, recomendando proyectar un saneamiento adecuado en dicha aldea, para restituir la efímera situación de vida de los habitantes.

### *Chile*

(Palma Culipichún, 2015), en su Tesis de investigación, titulado “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA DE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE Y EVACUACIÓN DE AGUAS SERVIDAS EN POBLACIÓN DE 60 VIVIENDAS, COMUNA DE PORVENIR”, de la Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias de la Ingeniería Escuela de Ingeniería Civil en Obras Civiles, VALDIVIA – CHILE 2015. Donde refiere que por varios años las infraestructuras de redes de agua y alcantarilla es una alternativa de solución al saneamiento básico que requieren las comunidades y/o población para llevar una vida de manera óptima y saludable. Teniendo como propósito analizar si el estudio es técnicamente factible para el

abastecimiento del elemento líquido y la deyección final de aguas servidas, realizando detalladamente los aspectos principales para la realización de dicho proyecto.

### *Antecedentes Nacionales*

#### *Puno*

(Pejerrey Díaz, 2018), en su tesis de investigación, titulado “MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD DE CULLCO BELÉN, DISTRITO DE POTONI – AZÁNGARO – PUNO”, de la UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA. LAMBAYEQUE – PERÚ 2018. Donde, su Objetivo general, fue, optimar la prestación de servicios de agua potable y saneamiento en la Comunidad Cullco Belén, tomando en cuenta para su elaboración del proyecto lo siguiente: Deductivo, toma en cuenta parámetros establecidos para Agua Potable y Alcantarillado, para la obtención de terminaciones optimas. Analítico, tanto el Agua Potable y el Sistema de Saneamiento fue realizado y analizado por separado ya que tienen unidades diversas. Sintético, creando y uniendo componentes para realizar un objetivo coherente, de lo fácil a lo difícil. Documentándose adecuadamente para la realización de un proyecto de investigación que sea adecuado para satisfacer las necesidades básicas de agua y desagüe para dicha población, con elementos hidráulicos establecidos que cumplan funciones optimas de acuerdo a los parámetros de diseño establecidos. Finalmente, concluye que, la fuente de captación garantizará la dotación apropiada, la realización de la obra favorecerá a la población en la mejora de calidad de vida. Del mismo modo recomienda, a la JASS que realice los controles y manejos pertinentes del sistema para su óptimo funcionamiento y concientice a la población para su cuidado.

#### *Trujillo*

(Respicio Lopez, 2016), en su tesis de investigación, titulado “MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE EXCRETAS DEL CENTRO POBLADO EL MOTE, DISTRITO DE CONTUMAZA, PROVINCIA DE CONTUMAZA \_ CAJAMARCA”, de la Universidad Cesar Vallejo, TRUJILLO –PERU 2016. Donde establece que el sistema de Agua potable del sector tiene una antigüedad mayor de 20 años, cuenta con elementos hidráulicos inservibles y colapsadas siendo esto indiferente para sus autoridades y entes pertinentes, hasta la fecha del estudio manifiesta que no hay indicios para su pronta intervención para mejorar dicho problema que aqueja a la población. El Objetivo general, fue, realizar el estudio de investigación de un diseño de sistema de agua potable y biodigestores para dicho centro poblado tomando en cuenta la norma vigente de Obras de la RNE, con la finalidad de reducir el índice de enfermedades y mejorar la calidad de vida de su población. Donde realizara los levantamientos topográficos pertinentes, estudios de suelo, diseños hidráulicos y estudio de impacto ambiental.

### *Lambayeque*

(Acosta Torres, 2020), en su tesis de Investigación titulado, “SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA DISPOSICIÓN DE EXCRETAS EN EL CENTRO POBLADO EL NAZARENO DEL DISTRITO SAN JOSÉ, PROVINCIA Y REGIÓN LAMBAYEQUE”, LIMA – PERÚ 2020, de la Universidad san Martin de Porras, cuyo objetivo fue, trazar un técnica de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales para optimar la disposición de excretas, que la población en cuestión, cuente con un sistema de saneamiento adecuado que cumpla todos los parámetros y normas establecidas, con un diseño que garantice un servicio optimizado. Concluyendo, que todos los elementos hidráulicos serán diseñados de acuerdo a

las normas vigentes, con datos recogidos mediante encuestas de población actual y proyectada para un sistema que garantice un servicio óptimo.

### ***Antecedentes Regionales***

#### ***Huancamayo***

(Maylle Adriano, 2017), en su Tesis de investigación, titulado “DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LA LOCALIDAD DE HUACAMAYO – JUNÍN 2017”, DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, LIMA PERÚ - 2017. Justifica su trabajo, que el planteamiento del diseño perfeccionara la calidad en el servicio de agua potable en el lugar de estudio, disminuyendo los padecimientos de parásitos y males de origen hídrico y a la vez fomentar costumbres de higiene. En dicho trabajo de tesis la autora aplicara para su diseño de investigación la practica o empírica, no experimental, las variables se ejecutan sin manejar intencionalmente, observando los fenómenos en su ambiente nativo para luego estudiarlos, por otra parte, consiste en aplicar las sapiencias obtenidos y por obtener posterior a la implementación.

#### ***Marankiari***

(Lazaro Bovis, 2019), en su Tesis de Investigación titulado “EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE MARANKIARI, SATIPO-2019.”, de la UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE, Satipo – Perú 2019, plantea como, objetivo general, Valuar el estado del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Marankiari, para determinar el estado de las infraestructuras con relación al sistema de saneamiento básico, ya que estas tienen más de 20 años. Por otra parte, la población de dicho poblado sufre de enfermedades intestinales a consecuencia de un mal sistema de abastecimiento de agua, siendo estas corroboradas por la

posta medica del centro poblado. Por otro lado, el tipo de investigación que opta es la de un estudio descriptivo, donde aduce que esta originaría trastornos en una sección de la realidad.

### ***Mazamari***

(Peralta Oblitas, 2018), en su tesis de investigación titulado, “DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN SANITARIA DE EXCRETAS PARA EL CENTRO POBLADO SAN ANTONIO, DISTRITO DE MAZAMARI - SATIPO - JUNÍN” de la UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO, LAMBAYEQUE - PERÚ 2018, donde en la Introducción menciona que, En el Centro Poblado de San Antonio, adolece de un sistema de saneamiento básico de calidad y esto es casi en todo el ámbito peruano siendo más notorio en las zonas rurales, esto acarrea malestares en la salud en dicha población. El autor de la investigación propone como Objetivo Principal la implementación de un diseño acorde a la realidad de la población, donde sus elementos hidráulicos y UBS, sería adecuado y delineados de acuerdo a las normativas vigentes para una optimo servicio que cumpla con las necesidades de la comunidad y minimizar los porcentajes altos de enfermedades a consecuencia de lo insalubre del agua. Además, refiere que la no disponibilidad de dichos servicios hace que la población migre a otros lugares urbanos.

### **2.3. Bases Teóricas**

Desde una perspectiva concluyente, menciona que es un conjunto de ideas y propuestas que componen para revelar, determinar la causa o problema planteado. Esta sección puede dividirse en función de los tópicos que integran la temática tratada o de las variables que serán analizadas.

Para realizar dentro de una tesis las bases teóricas de la investigación, es preferente tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Ubicación del problema en un enfoque teórico determinado.
- Relación entre la teoría y el objeto de estudio.
- Punto de vista de diferentes autores sobre el tema o problema de un proyecto de investigación.
- La toma de una postura por parte del tesista, debe ser reconocida o permitida. (Fidias, 1999, p. 13).

En el Perú de acuerdo a la LEY N.º 30588, de la Constitución Política del Perú, menciona conforme al texto siguiente: El Estado promueve la administración razonable del agua, y a la vez dictamina que es un derecho que tiene todo peruano a la accesibilidad creciente y de manera global al agua de consumo humano y a la vez reconoce como un recurso natural esencial y como tal, constituye un bien público y patrimonio de la Nación. Su dominio es inalienable e imprescriptible. (Diario Oficial El Peruano, 2017).

### ***2.3.1. Bases Teóricas de la investigación.***

Los sistemas de agua y saneamiento deben tener como objetivo optimizar las condiciones de salud y la calidad de vida de la población, el diseño del proyecto deberá cumplir durante su vida útil un nivel de servicio adecuado, proveyendo que el mantenimiento y operabilidad sean adecuadas para un correcto abastecimiento y funcionamiento. En un sentido más amplio, la sostenibilidad de un sistema incluye la capacidad de quienes lo administran y operan, que pueda afrontar el impacto de los fenómenos naturales y recuperar las condiciones normales de servicio en el menor tiempo posible. (CARE PERU Y PROPILAS II, 2004, p. 3).

El proyecto de Tesis está enmarcado bajo la Norma Técnica de Diseño: Opciones tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, del Ministerio de Vivienda

Construcción y saneamiento, aprobado bajo Resolución ministerial N° 192-2018-Vivienda, aplicado a lugares de zona rural que tengan una población menor a los 2000 habitantes.

### **2.3.1.1. Servicios Básicos.**

Según CEPAL los define como bienes de interés social o bienes públicos sociales, donde refiere que:

Los bienes públicos sociales están compuestos por normas y reglas en su mayoría obligatorias para una inclusión universal progresiva en zonas rurales y urbanas, creando programas de promoción social y estrategias para un desarrollo sostenible. Siendo definidas en: Educación, Salud, Nutrición, Vivienda, Servicios Públicos, pobreza y Protección Social. Los servicios públicos conforman: agua mejorada, acueductos, alcantarillado, eliminación de excretas, recolección de basura y electricidad. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2015)

Por otra parte, el Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social del Perú la Infraestructura de Servicios Básicos para la Inclusión esta conformados por: Agua y Saneamiento, Electricidad, Educación, Salud, Telecomunicaciones, Transporte. Habiendo puesto como metas el Gobierno al año 2021 de sobrepasar el 75% el abastecimiento mediante red pública del agua en zona rural y al 100% en zona urbana, a la vez dotar de servicios compuestos (agua, saneamiento, luz y telefonía) al 76% a nivel nacional. (Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social, 2018).

En el Perú el saneamiento básico comprende de la dotación de agua potable, disposición final de excretas y el confinamiento de los residuos sólidos.

En el Perú las zonas rurales son las más afectadas por no contar con estos servicios, según: (Mesa de Concertación para la Lucha contra la pobreza; Agua limpia y Saneamiento,

2021), en el Perú, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) tiene la rectoría de los servicios de agua y saneamiento. En tanto, en el ámbito rural mayoritariamente las organizaciones comunales son las que autoabastecen a los centros poblados de las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS), Juntas Administradoras de Agua Potable (JAAP), entre otras.

Por otra parte, menciona que: En las zonas rurales es donde están las brechas más grandes de acceso a agua y saneamiento. Llevar el agua a zonas rurales y dispersas representa un esfuerzo que pocos conocen: por la distancia, las barreras de accesibilidad geográfica, las necesidades de adaptación de las tecnologías utilizadas y el alto costo de las intervenciones. (Mesa de Concertación para la Lucha contra la pobreza; Agua limpia y Saneamiento, 2021).

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) en el D.S No 007 - 2017-VIVIENDA, tenía como prioridad de abastecer casi en su totalidad el acceso a los servicios de agua y saneamiento tanto urbano y rural al año 2021, teniendo una deficiencia en el 2019 en cumplir las metas trazadas, por lo que, reportaron debajo de lo proyectado. (Mesa de Concertación para la Lucha contra la pobreza; Agua limpia y Saneamiento, 2021).

**Tabla 1**

*Proyecciones de Abastecimiento de Agua y Saneamiento.*

Acceso al Agua Potable							
Cobertura	Línea Base 2016		2017	2018	2019	2020	2021
Total	89.2	Meta	89.9	90.6	92.4	94.7	97.0
		Ejecución	89.4	90.7	90.8		
Urbano	94.5	Meta	94.6	94.8	96.2	98.1	100.0
		Ejecución	94.4	95.3	94.9		
Rural	71.2	Meta	72.7	74.8	77.8	81.2	84.6
		Ejecución	72.2	74.4	75.6		
Acceso al Alcantarillado							
Cobertura	Línea Base 2016		2017	2018	2019	2020	2021
Total	73.7	Meta	75.9	78.3	83.0	88.5	97.0
		Ejecución	74.5	76.8	77.2		
Urbano	88.3	Meta	89.2	90.3	93.1	96.5	100.0
		Ejecución	88.9	90.2	90.4		
Rural	24.6	Meta	29.6	35.8	46.0	58	84.6
		Ejecución	24.3	29.0	28.3		

Fuente: Mesa de Concertación para la Lucha contra la pobreza, (2021).

Por otra parte, el Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), ha propuesto como meta la proyección de cerrar las brechas de agua y saneamiento para el periodo 2020-2024, tal como se muestra en el cuadro siguiente. (Mesa de Concertación para la Lucha contra la pobreza; Agua limpia y Saneamiento, 2021).

**Tabla 2**

*Tabla de Proyecciones 2020-2024 de Agua y Saneamiento.*

Obra por Culminar	Nro. PI	Costo del Proyecto S/.	Conexiones Nuevas de Agua	Conexiones Nuevas de DSE	Conexiones Rehabilitadas de DSE	Población Benef. DSE	Proyección de Cobertura Agua	Proyección de Cobertura DSE
2020	201	891,299,784	24,516	32,370	1,488	84,666	<b>76.75%</b>	<b>29.83%</b>
2021	498	2,475,447,975	66,495	83,255	8,054	227,149	<b>80.15%</b>	<b>34.10%</b>
2022	282	1,299,129,396	33,499	40,475	2,691	115,315	<b>81.87%</b>	<b>36.18%</b>
2023	189	859,481,268	14,602	16,195	3,715	53,968	<b>82.67%</b>	<b>37.04%</b>
2024	173	538,989,239	12,323	11,518	688	46,706	<b>83.37%</b>	<b>37.70%</b>
<b>Total General</b>	<b>1,343</b>	<b>6,064,347,662</b>	<b>151,435</b>	<b>183,812</b>	<b>16,636</b>	<b>527,804</b>		

Fuente. Mesa de Concertación para la Lucha contra la pobreza, (2021).

### **2.3.1.2. Saneamiento.**

Según las Opciones tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, está conformada por la dotación de agua potable y la disposición de excretas de manera adecuada, teniendo como prioridad la sostenibilidad de los proyectos de servicios de saneamiento; las cuales, deben ser duraderas, diseñados técnicamente acorde a las necesidades y lugar, económicas y sencillos tanto en su operacionalidad y mantenimiento. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Del mismo modo nos menciona que, el servicio de saneamiento para que garantice su sostenibilidad debe cumplir ciertos lineamientos como:

- **La disponibilidad del agua.** Esta debe de ser calculada de acorde al sistema de disposición de excretas a usar.
- **Nivel freático.** Tener en cuenta las distancias establecidas entre el nivel superior del agua subterránea y el nivel del suelo, de acuerdo a la opción tecnológica a usar para la disposición de excretas.
- **Pozo de agua para consumo de agua.** Establece que debe de ser 25 m. mínimo de distancias entre el pozo y UBS con arrastre hidráulico, si existiera menor distancia la opción es del tipo seco. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).
- **Disponibilidad de terreno.** Refiere a que debe contar el usuario un espacio adecuado para el tipo de disposición de excretas.
- **Tipo de terreno.** Tener en cuenta si es inundable, expansivo, fisurado, permeable. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

**Tabla 3**

*Sistema de Infiltración.*

Clase de Terreno	Tiempo de Infiltración para el Descenso De 1 cm	Sistema de Filtración
Rápido	Menos de 4 minutos	Pozo de Infiltración
Medio	De 4 a menos de 8 minutos	Zanja de Percolación
Lento	De 8 hasta 12 minutos	Zanja de Percolación

Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

### **2.3.1.3. Agua Potable.**

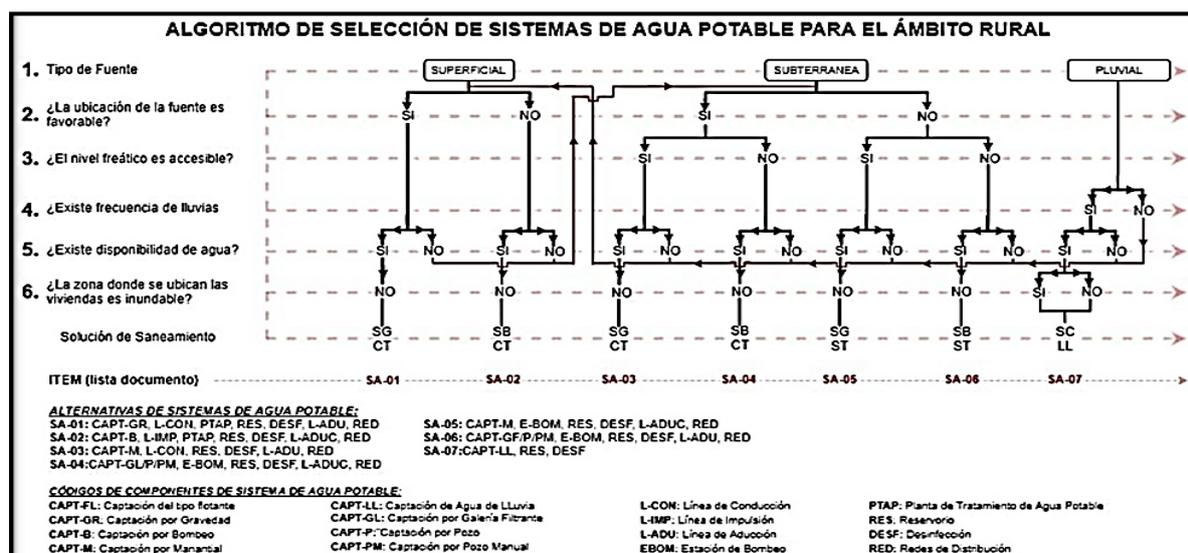
Con respecto al líquido elemento la Organización Mundial de la salud refiere que, el agua es fundamental para la conservación de la vida y de los seres humanos, deben disponer de una provisión justa y satisfactorio (suficiente, inocuo y accesible). Los males y enfermedades por consumo de aguas insalubres tienen como consecuencia acortar la salud y vida de las personas, por consiguiente, la mejora de calidad del agua es beneficioso para la salud, por ello,

es importante realizar todo lo posible e imposible para alcanzar que el agua sea lo más inocua y salubre. (Organización Mundial de la Salud, 2006, p. 11)

- **Criterios de Selección.** El Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento considera priorizar la tecnología adecuada para el diseño adecuado de un sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, bajo ciertos criterios y condiciones técnicos de la zona de estudio como: Nivel freático, Frecuencia e intensidad de lluvias, Disponibilidad de agua, Tipo de fuente, Ubicación de la fuente, Zona de vivienda inundable, Calidad del agua. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).
- **Tipos de fuentes.** considera tres tipos de fuente: agua proveniente de ríos, lagos, lagunas, canal, y quebrada como fuente del tipo superficial; agua captada de pozos, galerías filtrantes y ladera tanto como fondo o bofedral como fuente del tipo subterránea; y captadas de lluvia y neblinas considera como fuente pluvial. Teniendo en cuenta claro esta los criterios de selección antes mencionadas. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

**Figura 1**

*Algoritmo de Selección de Sistema de Agua Potable para el Ámbito Rural*



Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

- **Parámetros de diseño.** El Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento refiere que componen lo siguiente:
- ❖ **Periodo de diseño.** Para la fase de diseño menciona, tener en cuenta los siguientes factores: Vida útil de las estructuras y equipos, Vulnerabilidad de la infraestructura sanitaria, Crecimiento poblacional y Economía de escala. Considerando en todo proyectos como año cero la fecha de inicio de la toma de información y comienzo del proyecto. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, p. 30).

**Tabla 4**

*Periodo de Diseño de Infraestructura Sanitaria*

Estructura	Periodo de Diseño
- Fuente de Abastecimiento.	20 años
- Obra de captación.	20 años
- Pozos.	20 años
- Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP).	20 años
- Reservorio.	20 años
- Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución.	20 años
- Estación de bombeo.	20 años
- Equipos de bombeo	10 años
- Unidad Básica de Saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para zona inundable)	10 años
- Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

- ❖ **Población de diseño.** Implica valorar o estimar mediante datos intercensales del INEI, padrón de usuarios o datos fehacientemente realizados mediante encuestas, padrón de usuarios legalizada u otros documentos legales para estimar la tasa de crecimiento y realizar su proyección poblacional del lugar de estudio, en caso de que la tasa de crecimiento sea negativa se tomara el valor de la población actual ( $r=0$ ). (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)
- ❖ **Dotación.** El Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento describe lo siguiente que la dotación es la cantidad de agua que satisface las necesidades diarias

de consumo de cada integrante de una vivienda, (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Además, refiere que: El abastecimiento del agua dependerá del tipo de región del tipo de opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas seleccionada y aprobada bajo los criterios establecidos en el en la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural. También establece parámetros de dotación para centros educativos primaria o inferior sin residencia 20 litros por alumno diario, secundaria y superior sin residencia 25 litros por alumno diario, educación en general con residencia 50 litros por alumno diario. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

**Tabla 5**

*Dotación de Agua según Opción Tecnológica y Región*

Región	DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCIÓN TECNOLÓGICA (l/hab.d)	
	Sin Arrastre Hidráulico (Compostera y Hoyo Seco Ventilado)	Con Arrastre Hidráulico (Tanque Séptico Mejorado)
Costa	60	90
Sierra	50	80
Selva	70	100

Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

- **Captación.** El reglamento Nacional de Edificaciones considera, El diseño de las obras deberá garantizar como mínimo la captación del caudal máximo diario necesario protegiendo a la fuente de la contaminación. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2018, p. 134).
- **Cámara de Captación.** Con respecto a la cámara de Captación, Agüero menciona:
 

Elegida la fuente de agua e identificada como el primer punto del sistema de agua potable, en el lugar del afloramiento se construye una estructura de captación que

permita recolectar el agua, para que luego pueda ser conducida mediante las tuberías de conducción hacia el reservorio de almacenamiento. (Pittman, 1997).

Además, menciona que, El diseño hidráulico y dimensionamiento de la captación dependerá de la topografía de la zona, de la textura del suelo y de la clase de manantial; buscando no alterar la calidad y la temperatura del agua ni modificar la corriente y el caudal natural del manantial, ya que cualquier obstrucción puede tener consecuencias fatales; el agua crea otro cauce y el manantial desaparece. (Pittman, 1997).

- ***Captación Manantial de ladera.*** Según, Agüero, que la captación dependerá mucho del tipo de fuente, calidad y cantidad de agua; además considera que:

La captación constara de tres partes: la primera, corresponde a la protección del afloramiento; la segunda, a una cámara húmeda que sirve para regular el gasto a utilizarse; y la tercera, a una cámara seca que sirve para proteger la válvula de control. (Pittman, 1997). Además, manifiesta que:

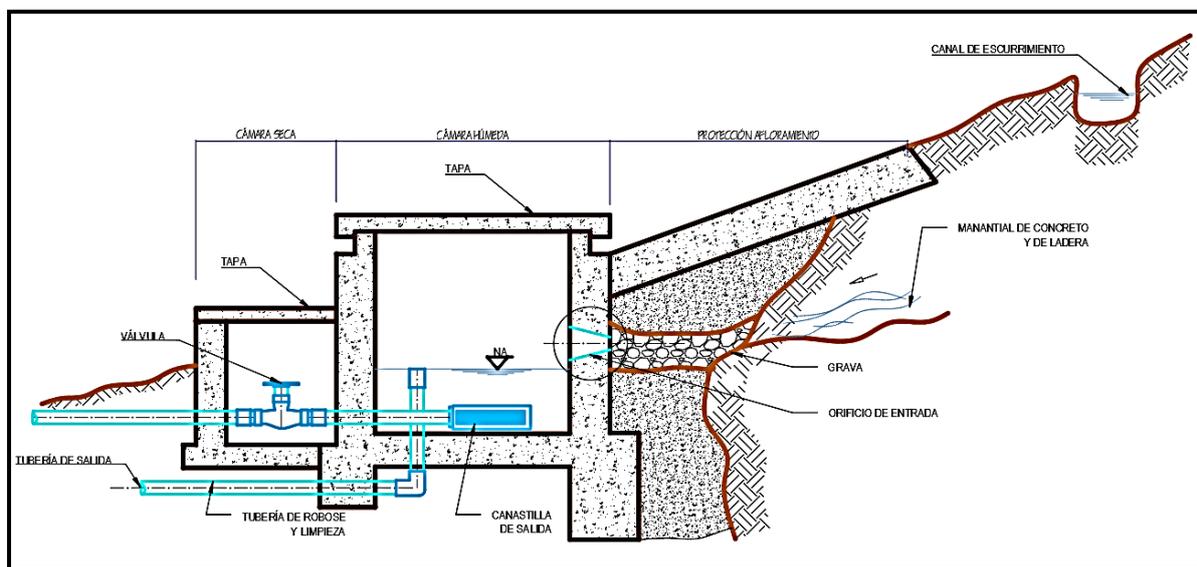
El compartimiento de protección de la fuente consta de una losa de concreto que cubre toda la extensión o área adyacente al afloramiento de modo que no exista contacto con el ambiente exterior, quedando así sellado para evitar la contaminación. Junto a la pared de la cámara existe una cantidad de material granular clasificado, que tiene por finalidad evitar el socavamiento del área adyacente a la cámara y de aquietamiento de algún material en suspensión. La cámara húmeda tiene un accesorio (canastilla) de salida y un cono de rebose que sirve para eliminar el exceso de producción de la fuente. (Pittman, 1997, p. 37).

Por otra parte, el Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento, define como una vertiente que brota a una superficie inclinada de forma puntual o de forma dispersa, está protegida perimetralmente, consta de una cámara húmeda para la recolección y regulación del

caudal para su utilización, del mismo modo con tuberías de limpieza, válvula, rebose, canastilla y demás accesorios, siendo recomendada que la velocidad del caudal de entrada debe ser  $< 0,6$  m/s. El ancho de la pantalla se determina de acuerdo al diámetro y número de orificios por donde fluirá el agua del afloramiento hacia la cámara húmeda (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

**Figura 2**

*Cámara de Captación de un Manantial de Ladera*



Fuente: Agüero (1997).

Además, recomienda que, el ancho de la pantalla, cálculo de la velocidad de paso y asumida, número de orificios, diámetro de tubería de ingreso, realizar mediante fórmulas establecidas en la Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural del Ministerio de Vivienda. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

➤ **Línea de conducción.** Sobre la línea de conducción el Ministerio de Vivienda, Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural menciona que: Es la estructura que permite conducir el agua desde la captación hasta la siguiente estructura,

que puede ser un reservorio o planta de tratamiento de agua potable. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Además, concluye que:

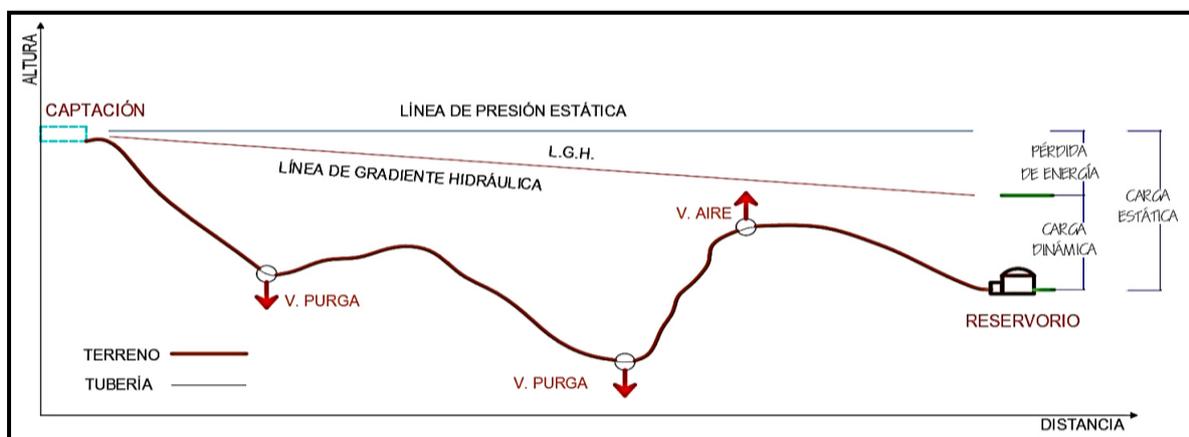
Este componente se diseña con el caudal máximo diario de agua; y debe considerar: anclajes, válvulas de purga, válvulas de aire, cámaras rompe presión, cruces aéreos, sifones. El material a emplear debe ser PVC; sin embargo, bajo condiciones expuestas, es necesario que la tubería sea de otro material resistente. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Además, contempla que, el caudal de diseño en la línea de conducción deberá tener la suficiente capacidad de poder conducir al menos mínimamente el caudal máximo diario ( $Q_{md}$ ), si el abastecimiento fuera de manera discontinuo el diseño del cálculo del caudal será al caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ).

Además, recomienda que, las velocidades admisibles en la línea de conducción deberá ser 0,60 m/s como velocidad mínima y de 3m/s a 5m/s como velocidad máxima. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

### Figura 3

#### *Línea de Conducción*

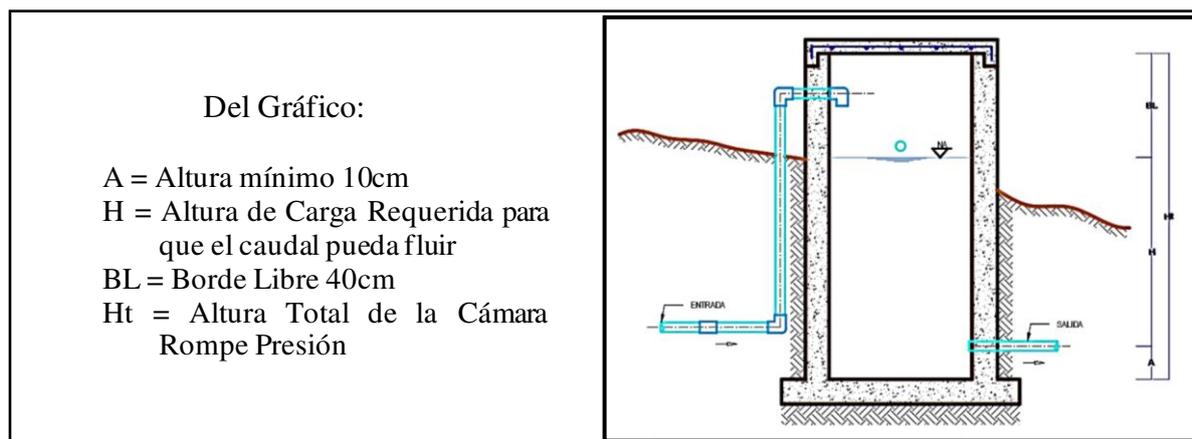


Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

- **Cámara rompe presión para línea de conducción.** El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Normas Técnicas de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, propone colocar cámaras rompe presión a 50m de desnivel para controlar la presión máxima que pueda resistir la tubería a usar en la línea de conducción, deberá tener 0,60x0,60m mínimo en su sección interior, de 10 cm de altura mínimo de salida, la tubería de entrada estará sobre el nivel del agua, la altura de resguardo a borde libre 40 cm mínimo; también contará con rebose, canastilla en la salida, tapa movable. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

**Figura 4**

*Cámara Rompe Presión*



Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

- **Válvula de aire.** Son mecanismos hidromecánicos que tienen la finalidad de expulsar las bolsas o burbujas de aire en las líneas conducción, aducción e impulsión, estas generan vacíos y pérdida de presión. Estas válvulas recomiendan instalar en los puntos altos de las líneas de agua, en líneas de poca pendiente o horizontales recomienda ser instaladas al principio y al final entre 400 a 800 m de distancia. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Las válvulas tanto manual y automática deben de estar instaladas después de las válvulas de interrupción en reservorios con salida por gravedad, siendo estas alojadas mediante una caja de concreto armado  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> de 60x60x70 cm. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

- **Válvula de purga.** Son instaladas en los tramos de cotas inferiores de la línea de conducción y aducción, con la finalidad de realizar la limpieza de forma periódica de las tuberías, estas válvulas estarán alojadas dentro de una caja de concreto armado de 60x60x70 cm de sección. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).
- **Reservorio.** De acuerdo a las Normas técnicas de diseño: del Ministerio de Vivienda, refiere que:

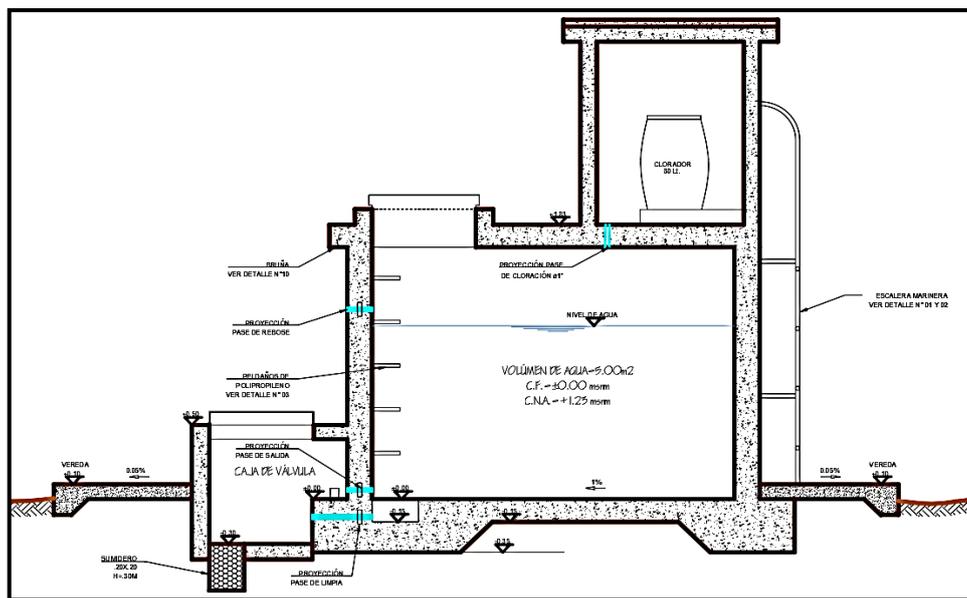
El reservorio se debe diseñar para que funcione exclusivamente como reservorio de cabecera. El reservorio se debe ubicar lo más próximo a la población, en la medida de lo posible, y se debe ubicar en una cota topográfica que garantice la presión mínima en el punto más desfavorable del sistema. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Además, describe que, debe ser construido utilizando material de concreto para garantizar su abastecimiento y calidad sanitaria del agua, el diseño bajo premisas normadas y estandarizadas que contempla las Normas Técnicas de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, donde también menciona que pueden ser cubiertas del tipo enterradas, semi enterrados, apoyado y elevados, contemplando para su protección perimetral con cerco perimétrico. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, p. 115).

El porcentaje de almacenamiento del elemento líquido en el reservorio es 25% de la demanda diaria promedio anual cuando el abastecimiento sea continuo y 30% si el

abastecimiento no es continuo, además el reservorio cuenta con una caseta de válvulas de concreto o mampostería, en el caso de que el sistema de abastecimiento de agua cuente con un sistema de desinfección, esta deberá ser lo más cerca posible a la línea de entra al reservorio teniendo en cuenta que la luz natural no afecte la solución del cloro. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

**Figura 5**  
*Reservorio*



Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

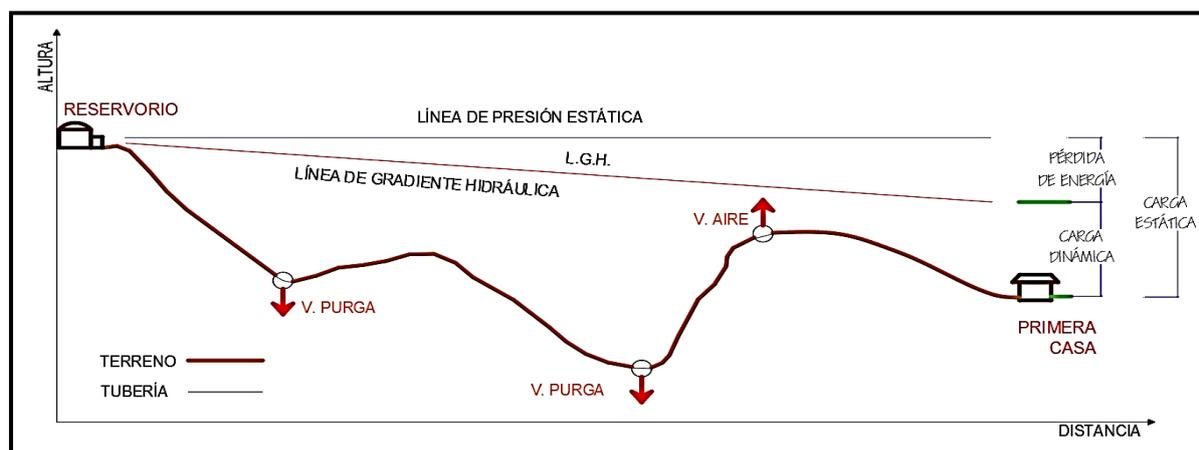
➤ **Línea de aducción.** Según el Ing. Carlos menciona que:

Los sistemas por gravedad constituyen un gran porcentaje de los sistemas de agua potable rurales. En general las fuentes de agua se encuentran alejadas de los centros poblados a los cuales se pretende servir, siendo preciso diseñar largas líneas de aducción. Esta característica de las mismas hace que debemos prestarles especial atención pues, de su correcto funcionamiento, depende en gran medida la calidad del servicio de todo el sistema. (Nacif, 2003, p. 3).

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en la Norma Técnica de Diseño para sistemas de saneamiento en el ámbito rural recomienda que la línea de aducción deberá ser trazado buscando la menor distancia de recorrido sin que esta implique mayor movimiento de tierra, tratar de no cruzar por terrenos privados o comprometidos, respetar las distancias permisibles entre los márgenes de ríos, camposantos, nivel freático y otros servicios. La línea de aducción debe ser instaladas teniendo en cuenta de no sobre pasar el 30% de pendiente ni menos del 0.5% de pendiente. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

### Figura 6

#### Línea de Aducción



Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

En el diseño se contempla la instalación de válvulas, el caudal como mínimo el caudal máximo horario, la carga estática máximo 50m y dinámica de 1m entre el reservorio y la primera casa. El diámetro de tubería será diseñado con relación a la velocidad máximo de 3,0m/s y 0,6m/s mínimo, teniendo en cuenta que este mínimo deberá ser de 1" pulgada de diámetro. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Por otra parte, también recomienda que, para dimensionar la tubería, debemos tener en cuenta la línea de gradiente, por lo que estará siempre sobre el terreno y calculada con la ecuación de Bernoulli, la pérdida de carga unitaria será calculada con las ecuaciones de Hazen

y Williams para diámetros mayores a 2" y de Fair Whipple para menores de 2". (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

➤ **Redes de distribución.** Agüero considera que:

La red de distribución es el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas, grifos y demás accesorios; cuyo origen está en el punto de entrada al pueblo (final de la línea de aducción) y que se desarrolla por todas las calles de la población. (Pittman, 1997).

El caudal o cantidad de agua será determinado a raíz de las dotaciones, el reservorio debe de ser ubicado de manera que suministre adecuadamente la cantidad y presión necesaria para abastecer a los diferentes puntos de la red de distribución, considerando variaciones y condiciones perjudiciales de consumo máximo horario. (Pittman, 1997, p. 93).

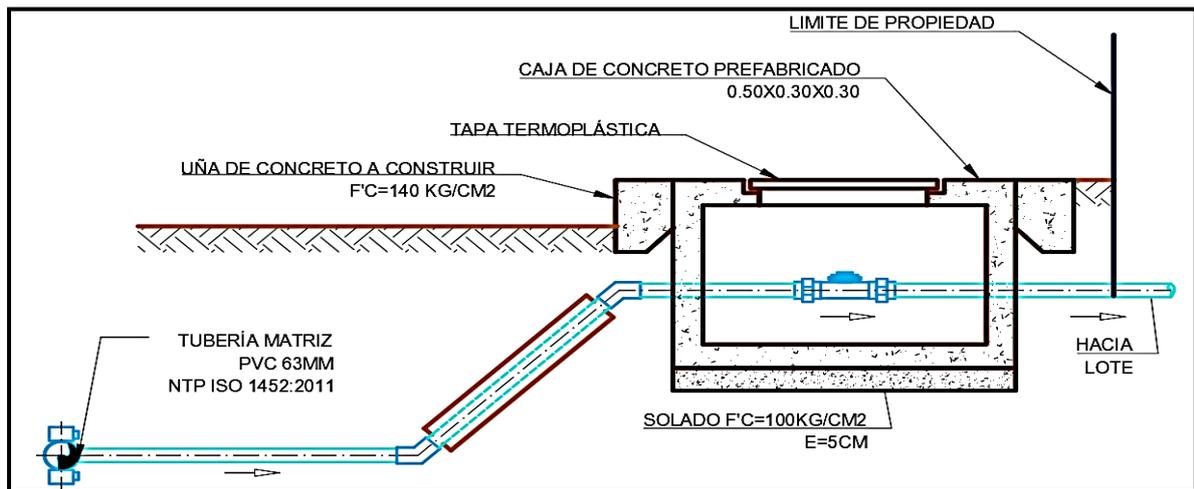
Del mismo modo el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en la Norma Técnica de Diseño para sistemas de saneamiento en el ámbito rural refiere que, las redes de distribución serán diseñada con el caudal máximo horario, con tuberías de 1" mínimo y ¾" para ramales, con accesorios de PVC de uso comercial, las velocidades no sobrepasaran los 3m/s y ser menor a 0,60m/s pudiendo ser en algunos casos excepcionales menor pero en ningún caso menos de 0,30m/s, la presión en los puntos de servicio deberá ser menor a los 5m.c.a y la presión estática mayor a 60 m.c.a. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

➤ **Conexión domiciliaria.** El Ministerio de Vivienda en, Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento Rural, refiere que, cuando se abastece el agua potable a través de redes de distribución deberá suministrarse mediante conexión predial, previendo conexiones para lavabos y UBS, se debe ubicar al frente de la vivienda y próxima al ingreso principal. Dichas conexiones domiciliarias contarán con los accesorios pertinentes para su

óptimo funcionamiento. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, p. 134).

### Figura 7

#### Detalles de conexión domiciliar



Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

#### 2.3.1.4. Disposición Sanitaria de Excretas.

La Organización Panamericana de la Salud, en su publicación de, Manejo Adecuado de las Excretas en Situaciones de Emergencias y Desastres, menciona que las excretas, en un desastre natural estas evacuaciones ocasionarían la corrupción o contaminación de los suelos, aire y agua, propagando enfermedades y vectores que ocasionan perjuicios en la salud, consiguientemente refiere que, “Son el conjunto de deposiciones orgánicas de humanos y animales. Cuando estas no se eliminan adecuadamente pueden provocar daños a la salud de las personas”. (Organización Panamericana de la Salud, 2010).

Además, para eliminar adecuadamente marca unas pautas donde menciona que debemos considerar, la parte social y económica de la localidad de estudio, asimismo tener en cuenta los parámetros de ubicación y construcción reglamentadas para zonas rurales.

Según Delgado, en su Tesis de licenciatura menciona que:

La disposición de excretas se realiza por medio de letrinas, e inodoros lavables con pozos de absorción; entre ellos el más utilizado y el que presenta mayores deficiencias, es el sistema de letrinas. Para el caso de las letrinas, se preguntó el tipo y se evaluaron los conocimientos, actitudes y prácticas de los usuarios, las condiciones sanitarias de la letrina en cada componente que la conforma (techo, paredes, puerta, taza, tubo de ventilación, tapadera, losa y brocal). (Delgado, 2007).

Por otro lado El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en la Norma Técnica de Diseño para sistemas de saneamiento en el ámbito rural recomienda, que de acuerdo a la disponibilidad de agua serán diseñadas las opciones de disposiciones de excretas las cuales son: para UBS con arrastre hidráulico de 80 a 100 l/hab.d, sin arrastre hidráulico de 50 a 70 l/hab.d; el nivel freático para UBS con arrastre hidráulico deberá ser mayor a 4m con relación al nivel del suelo y si es menor se optara por UBS del tipo seco. A la vez recomienda que, los pozos de agua para el consumo humano convendrá estar no menor a los 25m de los UBS con arrastre hidráulico, caso contrario se optará por el tipo seco, por otro lado, la disponibilidad de terreno y tipo de suelo determinará la ubicación de los UBS. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en la Norma Técnica de Diseño para sistemas de saneamiento en el ámbito rural pone en consideración de que, las familias con servicio de UBS cualquiera sea el tipo a usar deberán de estar de acuerdo para el aprovechamiento de los residuos fecales ya sea directa o indirecta. Las ventajas y desventajas están detalladas de acuerdo a la tecnología de disposición de excretas proyectadas para la zona rural en la tabla que a continuación se muestra. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Tabla 6

*Ventajas y Desventajas del Aprovechamiento de los Residuos Fecales*

Opción Tecnológica	Características	Ventajas	Desventajas
<b>Tanque Séptico Mejorado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fabricada en material prefabricado, resistente e impermeable.</li> <li>✓ Diseñado en base a la norma IS.020 Tanque Séptico.</li> <li>✓ Permite la retención de las excretas.</li> <li>✓ Permite la digestión de las excretas y su transformación en líquido.</li> <li>✓ Separa la parte líquida de las aguas residuales para luego de un tratamiento eliminarlos por infiltración.</li> <li>✓ La Unidad Básica de Saneamiento que se conecta al tanque séptico mejorado incluye inodoro, ducha y lavadero multiusos.</li> <li>✓ La caseta puede construirse en mampostería o ser prefabricada.</li> <li>✓ De requerirse una mejor calidad de agua residual puede complementarse con un tratamiento posterior.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sistema que permite recolectar el 100% de las aguas residuales generadas por la familia.</li> <li>✓ Permite la separación de los sólidos y líquidos de las aguas residuales generadas.</li> <li>✓ Permite disponer adecuadamente la parte líquida de las aguas residuales para infiltración en el suelo.</li> <li>✓ Brinda la sensación de tener conexión de alcantarillado.</li> <li>✓ Permite la degradación de la parte sólida y su transformación en líquido.</li> <li>✓ El mantenimiento es sencillo, al necesitar únicamente abrir una válvula para la purga de lodos producidos en el interior del tanque séptico mejorado.</li> <li>✓ Permite una gran remoción de organismos patógenos, lo que se traduce en una contaminación del suelo de menor grado por el proceso de infiltración.</li> <li>✓ Fabricado de un material liviano y resistente, capaz de poder reutilizarse al permitir su reinstalación en otra ubicación.</li> <li>✓ El uso de nutrientes para las bacterias anaerobias permite mejorar su eficacia de tratamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ De utilizarse inadecuadamente los servicios al arrojar objetos en el desagüe, puede generar atoros.</li> </ul>

Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

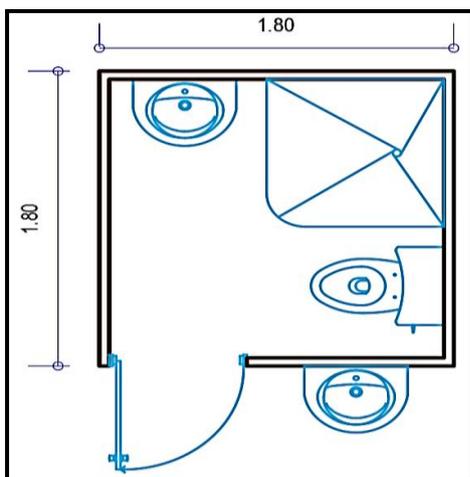
- **Tipos de opciones tecnológicas para la disposición sanitaria en el ámbito rural.** Según las Normas Técnicas de Diseño: Opciones Tecnológicas para sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, determina las siguientes opciones de saneamiento: Unidad básica de saneamiento de hoyo ventilado (sin arrastre hidráulico), compostera de doble cámara (sin arrastre hidráulico), compostera para zona inundable (sin arrastre hidráulico). Unidad básica de saneamiento de tanque séptico mejorado (con arrastre hidráulico).
- **Sistema con Arrastre Hidráulico.** El Ministerio de Vivienda refiere en Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento Rural que:

Este sistema de UBS confina los desechos en un tanque séptico prefabricado bajo la norma IS 020, este dispositivo tiene como objetivo de apartar el sólido y el líquido, finalmente para que dentro de los 18 a 20 meses estos sólidos sedimentados en el fondo sea extraídos de la unidad, posteriormente el efluente tratado debe ser eliminado en una zona de infiltración, previamente evaluada o puede ser aprovechada a través del uso de un Humedal. También este tipo de UBS cuenta con caseta, accesorios y aparatos sanitarios determinados adecuadamente para su funcionamiento. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Consecuentemente las opciones tecnológicas de saneamiento para zona rurales determinan que: la caseta sea instalada anexa a la vivienda, de 1.80m<sup>2</sup> por 1.80m<sup>2</sup>, con pared de mampostería, de altura mínima de 2.15m, enlucidas con impermeabilizante las paredes exteriores con en la parte que va ubicado la ducha, sobre una losa de concreto de 10cm de espesor, con una vereda de 30cm en la parte lateral y posterior y la frontal de 1m en donde se instalara el lavadero. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

### Figura 8

#### *Plano de Planta de Caseta*



Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

- **Disponibilidad de Agua.** Para Sistema con Arrastre Hidráulico, el Ministerio de Vivienda en Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento Rural considera 30 l/hab.d (agua de lluvia), “asimismo incluye la posibilidad de que la familia posea un pozo de agua dentro de su propiedad adicional a la forma de abastecimiento determinada por el proyecto de saneamiento rural”. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018). Además, refiere que, “familias que se abastecen de agua, en la que la dotación es mayor de 80 l/hab.d, pero no sobrepasa los 100 l/hab.d ya que la opción tecnológica de disposición sanitaria de excretas contempla el arrastre hidráulico”. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

**Tabla 7**

*Dotación de Agua para Sistemas con Arrastre Hidráulico*

Región Geográfica	Dotación (l/hab.d)
Costa	90
Sierra	80
Selva	100

Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

#### **2.3.1.5. Sistemas Existentes.**

En las zonas rurales que cuentan con un sistema de saneamiento básico, existen infraestructuras hidráulicas que se pueden recuperar, para este fin, el Ministerio de Vivienda, en, Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento Rural considera que: Las comunidades que tengan o cuenten con un sistema de saneamiento básico que con el pasar del tiempo hayan sufrido desgaste en su abastecimiento por avería en sus estructuras ya sea por inclemencias del clima, evento sísmico, desastre natural, vandalismo o inclusive la capacidad actual queda reducida por el incremento de beneficiarios, el proyectista deberá de evaluar

concienzudamente en todos sus componentes para su recuperación y pronta intervención, esto es para todo proyecto que son realizados técnicamente y no se considera para proyectos realizados por la comunidad sin sustento técnico. Del mismo modo, establece parámetro para su intervención en los elementos hidráulicos detallados en la norma (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

## CAPÍTULO 3

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de la Investigación

##### *3.1.1. Tipo de la Investigación.*

La investigación será de tipo aplicada (también llamada práctica o empírica), se investigará para proceder, alterar o causar cambios en un determinado sector de la realidad, se utilizará las teorías de trabajos de investigación existentes, normas y parámetros estipulados para determinar los componentes de la investigación.

Este tipo de investigación, tiene como objetivo crear nueva tecnología a partir de los conocimientos adquiridos a través de la investigación estratégica, para determinar si éstos pueden ser útilmente aplicados con o sin mayor refinamiento para los propósitos definidos. La información obtenida a través de este tipo de investigación debería ser también aplicable en cualquier lugar y por lo tanto ofrece oportunidades significativas para su difusión. (Tam Malaga, Vera, & Oliveros Ramos, 2008) .

Por otra parte, Varga menciona que la investigación aplicada es:

Aquel tipo de estudios científicos orientados a resolver problemas de la vida cotidiana o a controlar situaciones prácticas, haciendo dos distinciones:

- a. La que incluye cualquier esfuerzo sistemático y socializado por resolver problemas o intervenir situaciones. En ese sentido, se concibe como investigación aplicada tanto la innovación técnica, artesanal e industrial como la propiamente científica.
  - b. La que sólo considera los estudios que explotan teorías científicas previamente validadas, para la solución de problemas prácticos y el control de situaciones de la vida cotidiana.
- (Vargas Cordero, 2009)

### ***3.1.2. Diseño de la Investigación.***

Hernández, refiere respecto al diseño de la Investigación que:

Una vez que se precisó el planteamiento del problema, se definió el alcance inicial de la investigación y se formularon las hipótesis (o no se establecieron debido a la naturaleza del estudio), el investigador debe visualizar la manera práctica y concreta de contestar las preguntas de investigación; además, de cumplir con los objetivos fijados. Esto implica seleccionar o desarrollar uno o más diseños de investigación y aplicarlos al contexto particular de su estudio. El término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema. (Hernández Sampieri, 2014).

Por lo que, en el referido proyecto de tesis se realizará compilaciones de datos y la no manipulación de las variables, siendo esta descriptivo no experimental.

### **3.2. Población de Estudio.**

Respecto a la población de estudio Arias, menciona que: “La población de estudio es un conjunto de casos, definido, limitado y accesible, que formará el referente para la elección de la muestra, y que cumple con una serie de criterios predeterminados”. (Arias-Gómez, Villasís-Keever, & Miranda Novales, 2016).

A la vez señala que. “Es preciso dilucidar que, la población de estudio, no se refiere únicamente a seres humanos, también refiere a animales, muestras biológicas, expedientes, hospitales, objetos, familias, organizaciones, etc.”. (Arias-Gómez, Villasís-Keever, & Miranda Novales, 2016). Con referencia a los últimos se utiliza la palabra semejante, “universo de estudio”.

Consiguientemente, la Población de Estudio está determinado por el diseño de mejora e incremento de los servicios de agua potable y disposición sanitaria de excretas en la localidad de La Libertad.

### **3.3. Tamaño de Muestra.**

Sobre el tamaño el tamaño de muestra Arias determina que:

En toda investigación siempre debe determinarse el número específico de participantes que será necesario incluir a fin de lograr los objetivos planteados desde un principio. Este número se conoce como tamaño de muestra, que se estima o calcula mediante fórmulas matemáticas o paquetes estadísticos. (Arias-Gómez, Villasís-Keever, & Miranda Novales, 2016)

Por tanto, los usuarios de la localidad de La Libertad que acceden al diseño de mejora e incremento de los servicios de agua potable y disposición sanitaria de excretas son 48 familias, haciendo un total con los miembros de cada familia de 137 usuarios.

### **3.4. Técnica de Recolección de Datos.**

Según, (Hernández Sampieri, 2014), la recolección de datos, es determinar un plan o estrategias para recolectar información de personas, bases de datos, documentos, observaciones directas e indirectas para un determinado fin.

Consecuentemente, para esta investigación se realizará las averiguación y recolección de datos bibliográficos, observación de campo, trabajo de campo, encuesta.

## CAPÍTULO 4

### IV. DESARROLLO DEL TEMA.

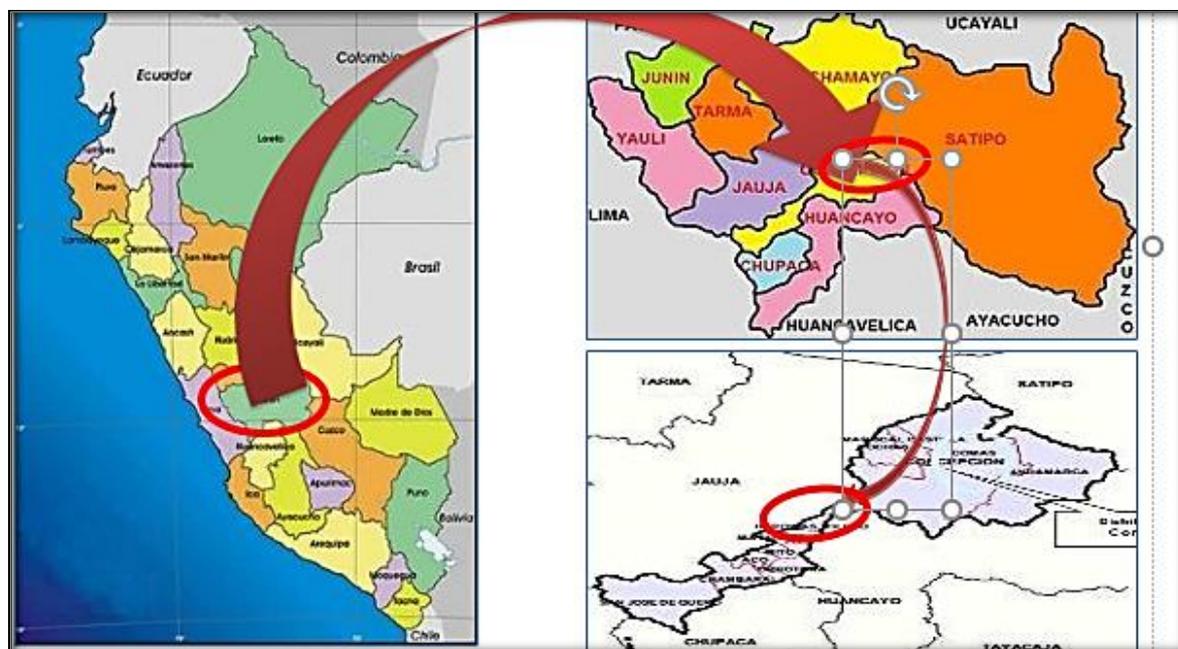
#### 4.1. Antecedentes.

Las autoridades de La Libertad por más de 13 años vienen solicitando a la municipalidad de su jurisdicción solucionar el problema de inadecuado servicio de Agua Potable y Unidades Básicas de Saneamiento, a raíz de esto se realiza el proyecto de investigación, que tiene por título Propuesta de Mejora y Ampliación de los Servicios de Agua Potable y Disposición Sanitarias de Excretas en la localidad de La Libertad, Distrito de Comas, Provincia de Concepción.

#### ➤ *Ubicación de la Zona del Proyecto.*

La localidad de La Libertad, está ubicado al:

- Este : 503468.00 m E.
- Norte : 8712545.00 m S.
- Altitud : 3710.32 msnm.
- Departamento de Junín.
- Provincia de Concepción.
- Distrito de Comas.
- Zona Rural.

**Figura 9***Ubicación y Localización.*

Fuente: Google.

➤ ***Vías de acceso y comunicación.***

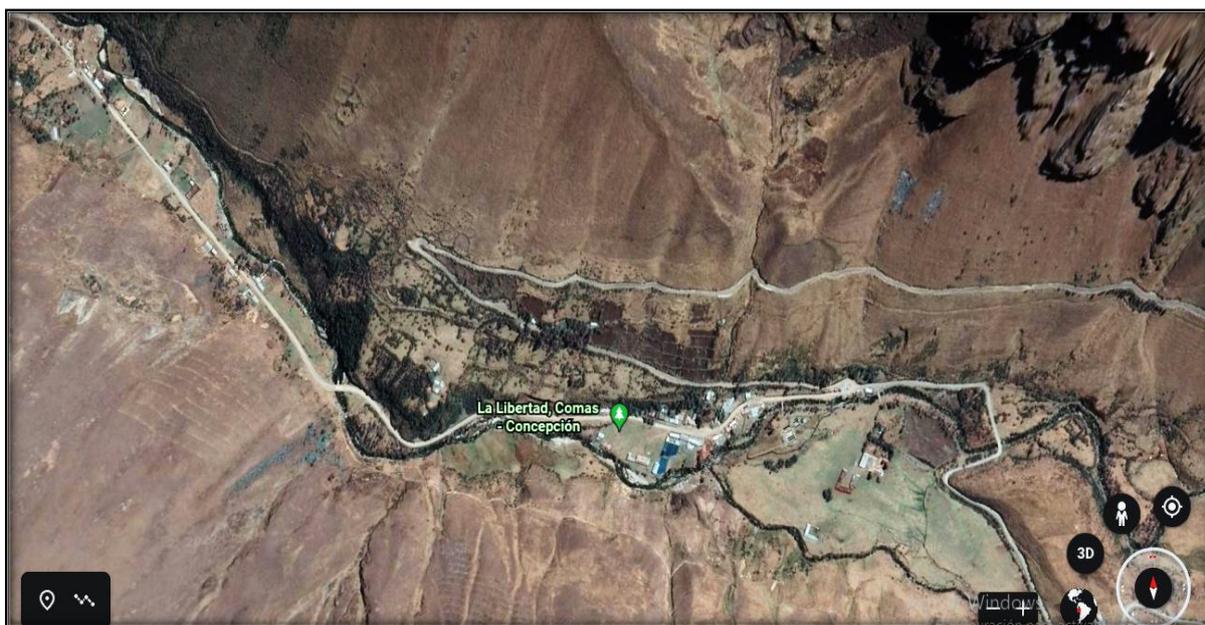
Para llegar a la localidad de La Libertad, se realiza por vía terrestre, de la ciudad de Concepción salen colectivos y combis a Comas con un tiempo aproximado de viaje de 2 horas, aproximadamente 62 Km., de Comas a la localidad de La Libertad con un tiempo aproximado de viaje de 2 horas y media. Vía denominada por el Ministerio Transporte y Comunicaciones a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles como Ruta Departamental o Regional JU-116 en el Tramo: Dv. Satipo - Emp. PE-24 A (Pte. Huanacaure), como Ruta Nacional, conformando parte de la Ruta PE-24 A, que tendrá la Trayectoria: Emp. PE-3S (Concepción) - Sta. Rosa de Ocopa - Comas - Mariposa - San Pedro - Bellavista - Emp. PE-5S (Satipo).

➤ ***Topografía.***

La topografía del terreno que es tema de investigación, es accidentada casi como en toda la sierra peruana, conformada por pendientes, elevaciones rocosas serpenteantes, pequeños valles.

Figura 10

*Topografía del Terreno*



Fuente: Google Earth - Fotografía Satelital.

➤ ***Vivienda.***

Las viviendas de los pobladores de La Libertad en su mayoría están conformadas por tapial y adobe siendo esta un 97% y 3% de ladrillo, el techo de las viviendas es de calamina y teja con ventanas pequeñas, puertas de madera y fierro.

➤ ***Actividad económica.***

Las principales actividades que desarrollan como fuente principal de ingreso económico los pobladores de La Libertad es la agricultura; realizando la siembra de papas nativas en sus diferentes variedades y el olluco, por otra parte, está la ganadería como la crianza de vacunos, ovinos y sus derivados. Por otro lado, el uso de avances tecnológicos para el aprovechamiento

de los recursos hídricos, agricultura y ganadería no son implementados en la zona de forma adecuada, por ello, el desarrollo económico es bastante precaria, considerado como zona de alta pobreza.

### ➤ *Educación*

Para el desarrollo de los pueblos, por más pequeña que sea, la educación es la base primordial para que esta se desarrolle tanto en lo cultural, intelectual, espiritual, formación de valores, la educación forma a seres humanos capacitadas en diversas profesiones, además de que la educación es un derecho de los niños. La Libertad cuenta con institución educativa de primaria escolarizado con 17 alumnos, e inicial no escolarizado con 5 niños, estos datos con respecto al 2021.

**Tabla 8**

#### *Alumnos Matriculados del Nivel Primaria*

<b>Matrícula por Grado y Sexo, 2021</b>														
Nivel	Total		1°Grado		2°Grado		3°Grado		4°Grado		5°Grado		6°Grado	
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
Primaria	6	11	2	3	1	2	1	3	2	0	0	1	0	2

<b>Matrícula por periodo según grado, 2004-2021</b>																		
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>41</b>	<b>40</b>	<b>48</b>	<b>41</b>	<b>40</b>	<b>37</b>	<b>0</b>	<b>29</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>17</b>
1°Grado	5	7	5	8	1	8	5		5	1	3	3	3	1	1	5	3	5
2°Grado	20	9	13	14	8	2	7		5	6	3	2	3	3	1	2	5	3
3°Grado	4	10	5	7	13	10	3		5	4	4	4	2	2	2	1	2	4
4°Grado	6	4	8	4	6	10	7		5	3	4	4	4	2	1	2	1	2
5°Grado	8	7	4	7	5	6	10		3	4	4	3	4	3	1	1	2	1
6°Grado	7	4	5	8	8	4	5		6	3	4	3	3	4	1	1	2	2

<b>Docentes, 2004-2021</b>																		
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Total	2	2	1	2	2	2	2		1	2	1	2	2	2	1	1	1	1

Fuente: Ministerio de Educación – Escala-2021.

**Tabla 9***Niños Matriculados del Nivel Inicial*

Nivel		Matrícula por Edad y Sexo, 2021													
		Total		1°Grado		2°Grado		3°Grado		4°Grado		5°Grado		6°Grado	
		H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
Inicial No Escolarizado		6	11	2	3	1	2	1	3	2	0	0	1	0	2

	Matrícula por periodo según edad, 2004-2021																		
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
<b>Total</b>							<b>15</b>				<b>9</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	
0 Años							0				0	0	0	0	0	0	0	0	
1 Año							0				0	0	0	0	0	0	0	0	
2 Años							0				0	0	0	0	0	0	0	0	
3 Años							4				1	0	4	3	3	1	0	4	
4 Años							6				3	2	2	4	3	4	1	0	
5 Años							5				5	3	3	1	4	3	5	1	
6 Años							0				0	0	0	0	0	0	0	0	
7 Años							0				0	0	0	0	0	0	0	0	

	Docentes, 2004-2021																		
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Total							1				1	1	1	1	1	1	1	1	

Fuente: Ministerio de Educación – Escala-2021.

➤ **Accesos a los Servicios Básicos.**

El acceso al agua potable, saneamiento e internet en la localidad de La Libertad es deficiente tanto en su abastecimiento como en su calidad con relación al agua potable, la disposición de excretas es precaria; en algunos casos no cuentan con un sistema para tal fin, no cuentan con acceso al internet o servicios de telefonía; estos factores son limitantes para el desarrollo adecuado de la población.

El agua que consume la población es inadecuado tanto en su calidad, ya que el sistema de abastecimiento de agua tiene más de 20 años de antigüedad, los elementos hidráulicos se encuentran deterioradas y construidas en algunos caso sin un criterio técnico; con relación al saneamiento la población no cuenta con un sistema de disposición de excretas implementadas convenientemente, la población en su mayoría cuenta con silos y hoyos secos autoconstruidos, en algunos casos realizando sus necesidades fisiológicas a campo abierto y no cuentan con una

planta de tratamiento para el confinamiento de los residuos sólidos, generando problemas de salud y ambiental. Además, el servicio de electrificación no es abastecido al 100%.

### ➤ *Salud*

La población de la localidad es propensa a sufrir resfriados, diarreas, infecciones estomacales e intestinales, parásitos, anemia y otras enfermedades relacionadas a la mala calidad del agua para el consumo humano y la disposición final de excretas inadecuado; además, no están acostumbrados a los hábitos de higiene, por consiguiente, es necesario que las poblaciones rurales cuenten con el servicio de agua potable de calidad y un sistema de disposición de excretas adecuado para mejorar la calidad de vida de la población.

Según la información recopilada, los indicadores de mortalidad infantil son de 5 muertes anuales por cada mil personas y las enfermedades parasitarias y respiratorias es frecuente en los niños.

**Tabla 10**

*Indicadores de morbilidad en %*

N°	Causas	Incidencias
1	Influenza y neumonía	20
2	Otras enfermedades respiratorias que afectan al intersticio	12
3	Otras enfermedades del sistema respiratorio	9
4	Tumores (neoplasias) malignos	9
5	Insuficiencia renal	9
6	Otras enfermedades bacterianas	5
7	Enfermedades infecciosas intestinales	3
8	Desnutrición	3
9	Enfermedades inflamatorias del sistema nervioso y central	3
10	Trastornos episódicos y paroxísticos	3
11	Otros trastornos del sistema nervioso	3
12	Enfermedades cerebrovasculares	3
13	Enfermedades del esófago, estómago y duodeno	3
14	Enfermedades del peritoneo	3
15	Trastornos de la vesícula biliar y de las vías biliares	2
16	Síntomas y signos generales	3
17	Traumatismo de la cabeza	3
18	Otras causas externas de traumatismo accidentales	4

Fuente: Puesto de Salud – Comas

➤ ***Clima***

La localidad de La Libertad según los pisos altitudinales se encuentra en la Región Suni entre los 3500 y 4000 msnm, de un clima entre templado frío, seco, lluvioso; donde predomina el ichu o paja andina, saúco, la cantuta; así mismo entre los animales silvestres se encuentra el zorro, el puma, venado.

#### **4.2. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.**

Los sistemas de abastecimiento de agua potable en zonas rurales desde un punto de vista técnico no son muy complejos; ya que, estas en su mayoría están compuestas por piletas públicas y/o conexiones domiciliarias, con infraestructuras, y accesorios que captan, almacenan, tratan, conducen, y distribuyen. El líquido elemento son captadas de fuentes naturales ya sean de aguas subterráneas, superficiales, o de lluvias, esto con el fin de satisfacer las necesidades de una población.

El presente proyecto de Tesis propuesta de mejora y ampliación de los servicios de agua potable y disposición sanitarias de excretas en la localidad de la libertad, es realizado bajo los parámetros de diseño para el sistema de agua potable y saneamiento, enmarcado en la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de saneamiento en el Ámbito Rural del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, aprobado bajo Resolución Ministerial N° 192-2018-vivienda, Reglamento Nacional de Edificaciones y bibliografías concordantes al proyecto de tesis.

La población de localidad de la Libertad cuenta con el servicio y sistema de abastecimiento inadecuado. Por lo que, se plantea construcciones, cambios y mejoramiento en sus componentes del sistema para su óptimo funcionamiento y abastecimiento.

##### **4.2.1. Parámetros de diseño.**

➤ **Trabajos topográficos.**

Se realizó el levantamiento topográfico para determinar los puntos de ubicación de los componentes para agua y UBS, altitud y distancia entre los componentes hidráulicos.

**Fotografía 1**

*Levantamiento topográfico.*



Fuente: Propia.

➤ **Periodo de diseño.**

El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural describe en la tabla 4 el periodo de diseño para infraestructuras sanitarias; por lo que, será diseñado para 20 años.

➤ **Población actual.**

En la actualidad la localidad de La Libertad cuenta con 137 habitantes distribuidas en 48 viviendas.

➤ **Población de diseño.**

Para el cálculo de la población de diseño, la tasa de crecimiento en el lugar de estudio es negativa. Las normas recomiendan en este caso considerar como tasa de crecimiento el valor

= 0. Se aplicó el método aritmético determinado en la Norma técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural.

Como población inicial cantidad beneficiarios = 137 habitantes. (datos recopilados en campo).

**Fórmula 1: F1 Estimación de la población de diseño**

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

Donde:

Pi : Población Inicial (habitantes)

Pd : Población futura o de diseño (habitantes)

r : Tasa de crecimiento anual (%)

t : Periodo de diseño (años)

*Fuente:* R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

**Tabla 11**

*Tasa de Crecimiento Promedio Anual*

Provincia	2007		2017		Variación intercensal 2007-2017		Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%	
<b>Total</b>	<b>1,225,474</b>	<b>100</b>	<b>1,246,038</b>	<b>100</b>	<b>20,564</b>	<b>1.7</b>	<b>0.2</b>
Huancayo	466,346	38.1	545,615	43.8	79,269	17.0	1.6
Concepción	60,121	4.9	55,591	4.5	-4,530	-7.5	-0.8
Chanchamayo	168,949	13.8	151,489	12.2	-17,460	-10.3	-1.1
Jauja	92,053	7.5	83,257	6.7	-8,796	-9.6	-1.0
Junín	30,187	2.5	23,133	1.9	-7,054	-23.4	-2.6
Satipo	193,872	15.8	203,985	16.4	10,113	5.2	0.5
Tarma	112,230	9.2	89,590	7.2	-22,640	-20.2	-2.2
Yauli	49,838	4.1	40,390	3.2	-9,448	-19.0	-2.1
Chupaca	51,878	4.2	52,988	4.3	1,110	2.1	0.2

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2018

**Aplicación de la fórmula F1.**

Datos:  $P_i = 137$ ;  $r = -0,8$ .

$$P_d = 137 * \left(1 + \frac{-0,8 * 20}{100}\right) = 115,8$$

$P_d < P_i$ , por tanto, se asumirá  $r = 0$ .

$$P_d = 137 * \left(1 + \frac{0 * 20}{100}\right) = 137$$

$P_d = 137$  habitantes.

➤ ***Cálculo de la densidad poblacional F12.***

Fórmula 2: **F2**

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Población}}{\text{Superficie}}$$

Fuente: INEI, 2020.

**Aplicación de la fórmula F2.**

Datos: Población 137 habitantes; Superficie 51.48 Km<sup>2</sup>

$$D_p = \frac{137}{51.48} = 2.66$$

Densidad poblacional = 2.66 = 3.00 habitantes por km<sup>2</sup>.

➤ ***Ubicación de la captación tipo manantial de ladera.***

Nombre : Pocyacc

Tipo : Ladera

Caudal de aforo en avenida : 0.55 l/s

Caudal de aforo en estiaje : 0.39 l/s

C.T.N. : 3932.044 msnm

Coordenadas UTM : 503436.8116 E; 8713316.6455 N

➤ ***Cálculo del volumen de agua.***

Para el cálculo se realizó mediante el método volumétrico (volumen-tiempo) con un recipiente y un cronometro, el recipiente de un volumen conocido, determinando el caudal en l/s, mediante la división del volumen en litros y el tiempo promedio en segundos. Las tomas de datos es como mínimo 5 mediciones, (Pittman, 1997).

## Fotografía 2

*Aforo de caudal.*



Fuente: Propia.

## Tabla 12

*Aforo Método volumétrico*

N° de Pruebas	1	2	3	4	5
Volumen (litros)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Tiempo (segundos)	7,30	7,10	7,27	7,21	7,31

Fuente: Propia.

Tiempo promedio = suma de tiempos entre número de pruebas.

Suma de tiempos = 36,19 segundos.

$T_p = 36,19 / 5 = 7,238$  segundos.

$T_p = 7,238$  segundos.

**Fórmula 3: F3 Método Volumétrico**

$$Q = V/t$$

Donde:

Q : Caudal en l/s

V : Volumen del recipiente en litros.

t : Tiempo promedio en segundos

*Fuente:* Pittman, 1997.

**Aplicación de la fórmula F3.**

Datos: Volumen = 4,00 litros; tiempo promedio = 7,238 segundos.

$$Q = \frac{4,00}{7,238} = 0,55$$

$$Q = 0,55 \text{ l/s.}$$

➤ ***Dotación de agua.***

La localidad de La Libertad se encuentra en la región sierra, la dotación de abastecimiento de agua para cada integrante de una vivienda se consideró de 80 l/hab.d. contará con la opción tecnológica de saneamiento con sistema de arrastre hidráulico. Además, en los Centros Educativos se consideró la dotación de agua de 20 l/alumno d. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

**Tabla 13***Dotación de Agua Habitantes.*

Región	Dotación Según Tipo de Opción Tecnológica (l/hab.d)	
	Sin Arrastre Hidráulico (Compostera y Hoyo Seco Ventilado)	Con Arrastre Hidráulico (Tanque Séptico Mejorado)
Costa	60	90
Sierra	50	80
Selva	70	100

Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

**Tabla 14***Dotación de Agua para Centros Educativos.*

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

Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

- ❖ **Gasto promedio.** Comprende consumo del agua en l/s que realizará la población durante un día, además recomienda asumir 0.01 l/s de pérdida en todo el sistema (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Fórmula 4: **F4 Gasto promedio**

$$Gp = \frac{Pi * Dot}{86400}$$

Donde:

Gp : Gasto promedio  
 Pi : Población inicial  
 Dot : Dotación en l/hab.d

Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

**Aplicación de la fórmula F4.**

Datos:

Población = 137 usuarios; dotación = 80 l/s

Estudiantes = 22 usuarios; dotación = 20 l/s

$$Gp = \frac{137 \times 80}{86400} = 0,127$$

Consumo = 0,13 l/s + 0,01 l/s gasto de pérdida en el sistema (asumida según norma).

Gpc = 0,14 l/s. (población).

$$Gp = \frac{22 \times 20}{86400} = 0,005$$

Gpc = 0,005 l/s. (estudiantes).

- ❖ **Consumo máximo diario (Qmd).** El cálculo se desarrolló tomando en cuenta un factor,  $k = 1,3$  del consumo promedio diario anual (Qp) establecido en la Norma

Fórmula 5: **F5 Consumo máximo diario**

$Qp = \frac{Dot \times Pd}{86400}$	
$Qmd = 1,3 \times Qp$	
Donde:	
Qp	: Caudal promedio diario anual en l/s
Qmd	: Caudal máximo diario en l/s.
Dot	: Dotación en l/hab.d
Pd	: Población de diseño en habitantes (hab)

**Fuente:** R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

**Aplicación de la fórmula F5.**

Datos:

Dotación = 0.80 l/hab.d.; Población de diseño = 137 habitantes, 0.01 l/s de pérdida en el sistema.

$$Qp = \frac{80 \times 137}{86400} = 0.127 + 0.01 = 0.14$$

$$Qmd = 1,3 \times 0.14 = 0.18$$

$$Qmd = 0.18 \text{ l/s.}$$

- ❖ **Consumo máximo horario (Qmh).** El cálculo se desarrolló tomando en cuenta un factor,  $k = 2,0$  del consumo promedio diario anual (Qp) establecido en la Norma.

**Fórmula 6: F6 Consumo máximo horario**

$Qp = \frac{Dot \times Pd}{86400}$ $Qmh = 2 \times Qp$ <p>Donde:</p> <p>Qp : Caudal promedio diario anual en l/s</p> <p>Qmh : Caudal máximo horario en l/s.</p> <p>Dot : dotación en l/hab.d.</p> <p>Pd : Población de diseño en habitantes (hab)</p>
---

*Fuente:* RM-192 2018 MVCS.

**Aplicación de la fórmula F6.**

$$Qp = \frac{80 \times 137}{86400} = 0.127$$

$$Qmd = 2 \times 0.14 = 0.28$$

$$Qmh = 0,28 \text{ l/s.}$$

- **Análisis de la oferta y demanda.**

- ❖ **Análisis del caudal de oferta**

El caudal de oferta deberá ser mayor al caudal de demanda, realizando el cálculo al 80% del caudal máximo del aforo, (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

*Fórmula 7: F7 Caudal de oferta*

$$Q_{oferta} = 80\% * Q_{aforo}$$

*Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.*

**Aplicación de la fórmula F7.**

Dato: Caudal de aforo manantial = 0.55 l/s

$$Q_{of} = 0.80 * 0.55 = 0.44$$

$$Q_{of} = 0.44 \text{ l/s.}$$

- ❖ **Análisis del caudal de demanda.** Es el caudal máximo diario que deberá utilizar la población siendo esta menor que el caudal de oferta.

Dato:  $Q_{md} = 0.18 \text{ l/s}$

$$Q_{of} = 0.44 \text{ l/s.}$$

Por tanto, tenemos:

$$Q_{oferta} 0.44 \text{ l/s} > 0,18 \text{ l/s } Q_{demanda}.$$

#### **4.2.2. Captación de manantial**

Se plantea la construcción de una captación tipo manantial de ladera para abastecer a la comunidad de La Libertad, la estructura será de concreto armado, que cumplirá la función de reunir el caudal, contara con cámara de protección para el flujo de agua que brota de la pendiente, accesorios y válvulas de control, rebose, tubería de limpieza; la determinación de la pantalla, diámetro de tubería de ingreso, numero de orificios en la pantalla, entre otros se

establece acorde a los parámetros establecidos en la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de saneamiento en el Ámbito Rural del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

Según los parámetros de estandarización señalados en la Norma, se tomó en cuenta los criterios de diseño para captación en manantial de ladera con caudales máximo diarios (Qmd) de menor o igual a 0,50 l/s, los componentes serán diseñados para 0,50 l/s, (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

➤ **Ancho de pantalla.** Para el coeficiente de descarga (Cd) se asumirá valores entre 0.6 a 0.8, carga sobre el centro de orificio (H) se asumirá valores entre 0.40m a 0.50m, altura de la cámara húmeda sobre la base recomienda una velocidad menor o igual a 0.60 m/s.(V<sub>2</sub>) (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

❖ **Cálculo del área requerida para descarga F8.**

Fórmula 8: F8

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

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

Donde:  
 Q<sub>max</sub> : Gasto máximo de la fuente (l/s)  
 C<sub>d</sub> : Coeficiente de descarga (valores entre 0.6 a 0.8)  
 g : Aceleración de la Gravedad (9.81 m/s<sup>2</sup>)  
 H : Carga sobre el centro del orificio (valores entre 0.40m a 0.50m)

*Fuente:* R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

### Aplicación de la fórmula F8.

Dato:

$$Q_{max} = 0.50 \text{ l/s}$$

$$V_2 = 0.60 \text{ m/s, (recomendado por norma)}$$

$C_d = 0.80$  (asumido por norma)

$$Q_{max} = 0.60 * 0.80 * 0.00104$$

$$A = \frac{0.00050}{0.60 * 0.80} = 0.00104$$

$$A = 0.00104 \text{m}^2.$$

$$Q_{max} = 0.000748 \text{m}^3/\text{s} = 0.748 \text{l/s}.$$

❖ ***Cálculo de la velocidad de paso teórica m/s F9.***

Fórmula 9: **F9**

$$V_t = C_d * \sqrt{2gH}$$

Donde:

$V_t$  : Velocidad teórica

$C_d$  : Coeficiente de descarga (valores entre 0.6 a 0.8)

$g$  : Aceleración de la Gravedad ( $9.81 \text{ m/s}^2$ )

$H$  : Carga sobre el centro del orificio (valores entre 0.40m a 0.50m)

*Fuente:* R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

**Aplicación de la fórmula F9.**

Datos:

$C_d = 0.80$ , (asumido según norma)

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$ , (velocidad de la gravedad)

$$V_t = 0.80 * \sqrt{2 * 9.81 * 0.40}$$

$V_{2t} = 2.24 \text{ m/s}$ . (velocidad de entrada a la tubería calculada).

$V_2 = 0.60 \text{ m/s}$  (asumida, velocidad en la entrada de la tubería recomienda en la norma).

❖ ***Cálculo del diámetro de tubería de ingreso (m) F10.***

Fórmula 10: F0

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

Donde:

D : Diámetro de tubería de ingreso (m)

*Fuente:* R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.**Aplicación de la fórmula F10.**Datos: A= 0.001558 m<sup>2</sup>

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.001558}{\pi}}$$

D = 0.0445 m. calculado, (recomienda 2" pulgadas)

D= 0.0508m = 2" pulgadas (asumido)

❖ ***Cálculo de numero de orificios en la pantalla F11***

Fórmula 11: F11

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

*Fuente:* RM-192 2018 MVCS.**Aplicación de la fórmula F11.**

Datos:

D calculado = 0.0445 m.

D asumido = 0.0508m.

$$Norif = \frac{0.0445}{0.0508} + 1 = 1.87$$

N°orif = 2.

❖ ***Cálculo del ancho de la pantalla (b) F12.***

Fórmula 12: F12

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

**Aplicación de la fórmula F12.**

Datos:

$D = 0.0508\text{m}$ . (asumida).

$Norf = 2$  und.

$$b = 2 * (6 * 0.0508) + 2 * 0.0508 + 3 * 0.0508 * (2 - 1) = 0.863$$

$b = 0.863\text{m}$ . (se asumirá 1.50m por trabajabilidad)

➤ ***Cálculo de la Pérdida de carga de afloramiento en la captación (m) F13***

Fórmula 13: F13

$$H_f = H - h_o \quad ; \quad h_o = 1.56 \frac{V_2^2}{2g}$$

Donde:

$H$  : Carga en el centro del orificio (m).

$h_o$  : Pérdida de carga en el orificio (m).

$H_f$  : Pérdida de carga en afloramiento en la captación (m)

**Aplicación de la fórmula F13.**

Datos:

$H = 0,40\text{m}$ . (asumida según norma).

$V_2 = 0.60\text{m/s}$

$$H_f = 0.40 - 0.0286 = 0.371 \quad ; \quad h_o = 1.56 \frac{0.60^2}{2 * 9.81} = 0.0286$$

$h_o = 0.03\text{m}$

$H_f = 0.37\text{m}$  (Pérdida de carga en afloramiento en la captación).

➤ ***Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la captación F14.***

Fórmula 14: F14

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

Donde:

L : Distancia afloramiento – captación (m).

**Aplicación de la fórmula F13.**

Datos:

Hf = 0.37m (Pérdida de carga en afloramiento en la captación).

$$L = \frac{0.37}{0.30} = 1.23$$

L = 1.23m. (por trabajabilidad se asumirá, 1.30m).

➤ ***Cálculo de la altura de la cámara húmeda y la altura del agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción (C).***

❖ ***Cálculo del gasto de salida de la captación (C) F15.***

Fórmula 15: F15

$$C = 1.56 * \frac{V^2}{2g} ; 1.56 * \frac{Qmd^2}{2g * A^2}$$

**Aplicación de la fórmula F15.**

Datos:

Qmd = 0.50 l/s = 0.00050m<sup>3</sup>/s.A = 0.00203m<sup>2</sup>.g = 9.81m/s<sup>2</sup>

$$C = 1.56 * \frac{0.00050^2}{2 * 9.81 * 0.00203^2} = 0.00482$$

$$C = 0.00482\text{m} = 0.482 \text{ cm.}$$

❖ ***Cálculo de la altura de la cámara húmeda F16.***

Fórmula 16: F16

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

Donde:

A : Altura mínima para permitir la sedimentación de arenas, se considera una altura mínima de 10 cm.

B : Se considera la mitad del diámetro de la canastilla

C . Altura del agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción (se recomienda de 30 cm).

D : desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo)5 cm).

E : Borde libre (se recomienda mínimo 30 cm).

**Aplicación de la fórmula F16.**

Datos:

A = 15.cm. (asumido según norma).

B = 2.54cm = 1 pulgada

C = 40cm. (asumido según norma). C = 0.482 cm. (calculada)

D = 10cm

E = 40cm

$$Ht = 15 + 2.54 + 40 + 10 + 40 = 1.0754$$

$$Ht = 1.0754\text{m} = 1.10\text{m.}$$

➤ ***Dimensionamiento de la canastilla.***

Recomienda que debe de ser dos veces el diámetro de la tubería de la línea de conducción.

(Da) (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Diámetro de la línea de conducción. Da = 1 pulgadas.

❖ ***Cálculo de la tubería de conducción F17.***

Fórmula 17: F17

$$A = \frac{Qmd}{V_2 * Cd} \quad ; \quad D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

**Aplicación de la fórmula F17.**

Datos:

Qmd = 0.75 l/s. (caudal de diario).

V<sub>2</sub> = 0.60m/s. (asumido según la norma).

Cd = 0.80. (asumido según la norma).

$$A = \frac{0.00075}{0.60 * 0.80} = 0.00156 \quad ; \quad D = \sqrt{\frac{4 * 0.00156}{\pi}} = 0.0446$$

Área = 0.00156m<sup>2</sup>.

D<sub>líneaconduc.</sub> = 0.0446/2 m = 0.0223 (Recomendada por norma)

D<sub>líneaconduc</sub> = 0.0223 m = 1" (diámetro comercial en pulgadas).

❖ ***Cálculo de dimensionamiento de la canastilla.***

Donde:

$D_{canastilla} = 2 * D_{línea de conducción}$

Datos:

D<sub>líneacond.</sub> = 0.0254m

$D_{\text{canastilla}} = 0.0508\text{m} = 2''$  pulgadas (medida Comercial).

❖ ***Longitud de la canastilla.***

Recomienda que la longitud debe de ser mayor a 3 veces el diámetro de la línea de conducción y menor a 6 veces el diámetro de la línea de conducción (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Donde:

$$3D_{\text{cond}} < L_c < 6D_{\text{cond}}$$

Datos:

$$D_{\text{líneacond.}} = 0.0254\text{m}$$

$$3 * 0.0381\text{m} = 0.0762\text{m.}$$

$$6 * 0.0381\text{m} = 0.1524\text{m.}$$

$$0.0762 < 0.15 < 0.1524$$

$$L_{\text{canastilla}} = 0.15 \text{ m.}$$

❖ ***Determinación del área total de ranuras ( $A_{\text{total}}$ ) y área lateral de la granada ( $A_g$ ).***

El área total de ranuras es  $2xA$  y recomienda que esta debe ser menor al 50% de área lateral de la granada, siendo recomendada el ancho de ranura 5mm de ancho por 7m de largo (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

▪ ***Cálculo del área total de las ranuras F18.***

Fórmula 18: **F18**

$A_t = 2A$
------------

**Aplicación de la fórmula F19.**

Datos:

$$A = 0.0020268 \text{ m}^2. \text{ (tubería de } 2'' \text{ pulgadas).}$$

Ancho de la ranura = 5mm. (medida recomendada en la norma).

Largo de la ranura = 7mm. (medida recomendada en la norma).

$A_r = 35\text{mm} = 0.000035\text{m}^2$ .

$$A_t = 2 * 0.0020268 = 0.004054 \text{ m}^2$$

$$A_{tr} = 0.004054 \text{ m}^2.$$

- ***Cálculo del área lateral de la granada ( $A_g$ ).***

Fórmula 19: **F19**

$$A_g = 0.5 * D_g * L$$

**Aplicación de la fórmula F19.**

Datos:

$D_g = 0.0504\text{m}$ .

$L = 0.15\text{m}$

$$A_g = 0.5 * 0.0504 * 0.15 * \pi$$

$$A_g = 0.01187 \text{ m}^2.$$

Por tanto,  $A_t = 0.004054 \text{ m}^2 < 0.01187 \text{ m}^2$

- ***Determinación del número de ranuras ( $N^{\circ}r$ ) F20.***

Fórmula 20: **F20**

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

**Aplicación de la fórmula F20.**

Datos:

$A_{tr} = 0.004054 \text{ m}^2$ .

$A_r = 0.000035\text{m}^2$ .

$$N^{\circ} \text{ranuras} = \frac{0.004054}{0.000035}$$

N° de ranuras = 115.

➤ **Cálculo de rebose y limpieza.**

Recomienda que la pendiente debe ser de 1 a 1.5 %, la tubería de rebose y la tubería de limpieza tienen el mismo diámetro, además recomienda 0,018 m/m de pérdida de carga unitaria (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Fórmula 21: **F21 Cálculo de rebose y limpieza.**

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

Donde:

Qmax : Gasto máximo de la fuente (l/s)

Hf : Pérdida de carga unitaria en (m/m) – (valor recomendado: 0.015 m/m)

Dr : Diámetro de tubería de rebose (plg)

**Aplicación de la fórmula F21.**

Datos:

Qmax = 0.75 l/s

hf = 0.015 m/m (valor recomendado por norma)

$$D_r = \frac{0.71 * 0.75^{0.38}}{0.015^{0.21}}$$

D rebose = 1,5375 plg = 2 plg (medida comercial).

D limpia = 1,5375 plg = 2 plg (medida comercial).

➤ **Cálculos estructurales de la captación.**

❖ **Estructura.**

La estructura está compuesta por muros en ambas direcciones de concreto armado, estas, están vinculadas por lozas en los entrepisos, los muros tienen la finalidad de resistir las cargas de gravedad, el peso del muro, peso del techo y carga correspondiente, además los muros resisten las fuerzas horizontales generadas por sismo. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

❖ ***Materiales.***

Son materiales a usar en su construcción, estas, deben de cumplir parámetros establecidos normadas como:

▪ ***Resistencia mínima del concreto armado a los 28 días:***

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

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

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

▪ ***Resistencia mínima del concreto simple a los 28 días:***

Solados y falsas zapatas  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$

▪ ***Resistencia mínima a la fluencia del acero:***

Acero de construcción grado 60  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad concreto  $E_c = 15000\sqrt{f'c} \text{ kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad acero  $E_s = 2040000 \text{ kg/cm}^2$

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I en general,

(Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

❖ ***Diseño estructural de la cámara húmeda.***

Para el diseño estructural se consideró un ángulo de fricción interna en el suelo, peso específico del suelo datos generados por el estudio de suelo; además, se consideró un empuje del sismo igual al 75% del empuje del terreno. El peso

específico del concreto para el cálculo del peso de la estructura es de 2.4 t/m<sup>3</sup> para concreto armado, (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

▪ ***Empuje del suelo sobre el muro (p) F22.***

Dato:

$\phi$  de fricción = 17.50°.

$e_b = 0.027\text{m}$ .

Fórmula 22: **F22**

$$C_{ah} = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} ; P = \frac{C_{ah} \cdot Y_s \cdot (H_s + e_b)^2}{2}$$

**Aplicación de la fórmula F22.**

$$C_{ah} = \frac{1 - 17.5}{1 + 17.5} ; P = \frac{0.538 \cdot 1270 \cdot (0.95 + 0.027)^2}{2}$$

$C_{ah} = 0.538$ . (coeficiente de empuje).

$P = 325.87\text{kg}$ . (Empuje del suelo sobre el muro).

▪ ***Momento de vuelco (Mo) F23.***

Fórmula 23: **F23**

$$Y = \left(\frac{H_s}{3}\right) ; M_o = P * Y$$

$Y = 0.317\text{m}$

**Aplicación de la fórmula F23.**

Datos:

$P = 325.87\text{kg}$ .

$Y = 0.317\text{m}$

$$M_o = 325.87 * 0.317$$

$$M_o = 103.3 \text{ kg-m}$$

- **Momento de estabilización ( $M_r$ ) y el peso ( $W$ ) F24.**

Fórmula 24: F24.

$$M_r = W \cdot X$$

$$W = em \cdot Ht \cdot \gamma_c \quad ; \quad X = \left( \frac{b}{2} + \frac{em}{2} \right)$$

Dónde:

$W$  = (Peso de la estructura)

$X$  = (Distancia al centro de gravedad)

$Em$  = 0.20m. (Espesor del muro)

$Ht$  = 1.10m. (Altura de la cámara húmeda).

$\gamma_c$  = 2400kg/m<sup>3</sup>.

$b$  = 1.50m. (Ancho de la pantalla)

**Aplicación de la fórmula F24.**

$W$  = 528.00 kg. (Peso de la estructura)

$X$  = 0.85m (Distancia al centro de gravedad)

$$M_r = 528 * 0.85 = 448.80$$

$M_r$  = 448.80 kg-m. (Momento de estabilización).

- **Para verificar si el momento resultante pasa por el tercio central F25.**

Fórmula 25: F25

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

Datos:

$M_r$  = 448.80 kg-m

$$M_o = 103.30 \text{ kg-m}$$

$$W = 528.00 \text{ kg.}$$

**Aplicación de la fórmula F25.**

$$a = \frac{448.80 + 103.3}{528}$$

$$a = 0.65 \text{ m}$$

- ***Chequeo por volteo (Cdv) deberá ser mayor de 1.6. F26***

Fórmula 26: F26

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

**Aplicación de la fórmula F26.**

Datos:

$$M_r = 448.80 \text{ kg-m}$$

$$M_o = 103.30 \text{ kg-m}$$

$$C_{dv} = \frac{448.80}{103.30}$$

$$C_{dv} = 4.34 \quad \text{Cumple!}$$

- ***Chequeo por deslizamiento F27.***

Fórmula 27: F27

$$C_{dd} = \frac{F}{P} \quad ; \quad F = \mu \cdot W$$

**Aplicación de la fórmula F27.**

Datos:

$$P = 325.87 \text{ kg.}$$

$$W = 528.00 \text{ kg.}$$

$$\mu = C_f * W/1000 = 0.027 * 528.00/1000.$$

$$\mu = 0.01425$$

$$F = 7.524 \text{kg.}$$

$$C_{dd} = \frac{7.524}{325.87} \quad ; \quad F = 0.01425 * 528$$

$$C_{dd} = 0.023$$

- **Chequeo para la máxima carga unitaria.** El mayor de los P1 debe de ser menor a la capacidad de carga del terreno. **F28**

Fórmula 28: **F28**

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

**Aplicación de la fórmula F28.**

Datos:

$$b = 1.50 \text{m.}$$

$$em = 0.20 \text{m.}$$

$$L = b/2 + em. \text{ entonces, } b = 1.50 \text{m}/2 \quad ; \quad em = 0.20 \text{m.}$$

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

$$P_1 = (4 * 0.95 - 6 * 0.65) \frac{528}{0.95^2}$$

$$P_1 = (6 * 0.65 - 2 * 0.95) \frac{528}{0.95^2}$$

$$P1 = -0.0058 \text{kg/cm}^2$$

$$P1 = 0.117 \text{ kg/cm}^2.$$

Comparando:

$$P \leq \sigma_t$$

$$0.0117 \text{ kg/cm}^2 < 0.95 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Cumple!}$$

❖ **Acero horizontal en muros.**

Datos de entrada.

H = 1.10m. (Altura de la caja de la cámara húmeda).

$\gamma = 1.27 \text{ ton/m}^3$ . (peso específico del suelo).

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

$F'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

$q_t = 0.95 \text{ kg/cm}^2$ . (capacidad de carga del suelo).

$\Theta = 17.5^\circ$ . (ángulo de fricción)

S/C = 300 kg/cm<sup>2</sup>

L = 1.50 m. (ancho de la pantalla).

▪ **Cálculo de empuje del terreno y sismo F29**

Fórmula 29: **F29**

$$P_t = K_a * w * H_p \quad ; \quad K_a = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

**Aplicación de la fórmula F29.**

$$K_a = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{17.5}{2} \right)$$

$$K_a = 0.537.$$

$$P_t = 0.537 * 1.27 * 1.10$$

$P_t = 0.656 \text{ ton/m}^2$ . (empuje del suelo)

$E = 0.495 \text{ ton/m}^2$ . (al 75% de  $P_t$  por sismo)

$$P_t = 0.537 * 1.27 * 1.10 \quad ; \quad K_a = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{17.5}{2} \right)$$

Por tanto, empuje ultimo será:

$$P_u = 1.54 \text{ tn/m}^2.$$

▪ ***Cálculo de los momentos F30.***

Fórmula 30: **F30.**

$$M (+) = \frac{P_t * L^2}{16} \quad ; \quad M (-) = \frac{P_t * L^2}{12}$$

**Aplicación de la fórmula F30.**

Datos:

$$P_u = 1.54 \text{ tn/m}^2.$$

$$L = 1.50\text{m}$$

$$M (+) = \frac{1.54 * 1.50^2}{16} \quad ; \quad M (-) = \frac{1.54 * 1.50^2}{12}$$

Entonces:

$$M (+) = 0.22 \text{ tn/m}^2.$$

$$M (-) = 0.29 \text{ tn/m}^2.$$

▪ ***Cálculo del acero de refuerzo As F31.***

Fórmula 31: **F31.**

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - a/2)} \quad ; \quad a = \frac{A_s * F_y}{0.85 f'_c b}$$

**Aplicación de la fórmula F31.**

Datos:

$$M_u = 0.29 \text{ t/m}^2$$

$$b = 150 \text{ cm}$$

$$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$d = 14.37\text{cm}$ . (ancho del muro descontado el tarrajeo y recubrimiento)

**Tabla 15**

*Tabla de Iteraciones*

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	2.87	0.59
2 Iter	0.09	0.53
3 Iter	0.08	0.53
4 Iter	0.08	0.53
5 Iter	0.08	0.53
6 Iter	0.08	0.53
7 Iter	0.08	0.53
8 Iter	0.08	0.53

Fuente: Elaboración propia.

$$a = 0.08\text{cm}$$

$$A_s = 0.53.\text{cm}^2$$

Nota:  $A_s$  de  $3/8 = 0.71\text{cm}^2$

- ***Cálculo del área mínima F32.***

Fórmula 32: **F32**

$$A_{s\text{min}} = 0.0018 * b * d$$

**Aplicación de la fórmula F32.**

$$A_{s\text{min}} = 0.0018 * 150 * 14.37$$

$$A_{s\text{min}} = 3.88 \text{ cm}^2.$$

- ***Distribución del acero.*** Se realiza el cálculo con el área de acero mínimo calculado.

**Tabla 16***Tabla de Distribución de Acero*

As(cm <sup>2</sup> )	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
<b>3.88</b>	6.00	4.00	2.00	2.00	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, se usará 6 Ø3/8" @ 0.25 m en ambas caras.

❖ *Acero vertical en muros.*

Datos:

H = 1.10m. (Altura de la caja de la cámara húmeda).

Y = 1.27 ton/m<sup>3</sup>. (peso específico del suelo).

F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>.

F'y = 4200 kg/cm<sup>2</sup>

qt = 0.95 kg/cm<sup>2</sup>. (capacidad de carga del suelo).

Θ = 17.5°. (ángulo de fricción)

S/C = 300 kg/cm<sup>2</sup>

L = 1.50 m. (ancho de la pantalla).

Ka = 0.537.

▪ *Cálculo de los momentos F33.*

Fórmula 33: **F33**

$$M(-) = 1.70 * 0.03 * Ka * Y * H * L * ; \quad M(+) = M(-)/4$$

*Aplicación de la fórmula F33.*

M (-) = 0.057 tn-m.

M (+) = 0.02 tn-m

Incluyendo carga de sismo el 75% de la carga de empuje del terreno (según norma).

M (-) = 0.11 tn-m.

M (+) = 0.035 tn-m

▪ **Cálculo del área mínima F34.**

Fórmula 34: **F34**

$$A_{smin} = 0.0018 * b * d$$

Asmin = 3.88 cm<sup>2</sup>.

**Tabla 17**

*Tabla de Iteraciones*

Nº	a (cm)	As(cm <sup>2</sup> )
1 iter.	1.44	0.23
2 Iter	0.04	0.22
3 Iter	0.03	0.22
4 Iter	0.03	0.22
5 Iter	0.03	0.22

Fuente: Elaboración propia.

- **Distribución del acero.** Se realiza el cálculo con el área de acero mínimo calculado entre el As del acero propuesto.

**Tabla 18**

*Tabla de Distribución de Acero Vertical*

As(cm <sup>2</sup> )	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
<b>3.88</b>	6.00	4.00	2.00	2.00	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, se usará 6 Ø3/8" @ 0.25 m en ambas caras.

❖ **Diseño de losa de fondo.**

Datos:

H = 0.20m. (Altura piso).

Ancho = 1.80m.

Largo = 1.80m.

Wc = 2.40tn-m.

Ww = 1.00tn-m<sup>3</sup>.

Ha = 0.50m.

Qc = 0.95kg/cm<sup>2</sup>. (capacidad de carga del suelo)

W total = 3.3042tn-m. (peso de la estructura y el agua).

Área de la losa = 3.24m<sup>2</sup>.

▪ **Cálculo de la reacción neta del suelo F35.**

Fórmula 35: F35

$$R_s = \frac{1.2 * W_t *}{A \text{ losa}}$$

**Aplicación de la fórmula F35.**

$$R_s = 1.22 \text{tn/m}^2 = 0.12 \text{kg/cm}^2.$$

Por tanto, la reacción neta del suelo deberá ser menor a la capacidad de carga del suelo.

$$R_s = 0.12 \text{kg/cm}^2 < 0.95 \text{kg/cm}^2 = St, \dots \dots \dots \text{(correcto)}$$

$$A_{\text{min}} = 0.0018 * 100 * H * 100$$

$$A_{\text{min}} = 3.4734 \text{cm}^2.$$

▪ **Distribución del acero.**

**Tabla 19***Tabla de Distribución de Acero Vertical*

As(cm2)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
<b>3.474</b>	6.00	5.00	3.00	2.00	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, se usará 5 Ø3/8" @ 0.35 m en ambos sentidos.

➤ ***Diseño estructura de la cámara seca.***

Datos de entrada.

H = 0.70 m. (Altura de la caja de la cámara seca).

Hs = 0.50 m. (altura del suelo)

b = 0.80 m. (ancho de la pantalla).

Em = 0.15 m. (espesor del muro).

Y = 1.27 ton/m<sup>3</sup>. (peso específico del suelo).

Θ = 17.5°. (ángulo de fricción).

Cf = 0.027. (coeficiente de fricción)

W<sub>Yc</sub> = 2400kg/m<sup>3</sup>. (peso específico del concreto)

qt = 0.95 kg/cm<sup>2</sup>. (capacidad de carga del suelo).

❖ ***Empuje del suelo sobre el muro (P) F36.***

Fórmula 36: **F36**

$$C_{ah} = \frac{1 - \sin\Theta}{1 + \sin\Theta} ; P = \frac{C_{ah} \cdot Y_s \cdot (H_s + e_b)^2}{2}$$

**Aplicación de la fórmula F36.**

$$C_{ah} = \frac{1 - 17.5}{1 + 17.5} ; P = \frac{0.538 * 1270 * (0.50 + 0.027)^2}{2}$$

$C_{ah} = 0.538$ . (coeficiente de empuje).

$P = 85.35\text{kg}$ . (Empuje del suelo sobre el muro).

❖ **Momento de vuelco ( $M_o$ ) F37.**

Fórmula 37: **F37**

$$Y = \left(\frac{Hs}{3}\right) ; M_o = P * Y$$

$Y = 0.166\text{m}$

**Aplicación de la fórmula F37.**

Datos:

$P = 85.35\text{kg}$ .

$Y = 0.166\text{m}$

$$M_o = 85.35 * 0.317$$

$$M_o = 14.22 \text{ kg-m}$$

❖ **Momento de estabilización ( $M_r$ ) y el peso ( $W$ ) F38.**

Fórmula 38: **F38**

$$M_r = W . X$$

**Aplicación de la fórmula F38.**

Datos:

$W = \text{em} . Ht . \gamma_c$  , (Peso de la estructura)

$$W1 = 252.0 \text{ kg.}$$

$X = (b/2 + em/2)$ , (Distancia al centro de gravedad)

$X = 0.48\text{m}$  (Distancia al centro de gravedad)

$$M_r = 252 * 0.48 = 119.70$$

$M_r = 119.70 \text{ kg-m.}$  (Momento de estabilización).

❖ *Verificación del momento resultante pasa por el tercio central F39.*

Fórmula 39: **F39**

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

*Aplicación de la fórmula F39.*

Datos:

$$M_r = 119.70 \text{ kg-m}$$

$$M_o = 14.22 \text{ kg-m}$$

$$W = 252.00 \text{ kg.}$$

$$a = \frac{119.70 + 14.22}{252}$$

$$a = 0.42 \text{ m}$$

❖ *Chequeo por volteo (Cdv) deberá ser mayor de 1.6. F40*

Fórmula 40: **F40**

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

*Aplicación de la fórmula F40.*

Datos:

$$M_r = 119.70 \text{ kg-m}$$

$$M_o = 14.22 \text{ kg-m}$$

$$C_{dv} = \frac{119.70}{14.22}$$

$C_{dv} = 8.417 > 1.6$ . ¡Cumple!

❖ ***Chequeo por deslizamiento F41.***

Fórmula 41: **F41**

$$C_{dd} = \frac{F}{P} \quad ; \quad F = \mu \cdot W$$

**Aplicación de la fórmula F41.**

Datos:

$P = 85.35\text{kg}$ .

$W = 252 \text{ kg}$ .

$\mu = C_f \cdot W/1000 = 0.027 \cdot 252/1000$ .

$\mu = 0.007 < C_{dd}$

$$C_{dd} = \frac{7.524}{325.87} \quad ; \quad F = 0.007 \cdot 252$$

$F = 6.804\text{kg}$

$C_{dd} = 0.08 > 0.007$  ¡Cumple!

❖ ***Chequeo para la máxima carga unitaria F42.*** El mayor de los P1 debe de ser menor a la capacidad de carga del terreno.

Fórmula 42: **F42**

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

**Aplicación de la fórmula F42.**

Datos:

$b = 0.80\text{m}$ .

$$em = 0.15m.$$

$$L = b/2 + em. \text{ entonces: } b = 0.80m/2 ; em = 0.15m.$$

$$L = 0.55m.$$

$$a = 0.42 m$$

$$P_1 = (4 * 0.55 - 6 * 0.42) \frac{252}{0.55^2}$$

$$P_1 = (6 * 0.42 - 2 * 0.55) \frac{252}{0.55^2}$$

$$P1 = -0.03kg/cm^2$$

$$P1 = 0.118 kg/cm^2.$$

Comparando:

$$P \leq \sigma_t$$

$$0.118 kg/cm^2 < 0.95 kg/cm^2 \quad \text{Cumple!}$$

❖ **Acero horizontal en muros.**

Datos de entrada.

$$H = 0.70m \text{ (Altura de la caja de la cámara seca).}$$

$$\gamma = 1.27 \text{ ton/m}^3. \text{ (peso específico del suelo).}$$

$$F'c = 210 kg/cm^2.$$

$$F'y = 4200 kg/cm^2$$

$$qt = 0.95 kg/cm^2. \text{ (capacidad de carga del suelo).}$$

$$\Theta = 17.5^\circ. \text{ (ángulo de fricción)}$$

$$S/C = 300 kg/cm^2$$

$$L = 0.80 m. \text{ (ancho de la pantalla).}$$

▪ **Cálculo de empuje del terreno y sismo F43**

Fórmula 43: **F43**

$$P_t = K_a * W * H_p \quad ; \quad K_a$$

$$= \text{Tan}^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

**Aplicación de la fórmula F43.**

$$K_a = \text{Tan}^2 \left( 45^\circ - \frac{17.5}{2} \right)$$

$$K_a = 0.537.$$

$$P_t = 0.537 * 1.27 * 0.70$$

$$H = P_t = 0.42 \text{ ton/m}^2. \text{ (empuje del suelo)}$$

$$E = 0.31 \text{ ton/m}^2. \text{ (al 75\% de } P_t \text{ por sismo)}$$

Por tanto, empuje ultimo será:

$$P_u = 0.98 \text{ tn/m}^2.$$

▪ ***Cálculo de los momentos F44.***

Fórmula 44: **F44.**

$$M (+) = \frac{P_t * L^2}{16} \quad ; \quad M (-) = \frac{P_t * L^2}{12}$$

**Aplicación de la fórmula F44.**

Datos:

$$P_u = 0.98 \text{ tn/m}^2.$$

$$L = 0.80 \text{ m.}$$

$$M (+) = \frac{0.98 * 0.80^2}{16} \quad ; \quad M (-) = \frac{0.98 * 0.80}{12}$$

Entonces:

$$M (+) = 0.04 \text{ tn/m}^2.$$

$$M (-) = 0.05 \text{ tn/m}^2.$$

- ***Cálculo del acero de refuerzo  $A_s$  F45.***

Fórmula 45: **F45**

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - a/2)} \quad ; \quad a = \frac{A_s * F_y}{0.85 f'_c b}$$

**Aplicación de la fórmula F45.**

Datos:

$$M_u = 0.05 \text{ t/m}^2$$

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

$$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$d = 4.37 \text{ cm}$ . (10cm del ancho de muro asumido, descontado el tarrajeo y recubrimiento)

$$a = 0.08 \text{ cm}$$

$$A_s = 0.32 \text{ cm}^2.$$

Nota:  $A_s$  de 3/8 = 0.71 cm<sup>2</sup>

**Tabla 20***Tabla de Iteraciones*

N°	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	0.44	0.33
2 Iter	0.08	0.32
3 Iter	0.08	0.32
4 Iter	0.08	0.32
5 Iter	0.08	0.32
6 Iter	0.08	0.32
7 Iter	0.08	0.32
8 Iter	0.08	0.32

Fuente: Elaboración propia.

- *Cálculo del área mínima del acero F46.*

Fórmula 46: **F46**

$$A_{smin} = 0.0018 * b * d$$

*Aplicación de la fórmula F46.*

$$A_{smin} = 0.0018 * 100 * 4.37$$

$$Asmin = 0.786 \text{ cm}^2.$$

- *Distribución del acero.*

**Tabla 21***Tabla de Distribución de Acero*

As(cm2)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
<b>0.79</b>	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, se usará Ø3/8" @ 0.50 m en ambas caras.

- ❖ *Acero vertical en muros.*

Datos:

$H = 0.70\text{m}$ . (Altura de la caja de la cámara húmeda).

$\gamma = 1.27 \text{ ton/m}^3$ . (peso específico del suelo).

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

$F'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

$q_t = 0.95 \text{ kg/cm}^2$ . (capacidad de carga del suelo).

$\Theta = 17.5^\circ$ . (ángulo de fricción)

$S/C = 300 \text{ kg/cm}^2$

$L = 0.80 \text{ m}$ . (ancho de la pantalla).

$K_a = 0.537$ .

▪ ***Cálculo de los momentos F47.***

Fórmula 47: **F47**

$$M(-) = 1.70 * 0.03 * K_a * \gamma * H * L * ; \quad M(+) = M(-)/4$$

***Aplicación de la fórmula F47.***

$$M(-) = 0.01 \text{ tn-m.}$$

$$M(+) = 0.0034 \text{ tn-m}$$

Incluyendo carga de sismo el 75% de la carga de empuje del terreno (según norma).

$$M(-) = 0.02 \text{ tn-m.}$$

$$M(+) = 0.0034 \text{ tn-m}$$

▪ ***Cálculo del área mínima F48.***

Fórmula 48: **F48**

$$A_{\text{min}} = 0.0018 * b * d$$

$$A_{smin} = 0.79 \text{ cm}^2.$$

**Tabla 22**

*Tabla de Iteraciones*

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	1.44	0.15
2 Iter	0.04	0.15
3 Iter	0.03	0.15
4 Iter	0.03	0.15
5 Iter	0.03	0.15

Fuente: Elaboración propia.

▪ **Distribución del acero.**

**Tabla 23**

*Tabla de Distribución de Acero Vertical*

As(cm2)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
<b>0.79</b>	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, se usará Ø3/8" @ 0.40 m en ambas caras.

❖ **Diseño de losa de fondo.**

Datos:

H = 0.15m. (Altura piso).

Ancho = 1.00m.

Largo = 1.00m.

Wc = 2.40tn-m.

Qc = 0.95kg/cm2. (capacidad de carga del suelo)

W total = 0.528 tn-m. (peso de la estructura).

Área de la losa = 1.00m2.

- **Cálculo de la reacción neta del suelo F49.**

Fórmula 49: **F49**

$$R_s = \frac{1.2 * W_t *}{A \text{ losa}}$$

**Aplicación de la fórmula F49.**

$$R_s = 0.63 \text{ tn/m}^2. = 0.063 \text{ kg/cm}^2.$$

Por tanto, la norma específica que la reacción neta del suelo deberá ser menor a la capacidad de carga del suelo.

$$R_s = 0.063 \text{ kg/cm}^2. < 0.95 \text{ kg/cm}^2 = St, \dots\dots\dots (\text{correcto})$$

$$A_{\text{min}} = 0.0018 * 100 * H * 100$$

$$A_{\text{min}} = 2.57 \text{ cm}^2.$$

- **Distribución del acero.**

**Tabla 24**

*Tabla de Distribución de Acero Vertical*

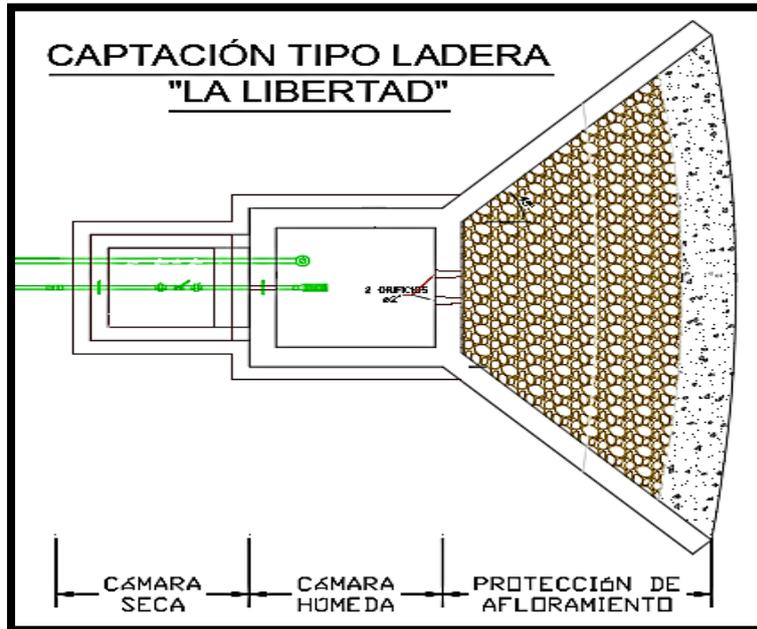
As(cm <sup>2</sup> )	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
<b>2.57</b>	4.00	3.00	2.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, se usará Ø3/8" @ 0.25 m en ambos sentidos.

**Figura 11**

*Captación Tipo Ladera en Planta.*



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.3. Línea de conducción.

En la instalación de la línea de conducción, se plantea tubería de PVC NTP 399.002 C-10, con construcciones en su tramo de cámaras rompe presión, que serán de concreto armado, La distancia desde el punto de captación al reservorio es de 692.49 m, el diámetro de la tubería es de 1", realizando los cálculos de pérdida de carga unitaria ( $hf$ ) con la ecuación de Fair – Whipple para tuberías menor a los 50mm y para la línea de gradiente hidráulica la ecuación de Bernoulli. Además, la zanja será de 0.40 de ancho x 0.50 de profundidad, con material propio seleccionado para la cama de apoyo (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

#### ➤ *Parámetros de diseño*

Se consideró el caudal máximo horario (Qmh), carga estática no mayor a 50m, carga dinámica no menor a 1.00m, velocidades no menores a 0.60m/s y mayores a 3.00m/s.

Para el cálculo de pérdidas de carga en tuberías menores a 50mm se consideró la fórmula de Fair-Whipple.

Fórmula 50: **F50 Fair-Whipple.**

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

Donde:

H<sub>f</sub> = pérdida de carga continua, en m.

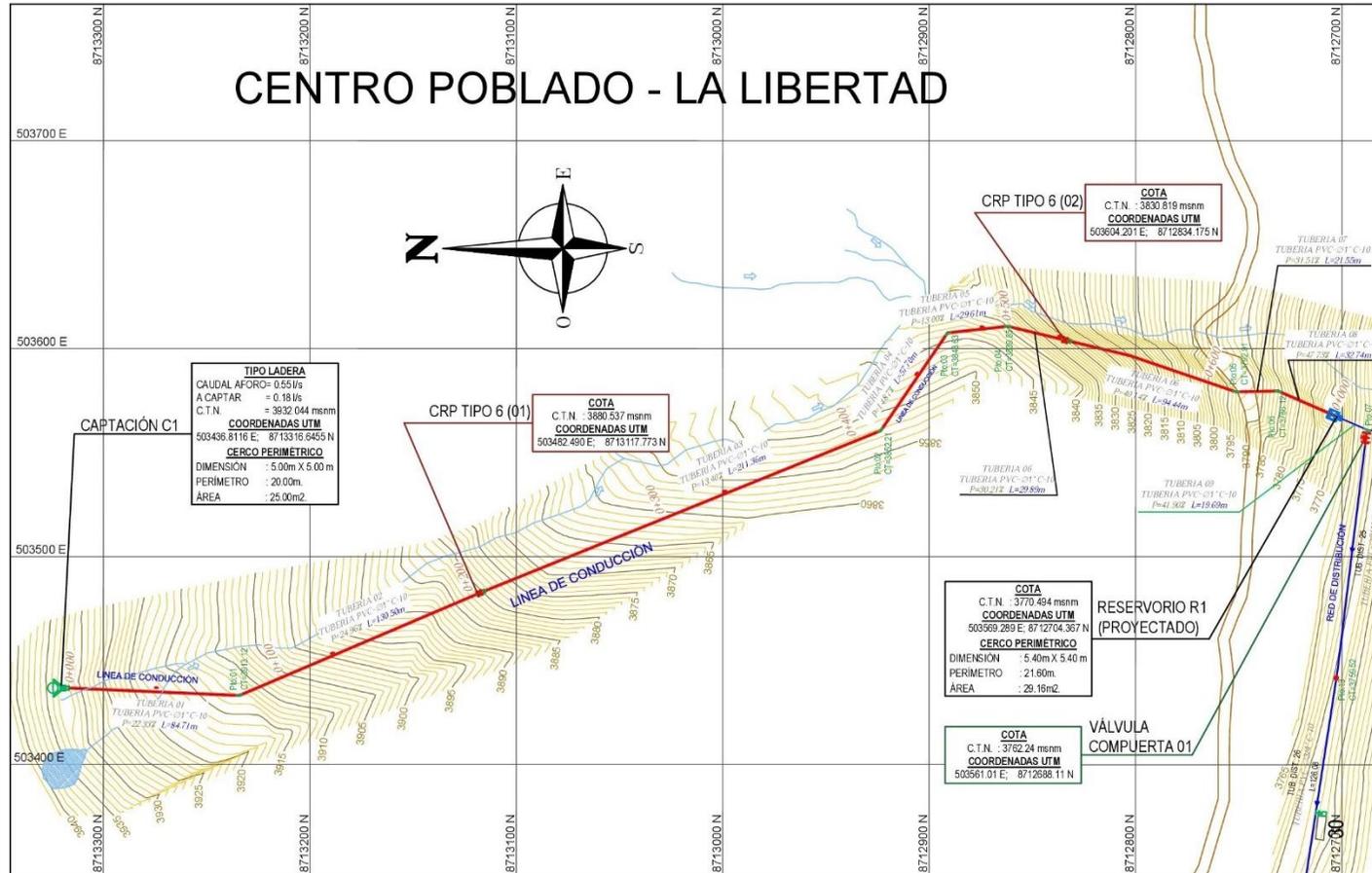
Q = Caudal en l/min

D = diámetro interior en mm

L = longitud en metros.

Figura 12

Línea de Conducción.



Fuente: Elaboración propia.

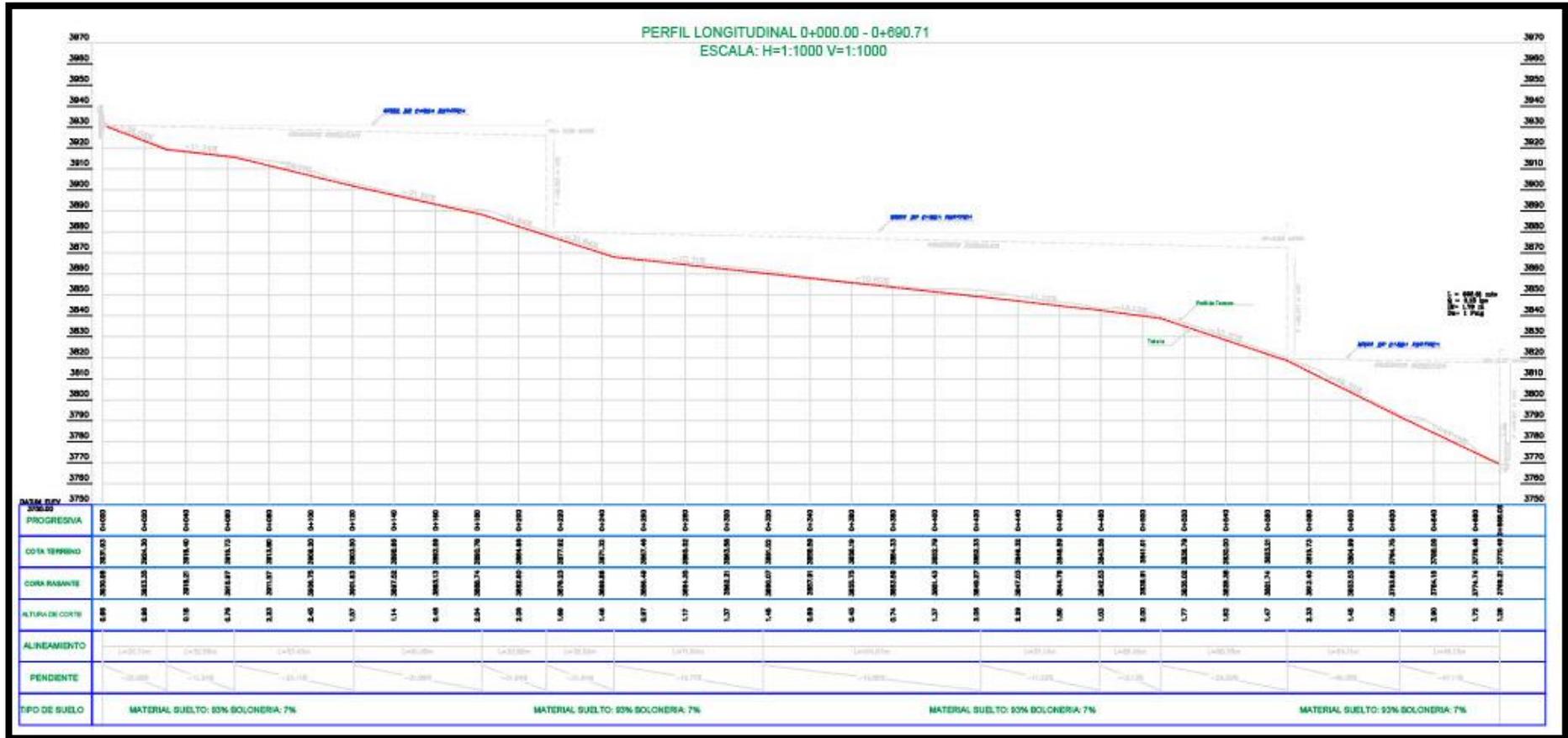
**Tabla 25***Cálculos Hidráulicos de la Línea de Conducción.*

Tramo		Qmd	Longitud	Cota del Terreno		Desnivel terreno	hf unit. Disp.	Diámetro	Diámetro	Velocidad	hf unitaria	hf de tramo	Cota Piezométrica		Presión
		(lts/seg)	L (m)	Inicial	Final	(m)	(m/m)	(pulg)	elegido	(m/seg)	(m/m)	(m/m)	Inicial	Final	(m)
Capt	Pto1	0.18	84.70	3932.04	3913.12	18.924	0.223	0.507	1	0.355	0.0000002	0.0000195	3932.044	3932.044	18.924
Pto1	CRP1	0.18	130.50	3913.12	3880.54	32.583	0.250	0.495	1	0.355	0.0000004	0.0000462	3913.120	3913.120	32.583
CRP1	Pto2	0.18	211.36	3880.54	3852.21	28.327	0.134	0.564	1	0.355	0.0000006	0.0001213	3880.537	3880.537	28.327
Pto2	Pto3	0.18	57.70	3852.21	3843.63	8.580	0.149	0.552	1	0.355	0.0000002	0.0000090	3852.210	3852.210	8.580
Pto3	Pto4	0.18	29.61	3843.63	3839.85	3.780	0.128	0.570	1	0.355	0.0000001	0.0000024	3843.630	3843.630	3.780
Pto4	CRP2	0.18	29.89	3839.85	3830.82	9.031	0.302	0.476	1	0.355	0.0000001	0.0000024	3839.850	3839.850	9.031
CRP2	Pto5	0.18	94.44	3830.82	3792.91	37.909	0.401	0.448	1	0.355	0.0000003	0.0000242	3830.819	3830.819	37.909
Pto5	Pto6	0.18	21.55	3792.91	3786.12	6.790	0.315	0.472	1	0.355	0.0000001	0.0000013	3792.910	3792.910	6.790
Pto6	R1	0.18	32.74	3786.12	3770.49	15.626	0.477	0.432	1	0.355	0.0000001	0.0000029	3786.120	3786.120	15.626

Fuente: Elaboración propia

Figura 13

Línea Gradiente Hidráulica de la Línea de Conducción.



Fuente: Elaboración propia.

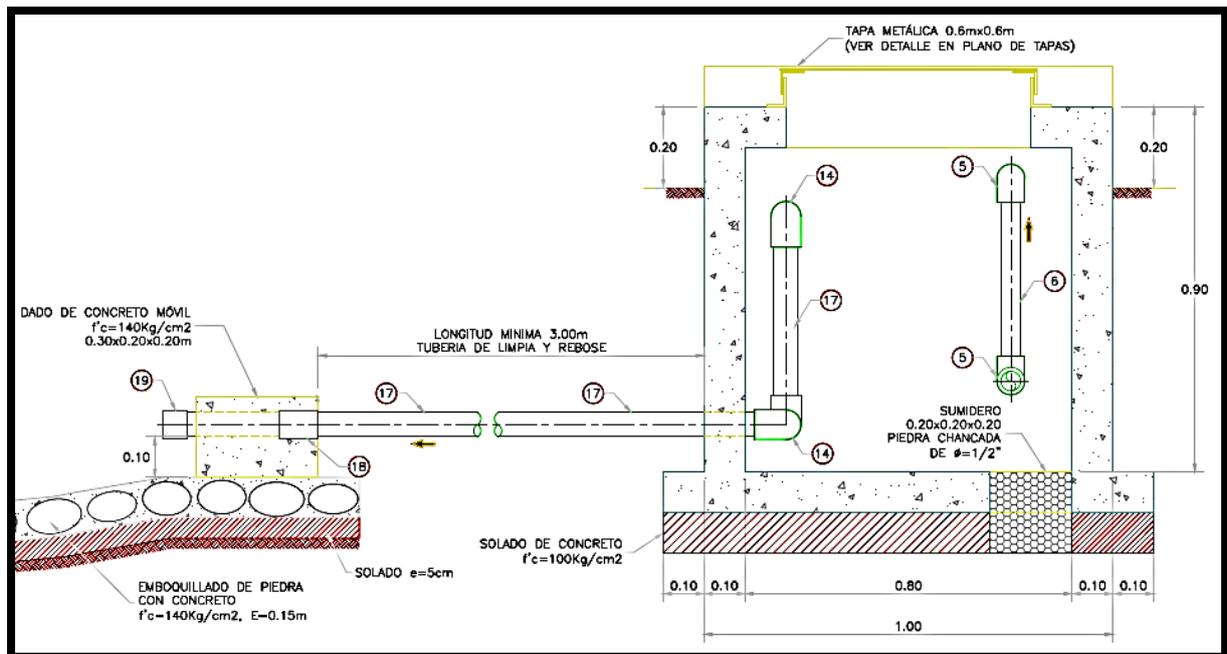
#### 4.2.4. Cámara rompe presión en línea de conducción tipo 6.

Se instalará 2 cámaras rompe presión, la altura recomendada no mayor a 50 mca, las proyecciones se realizaron según el levantamiento topográfico. Cuentan con un área mínima de 0.60m x 0.60m de concreto armado  $f'c$  210., 0.10m de altura de salida, borde libre de 0.40m, tubería de rebose, (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

#### ➤ Diseño de la cámara rompe presión

**Figura 14**

*Cámara Rompe Presión*



Fuente: Elaboración propia.

Datos de entrada:

$Q_{md}$  : 0.50 l/s (Caudal máximo diario)

$D$  : 1.0 pulg = 0.0254m.

$A$  : Altura mínima = 0.10 m

BL: Borde libre = 0.40 m

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

Ht : Altura total de la Cámara Rompe Presión.

❖ ***Cálculo de carga requerida F51.***

Fórmula 51: **F51**

$$H = 1.56 \frac{V^2}{2 * g} \quad ; \quad V = \frac{Q}{A}$$

***Aplicación de la fórmula F51.***

V = 0.99m.

H = 0.078m, = 0.08cm., por tanto, asumimos H = 0.40. (trabajabilidad).

Ht = A + H + Bl.

Ht = 0.90m

❖ ***Cálculo de la canastilla.***

▪ ***Diámetro de la canastilla***

Dc = 2", (el doble del diámetro de la línea de conducción por norma).

▪ ***Longitud de la canastilla***

Lc = 3\*Dc < Lc < 6\*Dc, (por norma)

Lc = 0.20m.

▪ ***Cálculo de área total de ranuras de la canastilla.***

Ar = 7mm x 5mm = 0.35mm<sup>2</sup>, (por norma)

▪ ***Cálculo de área transversal de la tubería de salida (As) F52***

Fórmula 52: **F52**

$$A_s = \frac{\pi * D^2}{4}$$

**Aplicación de la fórmula F5.**

Dato:

$$D = 0.0254 \text{ cm.}$$

$$A_s = \frac{\pi * 2.54^2}{4}$$

$$A_s = 5.07 \text{ cm}^2$$

$$A_{tc} = 2 * A_s$$

$$A_t = 10.14 \text{ cm}^2.$$

La condición que debe cumplir es que el área total no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada.

$$A_g = 0.5 * D_g * L$$

Remplazado tenemos.

$$A_g = 50.8 \text{ cm}^2.$$

$$A_g \text{ al } 50\% = 25.4 \text{ cm}^2.$$

$$A_t = 10.47 \text{ cm}^2 < 25.4 \text{ cm}^2. \quad \text{Ok}$$

▪ ***Numero de ranuras de la canastilla.***

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

$$N^\circ \text{ ranuras} = 29$$

▪ ***Cálculo del diámetro de la tubería de rebose F53.***

Fórmula 53: **F53.**

$$D = 4.63 \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} * S^{0.21}}$$

**Aplicación de la fórmula F53.**

Datos:

C = 150. (por norma para tubos de PVC)

S = 0.01. (pendiente 1 % por norma)

$$D = 4.63 \frac{0.5^{0.38}}{150^{0.38} * 0.01^{0.21}}$$

D = 0.58 pulg. (asumo tubo de 2").

❖ ***Diseño de muros de la cámara rompe presión***

Datos:

B = 0.80m. (ancho de la caja)

h = 0.50m. (altura de agua)

L = 0.90m. (Longitud de caja)

he = 0.20m. (Profundidad de cimentación)

BL = 0.40m. (borde libre)

H = 0.90m. (altura total del agua)

Ys = 1270kg/m<sup>3</sup>. (peso específico del suelo)

st = 0.95kg/cm<sup>2</sup>. (capacidad portante del suelo)

f'c = 201kg/cm<sup>2</sup>. (resistencia del concreto)

ft = 12.32kg/cm<sup>2</sup>. (esfuerzo por tracción por elección, ft = 0.85\*f'c<sup>0.5</sup>)

f'y = 4200kg/cm<sup>2</sup>. (esfuerzo del acero)

fs = 1680kg/cm<sup>2</sup>. (fatiga de trabajo, fs = 0.4\*fy)

em = 10cm. (espesor del muro asumido)

r = 4cm. (recubrimiento en muro)

r = 5cm. (recubrimiento en fondo)

- **Momentos en muro.**

**Tabla 26**

Tabla para Momentos en Muro

B/(Ha+h)	x/(Ha+h)	y = 0		y = B/4		y = B/2	
		My (kg-m)	Mx (kg-m)	My (kg-m)	Mx (kg-m)	My (kg-m)	My (kg-m)
3.00	0	0.000	0.675	0.000	0.378	0.000	-2.214
	1/4	0.270	0.513	0.189	0.531	-0.378	-1.917
	1/2	0.135	0.270	0.216	0.270	-0.297	-1.485
	3/4	-8.910	-0.108	-0.486	0.000	-0.162	-0.756
	1	-3.402	-0.675	-2.484	-0.486	0.000	0.000

Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

$$M = 8.910\text{kg-m}$$

- **Momento máximo vertical**

$$M_y = 8.91\text{kg-m}$$

- **Momento máximo horizontal**

$$M_x = 2.21\text{kg-m}$$

- **Peralte efectivo (Asv).**

$$A_{sv} = E_m - r_m$$

$$A_{sv} = 6\text{cm.}$$

- **Cálculo de acero.**

- **Área del acero F54.**

Fórmula 54: F54

$$A_{smin} = r * e \quad ; \quad r = \frac{0.07 * f'_c{}^{0.5}}{f_y}$$

**Aplicación de la fórmula F54.**

$$r = 0.002415$$

$$em = 0.10m$$

$$A_{S_{\text{mini}}} = 2.42\text{cm}^2$$

- **Distribución del acero.**

$$A_s = 0.71\text{cms}, (\text{varilla de } 3/8)$$

**Tabla 27**

*Tabla de Distribución de Acero*

As(cm <sup>2</sup> )	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
<b>2.42</b>	4.00	2.00	1.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, se usará Ø3/8" @ 0.20 m en ambas horizontal y vertical

- ❖ **Diseño de losa de fondo.**

- **Cálculos de momentos.**

$$M_1 = -W(L)^2/192. (\text{momento por empotramiento en el extremo})$$

$$M_1 = -3.12\text{kg-m}$$

$$M_2 = W(L)^2/384. (\text{momento en el centro})$$

$$M_2 = 1.56\text{kg-m}$$

Para losas planas rectangulares armadas con armadura en dos direcciones

Timochenko recomienda los siguientes coeficientes:

0.0513 para un momento en el centro

0.529 para un momento de empotramiento.

Reemplazando tenemos:

$$M_1 = -1.65\text{kg-m}$$

$$M_2 = 0.08\text{kg-m}$$

M absoluto = 1.65kg-m

▪ **Distribución del acero.**

$A_s = 0.022 \text{ cm}^2$

$A_{s \text{ min}} = 1.394 \text{ cm}^2$

$A_s = 0.71 \text{ cms}$ , (varilla de 3/8)

**Tabla 28**

*Tabla de Distribución de Acero*

As(cm2)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
<b>1.39</b>	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, se usará Ø3/8" @ 0.20 m en ambas horizontal y vertical

**4.2.5. Reservorio proyectado.**

El reservorio proyectado es de 5m<sup>3</sup>, diseñado bajo los parámetros establecidos RM-192 2018 MVCS, el proyecto está situado en la zona sierra con sistema de saneamiento de arrastre hidráulico, se diseñó el volumen de acuerdo a la dotación de la población con el 25% del consumo promedio (Qp), una velocidad no menor a 0.60m/s, asimismo contempla en el diseño una caja de válvulas, la tubería de rebose y limpia será de tubo galvanizado, un sistema de cloración. El reservorio será de concreto armado, con una resistencia de  $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ , con espesor de muro de 0.15m y de techo con 0.15m., con medidas de 2.20m x 2.20m x 1.10m volumen del agua, de un borde libre de 0.55m., la estructura será con dos mallas, la estructura será tarrajada en su totalidad; internamente con impermeabilizantes, los accesorios serán de PVC y F° G°, (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

➤ **Criterios de diseño.**

❖ **Estudio de Mecánica de Suelos**

Se realizó el diseño de estructura con los resultados obtenidos del Estudio de Mecánica de Suelos: Capacidad portante del terreno:  $0.95 \text{ kg/cm}^2$ , ángulo de fricción interna:  $17.5^\circ$ , peso específico del terreno:  $1.27 \text{ ton/m}^3$ .

❖ ***Parámetros Empleados en el Diseño***

Categoría de Uso: Categoría “A” Edificaciones Esenciales factor  $U = 1.5$  (Tabla N°5 - E.030-2016), factor del suelo de acuerdo al RNE, zona 2; factor  $S_0$  0.80;  $T_p=0.3$  seg. y  $T_I=3.0$ , (Tabla N°3 y 4 - E.030-RNE-2018), Factor de reducción para la componente Convectiva:  $R=1$ . (ACI 350), Factor de reducción para la componente Impulsiva:  $R=2$ . (ACI 350), (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

❖ ***Características de los materiales.***

Concreto Armado:  $f^c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

$E_c = 250998 \text{ kg/cm}^2$ . (El módulo de elasticidad del concreto)

Acero de refuerzo:  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ .

$E_s = 2000000 \text{ kg/cm}^2$

❖ ***Cargas.***

El código del ACI 350-06 Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures, considera para el análisis de estructuras que almacenan líquidos las cargas de: Carga muerta (D), carga Viva (L), carga de sismo (E), carga por presión lateral del fluido (F), carga de techo ( $L_r$ ), carga por presión lateral del suelo (H), carga de lluvia (R), carga de nieve (S), carga de viento (W) y fuerza debido a la retracción, contracción de fragua y/o temperatura (T), (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

❖ ***Combinaciones de cargas de diseño en concreto armado***

Para determinar la resistencia nominal requerida, se emplearon las siguientes combinaciones de cargas: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Combinación 1:  $1.40 D + 1.70 L + 1.70 F$

Combinación 2:  $1.25 D + 1.25 L + 1.25 F + E$

Combinación 4:  $0.90 D + E$

Además, el Reglamento establece factores de reducción de resistencia en los siguientes casos: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

**Tabla 29**

*Factores de Reducción de Resistencia*

<b>Solicitud</b>	<b>Factor f de Reducción</b>
- Flexión	0.9
- Tracción y Tracción + Flexión	0.9
- Cortante	0.85
- Torsión	0.85
- Cortante y Torsión	0.85
- Compresión y Flexo compresión	0.7

Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

➤ ***Estructuración del reservorio.***

❖ ***Datos de diseño***

Capacidad Requerida = 5.00m<sup>3</sup>.

Longitud = 2.20m

Ancho = 2.20m.

Altura del Líquido (HL) = 1.10 m

Borde Libre (BL) = 0.50 m

Altura Total del Reservorio (HW) = 1.60 m

Volumen de líquido Total	= 5.32 m <sup>3</sup>
Espesor de Muro (tw)	= 0.15 m
Espesor de Losa Techo (Hr)	= 0.15 m
Alero de la losa de techo (e)	= 0.10 m
Sobrecarga en la tapa	= 100 kg/m <sup>2</sup>
Espesor de la losa de fondo (Hs)	= 0.15 m
Espesor de la zapata	= 0.35 m
Alero de la Cimentación (VF)	= 0.20 m
Tipo de Conexión Pared-Base	= Flexible
Largo del clorador	= 1.10 m
Ancho del clorador	= 0.80 m
Espesor de losa de clorador	= 0.10 m
Altura de muro de clorador	= 1.20 m
Espesor de muro de clorador	= 0.10 m
Peso de Bidón de agua	= 60.00 kg
Peso de clorador	= 991 kg
Peso de clorador por m <sup>2</sup> de techo	= 135.97 kg/m <sup>2</sup>
Peso Propio del suelo (gm)	= 1.27 ton/m <sup>3</sup>
Angulo de fricción interna (Ø)	= 17.5 °
Presión admisible de terreno (st)	= 0.95 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia del Concreto (f'c)	= 280 kg/cm <sup>2</sup>
Ec módulo de elast. del concreto	= 252,671 kg/cm <sup>2</sup>
Fy del Acero	= 4,200 kg/cm <sup>2</sup>
Peso específico del concreto	= 2,400 kg/m <sup>3</sup>

Peso específico del líquido	= 1,000 kg/m <sup>3</sup>
Aceleración de la Gravedad (g)	= 9.81 m/s <sup>2</sup>
Peso del muro	= 5,414.40 kg
Peso de la losa de techo	= 2,624.40 kg
Recubrimiento Muro	= 0.05 m
Recubrimiento Losa de techo	= 0.03 m
Recubrimiento Losa de fondo	= 0.05 m
Recubrimiento en Zapata de muro	= 0.10 m.

❖ **Parámetros sísmicos: (Reglamento Peruano E.030).**

$$Z = 0.25$$

$$U = 0.15$$

$$S = 0.80$$

❖ **Análisis sísmico estático (ACI 350.3-06).**

- **Coefficiente de masa efectiva ( $\epsilon$ ) F55.**

Fórmula 55: **F55**

$$\epsilon = \left[ 0.0151 \left( \frac{L}{H_L} \right)^2 - 0.1908 \left( \frac{L}{H_L} \right) + 1.021 \right]$$

Resultado:  $\epsilon = 0.7$

- **Masa equivalente de la aceleración del líquido. F56**

Fórmula 56: **F56**

$$\frac{W_i}{W_L} = \frac{\tan \left[ 0.866 \left( \frac{L}{H_L} \right) \right]}{0.866 \left( \frac{L}{H_L} \right)}$$

$$\frac{W_c}{W_L} = 0.264 \left( \frac{L}{H_L} \right) \tan \left[ 3.16 \left( \frac{H_L}{L} \right) \right]$$

**Aplicación de la fórmula F56**

Datos:  $W_L = 5324$  kg. (Peso equivalente total del líquido almacenado)

$W_{w1} = 5414$  kg. (Peso de la pared del reservorio ( $W_{w1}$ ))

$W_r = 2624$  kg. (Peso de la losa de techo)

$W_i = 2887$  kg. (peso equivalente de la componente impulsiva)

$W_c = 2582$  kg. (peso equivalente de la componente convectiva)

Por tanto, peso efectivo será, ( $W_e = \varepsilon * W_w + W_r$ )

Resultado:  $W_e = 6414$  kg.

❖ **Propiedades dinámicas**▪ **Masa del muro ( $m_w$ ). F57.**

Fórmula 57: **F57.**

$$m_w = HW * t_w * \frac{\gamma_c}{g}$$

**Aplicación de la fórmula F57**

Datos:

$HW = 1.60$  m. (Altura Total del Reservorio)

$t_w = 0.15$  m. (Espesor de Muro)

$\gamma_c = 2,400$  kg/m<sup>3</sup>. (Peso específico del concreto)

$g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>. (Aceleración de la Gravedad)

Resultado:  $m_w = 59$  kg-s<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

▪ **Masa impulsiva del líquido ( $m_i$ ). F58**

Fórmula 58: **F58**

$$m_i = \left( \frac{W_i}{W_L} \right) \left( \frac{L}{2} \right) H_L \left( \frac{\gamma_L}{g} \right)$$

**Aplicación de la fórmula F58**

Datos:

$W_i = 2887$  kg. (peso equivalente de la componente impulsiva)

$W_L = 5324$  kg. (Peso equivalente total del líquido almacenado)

$L = 2.20$ m. (longitud del reservorio)

$H_L = 1.10$  m. (altura del líquido)

$g = 9.81$ m/s<sup>2</sup>. (gravedad)

$\gamma_L = 1000$  kg/m<sup>3</sup>. (Peso específico del líquido)

Resultado:  $m_i = 67$  kg-s<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

- **Masa total por unidad de ancho (m). F59**

Fórmula 59: **F59**

$$m = m_w + m_i$$

**Aplicación de la fórmula F59**

Datos:

$m_w = 59$  kg-s<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

$m_i = 67$  kg-s<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

Resultado:  $m = 126$  kg-s<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

- **Altura sobre la base del muro al C.G. del muro (hw). F60**

Fórmula 60: **F60**

$$h_w = 0.5H_w$$

**Aplicación de la fórmula F60**

Datos:

$H_w = 1.60$  m. (Altura Total del Reservorio)

Resultado:  $h_w = 0.80$  m.

- **Altura al C.G. de la componente impulsiva ( $h_i$ ), y altura al C.G. de la componente impulsiva IBP ( $h'_i$ ). F61**

Fórmula 61: **F61**

$$\frac{L}{H_L} < 0.75 \rightarrow \frac{h'_i}{H_L} = 0.45$$

$$\frac{L}{H_L} < 1.333 \rightarrow \frac{h_i}{H_L} = 0.5 - 0.09375 \left( \frac{L}{H_L} \right)$$

**Aplicación de la fórmula F61**

Datos:

$H_L = 1.10$  m. (altura del líquido)

$L = 2.20$ m. (longitud del reservorio)

Resultado:  $h_i = 0.41$  m.

$$h'_i = 0.88$$
 m.

- **Altura resultante ( $h$ ). F62**

Fórmula 62: **F62**

$$h = \frac{(h_w m_w + h_i m_i)}{(m_w + m_i)}$$

**Aplicación de la fórmula F62**

Datos:

$m_w = 59$  kg-s<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. (masa del muro)

$m_i = 67$  kg-s<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. (masa impulsiva del líquido)

$h_i = 0.41$  m. (altura sobre la base del muro al C.G. del muro)

$h_w = 0.80$  m. (altura sobre la base del muro al C.G. del muro).

Resultado:  $h = 0.59$  m.

- **Altura al C.G. de la componente compulsiva ( $h_c$ ) y altura al C.G. de la componente compulsiva IBP ( $h'_c$ ). F3**

Fórmula 63: **F63**

$$\frac{h_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh[3.16(H_L/L)] - 1}{3.16(H_L/L) \sinh[3.16(H_L/L)]}$$

$$\frac{h'_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh[3.16(H_L/L)] - 2.01}{3.16(H_L/L) \sinh[3.16(H_L/L)]}$$

**Aplicación de la fórmula F63**

$$h_c = 0.64 \text{ m.}$$

$$h'_c = 0.94 \text{ m.}$$

- **Rigidez de la estructura ( $k$ ). F64**

Fórmula 64: **F64**

$$k = \frac{4E_c}{4} \left( \frac{t_w}{h} \right)^3$$

**Aplicación de la fórmula F64**

$$k = 41521560 \text{ kg/cm}^2.$$

- **Frecuencia de vibración natural componente Impulsiva ( $\omega_i$ ). F65.**

Fórmula 65: **F65**

$$\omega_i = \sqrt{k/m}$$

**Aplicación de la fórmula F65**

Datos:

$$k = 41521560 \text{ kg/cm}^2.$$

$$m_i = 67 \text{ kg-s}^2/\text{m}^2$$

$$\text{Resultado: } \omega_i = 787.87 \text{ rad/s}$$

- **Frecuencia de vibración natural componente convectiva ( $\omega_c$ ). F66**

Fórmula 66: **F66**

$$\lambda = \sqrt{3.16g \tanh[3.16(H_L/L)]}$$

$$\omega_c = \frac{\lambda}{\sqrt{L}}$$

**Aplicación de la fórmula F66**

Datos:

L = 2.20 m.

hL = 1.10 m

Resultado:  $\omega_c = 3.60 \text{ rad/s}$ .

- **Periodo natural de vibración correspondiente a  $T_i$  y Periodo natural de vibración correspondiente a  $T_c$ . F67.**

Fórmula 67: **F67**

$$T_i = \frac{2\pi}{\omega_i} = 2\pi\sqrt{m/k}$$

$$T_c = \frac{2\pi}{\omega_c} = \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)\sqrt{L}$$

**Aplicación de la fórmula F67**

$T_i = 0.01 \text{ seg.}$

$T_c = 1.75 \text{ seg.}$

❖ **Fuerzas laterales dinámicas.**

- **Fuerza Inercial Lateral por Aceleración del Muro. F68**

Fórmula 68: **F68**

$$P_w = ZSUC_i \frac{\varepsilon W_w}{R_{wi}}$$

**Aplicación de la fórmula F68**

Datos:

U = 1.50. (por norma)

Z = 0.25. (por norma)

S = 0.80. (por norma)

Ri = 2.00. (response modification factor, por norma)

Rc = 1.00. (por norma)

Ci = 3.44

Resultado:  $P_w = 2791.80 \text{ kg}$ .

- **Fuerza Inercial Lateral por Aceleración de la Losa. F69**

Fórmula 69: **F69**

$$P_r = ZSUC_i \frac{\varepsilon W_r}{R_{wi}}$$

**Aplicación de la fórmula F69**

Datos:

U = 1.50. (por norma)

Z = 0.25. (por norma)

S = 0.80. (por norma)

Ri = 2.00. (response modification factor, por norma)

Rc = 1.00. (por norma)

Ci = 3.44

Rwi = 2.00.; Rwc = 2.00 (por norma)

Resultado:  $P_r = 1353.21 \text{ kg}$

- **Fuerza Lateral Impulsiva. F70**

Fórmula 70: **F70**

$$P_i = ZSUC_i \frac{\varepsilon W_i}{R_{wi}}$$

**Aplicación de la fórmula F70**

Datos:

U = 1.50. (por norma)

Z = 0.25. (por norma)

S = 0.80. (por norma)

Ri = 2.00. (response modification factor, por norma)

Rc = 1.00. (por norma)

Ci = 3.44

Rwi = 2.00. ; Rwc = 2.00 (por norma)

Pi = 1488.76 kg

▪ ***Fuerza Lateral Convectiva. F71***Fórmula 71: **F71**

$$P_c = ZSUC_c \frac{\varepsilon W_c}{R_{wc}}$$

**Aplicación de la fórmula F71**

Datos:

U = 1.50. (por norma)

Z = 0.25. (por norma)

S = 0.80. (por norma)

Ri = 2.00. (response modification factor, por norma)

Rc = 1.00. (por norma)

Ci = 3.44

Resultado:  $P_c = 1001.59 \text{ kg}$

▪ **Corte basal total. F72**

Fórmula 72: **F72**

$$V = \sqrt{(P_i + P_w + P_r)^2 + P_c^2}$$

**Aplicación de la fórmula F72**

Datos:

$P_w = 2791.80 \text{ kg}$ .

$P_r = 1353.21 \text{ kg}$

$P_i = 1488.76 \text{ kg}$

$P_c = 1001.59 \text{ kg}$

Resultado:  $V = 5772.00 \text{ kg}$ .

❖ **Aceleración Vertical**

La carga hidrostática  $q_h$  a una altura  $y = 0$ .

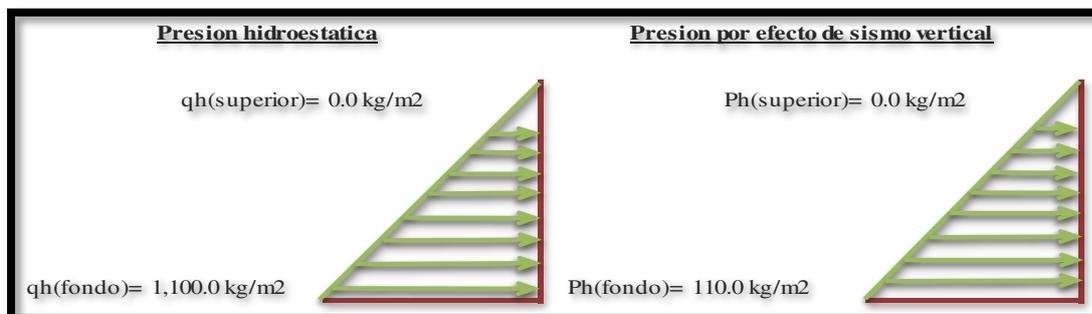
La presión hidrodinámica resultante  $Ph = 0$ .

$C_v = 1.0$  (para depósitos rectangulares, según norma)

$b = 2/3$

**Figura 15**

*Presión Hidrostática Debido a la Aceleración Vertical.*



Fuente: Elaboración propia.

- **Presión hidrostática en el fondo.**

$$q_{hf} = HL \cdot \gamma_{liq}$$

donde:

$$HL = 1.10\text{m. (altura del líquido)}$$

$$\gamma_{liq} = 1000 \text{ kg/m}^3. \text{ (peso del líquido)}$$

$$\text{Resultado: } q_{hf} = 1100 \text{ kg/m}^2.$$

❖ **Distribución Horizontal de Cargas**

- **Presión lateral por sismo vertical. F73**

Fórmula 73: **F73**

$$P_{hy} = Z S U C_v \frac{b}{R_{wi}} \cdot q_{hy}$$

**Aplicación de la fórmula F73**

Datos:

$$U = 1.50. \text{ (por norma)}$$

$$Z = 0.25. \text{ (por norma)}$$

$$S = 0.80. \text{ (por norma)}$$

$$R_i = 2.00. \text{ (response modification factor, por norma)}$$

$$C_v = 1.0. \text{ (para depósitos rectangulares, por norma)}$$

$$R_{wi} = 2.00. ; R_{wc} = 2.00 \text{ (por norma)}$$

$$\text{Resultado: } P_{hy} = 110 \text{ kg/m}^2. \quad \text{en } Y = -100 \text{ kg/m}^2$$

- **Distribución de carga inercial por  $W_w$ . F74**

Fórmula 74: **F74**

$$P_{wy} = Z S I \frac{C_i}{R_{wi}} (\epsilon \gamma_c B t_w)$$

**Aplicación de la fórmula F74**

Datos:  $U = 1.50$ . (por norma)

$Z = 0.25$ . (por norma)

$S = 0.80$ . (por norma)

$R_i = 2.00$ . (response modification factor, por norma)

$C_i = 3.44$ . (Factor de amplificación espectral componente impulsiva)

$R_{wi} = 2.00$ . ;  $R_{wc} = 2.00$  (por norma)

Resultado:  $P_{wy} = 285.86 \text{ kg/m}$ .  $\text{en } Y = -100 \text{ kg/m}^2$

▪ ***Distribución de carga impulsiva. F75***

Fórmula 75: **F75**

$$P_{iy} = \frac{P_i}{2H_L^2}(4H_L - 6H_i) - \frac{P_i}{2H_L^3}(6H_L - 12H_i)y$$

**Aplicación de la fórmula F75**

Datos:  $P_i = 1488.76 \text{ kg}$ . (fuerza lateral impulsiva)

$h_i = 0.41 \text{ m}$ . (altura del centro de gravedad componente impulsiva)

$H_L = 1.10$ . (altura del líquido)

Aplicación de la formula F77

Resultado:  $P_{iy} = 1193.5 \text{ kg/m}$ .  $\text{en } Y = -939.56 \text{ kg/m}$

▪ ***Distribución de carga convectiva. F76***

Fórmula 76: **F76**

$$P_{cy} = \frac{P_c}{2H_L^2}(4H_L - 6H_c) - \frac{C_c}{2H_L^3}(6H_L - 12H_c)y$$

**Aplicación de la fórmula F76**

Datos:

$c_i = 1001.59$  kg. (fuerza lateral convectiva)

$H_c = 0.64$  m. (altura del centro de gravedad componente convectiva)

$H_L = 1.10$ . (altura del líquido).

$C_c =$  (Factor de amplificación espectral componente impulsiva)

Resultado:  $P_{cy} = 231.8$  kg/m.  $en Y = 406.35$  kg/m

❖ ***Presión Horizontal de Cargas.***

Y máxima = 1.10m

Y mínima = 0.00m

▪ ***Presión de carga inercial por  $W_w$ . F77***

Fórmula 77: **F77**

$$P_{wy} = \frac{P_w}{B}$$

**Aplicación de la fórmula F77**

Datos:  $P_w = 285.86$  kg/m.

$B = 20.20$  m. (Ancho del reservorio)

Resultado:  $P_{wy} = 129.9$  kg/m<sup>2</sup>.

▪ ***Presión de carga impulsiva. F78***

Fórmula 78: **F78**

$$p_{iy} = \frac{P_i}{B}$$

**Aplicación de la fórmula F78**

Datos:  $P_i = 1488.76$ . (fuerza lateral impulsiva)

$h_i = 0.41$  m. (altura del centro de gravedad componente impulsiva)

$H_L = 1.10$ . (altura del líquido).

$B = 20.20$  m. (Ancho del reservorio)

Resultado:  $P_{iy} = 542.5$  kg/m<sup>2</sup>.

$Y = -427.07$  kg/m<sup>2</sup>

▪ **Presión de carga convectiva. F79**

Fórmula 79: **F79**

$$p_{cy} = \frac{P_{cy}}{B}$$

**Aplicación de la fórmula F79**

Datos:  $P_c = 1001.59$  kg (fuerza lateral impulsiva)

$h_i = 0.64$  m. (altura del centro de gravedad componente convectiva)

HL = 1.10. (altura del líquido).

$B = 2.20$  m. (Ancho del reservorio)

Resultado:  $P_{cy} = 105.4$  kg/m<sup>2</sup>.

$Y = 184.71$  kg/m<sup>2</sup>

❖ **Momento Flexionante en la base del muro (Muro en voladizo).**

$$M_w = 2233 \text{ kg-m} \quad M_w = P_w * h_w$$

$$M_r = 2267 \text{ kg-m} \quad M_r = P_r * h_r$$

$$M_i = 610 \text{ kg-m} \quad M_i = P_i * h_i$$

$$M_c = 641 \text{ kg-m} \quad M_c = P_c * h_c$$

Momento de flexión en la base de toda la sección tenemos:

$$M_b = 5150 \text{ kg-m} \quad M_b = \sqrt{(M_i + M_w + M_r)^2 + M_c^2}$$

❖ **Momento en la base del muro**

$$M_w = 2233 \text{ kg-m} \quad M_w = P_w * h_w$$

$$M_r = 2267 \text{ kg-m} \quad M_r = P_r * h_r$$

$$M_i = 610 \text{ kg-m} \quad M_i = P_i * h_i$$

$$M_c = 641 \text{ kg-m} \quad M_c = P_c * h_c$$

Momento de volteo en la base del reservorio tenemos:

$$M_o = 5881 \text{ Kg-m} \quad M_o = \sqrt{(M'_i + M_w + M_r)^2 + M'_c{}^2}$$

❖ **Factor de Seguridad al Volteo (FSv)**

Nota: Fsv, (deberá ser 1.5 mínimo)

FSv = MB dividido por Mo.

FSv = ML dividido por Mo

Datos: Mo = 5881 Kg-m

MB = 18029 kg-m

ML = 18029 kg-m

Reemplazando tenemos:

FSv en MB = 3.06. (cumple).

FSv en LB = 3.06. (cumple).

➤ **Diseño de la Estructura**

Se realizó el diseño a doble enmallado en el reservorio.

❖ **Acero horizontal en muros.**

▪ **Cálculo de los momentos F80**

Fórmula 80: **F80**

$$M (+) = \frac{Pt * L^2}{16} \quad ; \quad M (-) = \frac{Pt * L^2}{12}$$

**Aplicación de la fórmula F80**

Datos: Pu = 2.24 tn/m2.

L = 2.20 m

$$M (+) = 0.68 \text{ tn/m}^2.$$

$$M (-) = 0.90 \text{ tn/m}^2.$$

▪ **Cálculo del acero de refuerzo As. F81**

Fórmula 81: F81 cálculo de As del acero

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - a/2)} \quad ; \quad a = \frac{A_s * F_y}{0.85 f'_c b}$$

**Aplicación de la formula F81.**

Datos:  $M_u = 0.90 \text{ t/m}^2$

$b = 220 \text{ cm}$

$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$F'_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

$d = 9.37 \text{ cm.}$  (ancho del muro descontado el tarrajeo y recubrimiento)

**Tabla 30**

*Tabla de Iteraciones*

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	0.94	2.69
2 Iter	0.29	2.60
3 Iter	0.28	2.59
4 Iter	0.28	2.59
5 Iter	0.28	2.59
6 Iter	0.28	2.59
7 Iter	0.28	2.59
8 Iter	0.28	2.59

Fuente: Elaboración propia.

▪ **Cálculo del área mínimo**

$$A_{smin} = 0.0018 * b * d$$

$$A_{smin} = 3.96 \text{ cm}^2.$$

- **Distribución del acero.**

**Tabla 31**

*Tabla de Distribución de Acero*

As(cm2)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
<b>3.96</b>	6.00	3.00	2.00	2.00	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, se usará Ø3/8" @ 0.20 m en ambas caras.

- ❖ **Acero vertical en muros.**

- **Cálculo de los momentos F82**

Fórmula 82: **F82**

$$M (+) = \frac{Pt * L^2}{16} \quad ; \quad M (-) = \frac{Pt * L^2}{12}$$

**Aplicación de la formula F82.**

Datos:

$$P_u = 2.267 \text{ tn/m}^2.$$

$$L = 1.60 \text{ m}$$

$$\text{Resultado: } M (+) = 0.09 \text{ tn/m}^2.$$

$$M (-) = 0.34 \text{ tn/m}^2.$$

- **Cálculo del acero de refuerzo As. F85**

Fórmula 83: **F85 cálculo de As del acero**

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - a/2)} \quad ; \quad a = \frac{A_s * F_y}{0.85 f'_c b}$$

Aplicación de la formula F82.

Datos:

$$M_u = 0.34 \text{ t/m}^2$$

$$b = 110 \text{ cm}$$

$$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 9.37 \text{ cm. (ancho del muro descontado el tarrajeo y recubrimiento)}$$

**Tabla 32**

*Tabla de Iteraciones*

N°	a (cm)	As(cm <sup>2</sup> )
1 iter.	0.94	1.02
2 Iter	0.24	0.98
3 Iter	0.23	0.98
4 Iter	0.23	0.98
5 Iter	0.23	0.98
6 Iter	0.23	0.98
7 Iter	0.23	0.98
8 Iter	0.23	0.98

Fuente: Elaboración propia.

▪ ***Cálculo del área mínimo***

$$A_{smin} = 0.0018 * b * d$$

$$A_{smin} = 3.96 \text{ cm}^2.$$

▪ ***Distribución del acero.***

**Tabla 33***Tabla de Distribución de Acero*

As(cm <sup>2</sup> )	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
<b>3.96</b>	6.00	4.00	2.00	2.00	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, se usará Ø3/8" @ 0.20 m en ambas caras.

Se asumirá el espaciamiento @ 0.25 m en ambas caras tanto horizontalmente y verticalmente.

➤ ***Diseño de la losa de techo.***

❖ ***Carga Viva Uniformemente Repartida***

$$WL = 100 \text{ kg/cm}^2.$$

❖ ***Carga Muerta Uniformemente Repartida.***

$$WD = el * \gamma_c + w_b + w_c$$

$$el = 0.15 \text{ m. (Espesor de losa)}$$

$$\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3. \text{ (Peso específico del concreto)}$$

$$w_b = 60 \text{ kg. (peso del bidón del clorador)}$$

$$w_c = 135.97 \text{ kg/m}^2. \text{ (peso del clorador por m}^2 \text{ de techo)}$$

reemplazando tenemos:

$$WD = 555.97 \text{ kg/cm}^2.$$

❖ ***Cálculo de momentos.***

$$M_x = C * 1.4 * WD * l_x^2$$

$$M_y = C * 1.4 * WL * l_x^2$$

Datos:

$l_x = 2.20\text{m}$ . (longitud del reservorio)

$l_y = 2.20\text{m}$ . (longitud del reservorio)

$WD = 1.4$  + y  $WL = 1.7$ . (factor de amplificación)

$C = 0.036$ . (factor de amplificación de momentos para carga D y L según norma)

Remplazando con WD tenemos:

$M_y = 135.6 \text{ kg-m}$

$M_x = 135.6 \text{ kg-m}$

Remplazando con WL tenemos:

$M_y = 29.6 \text{ kg-m}$

$M_x = 29.6 \text{ kg-m}$

$M_{\text{max}} = 165 \text{ kg-m}$

#### ❖ *Cálculo del acero de refuerzo*

Para este caso de losa maciza la norma recomienda usar el factor 0.003 multiplicado por el espesor de la losa.

Remplazando tenemos:

$A_s \text{ mínimo} = 4.50 \text{ cm}^2$ .

Usando fierro de 3/8 tenemos:

#### ▪ *Distribución del acero.*

**Tabla 34**

*Tabla de Distribución de Acero*

As(cm <sup>2</sup> )	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
<b>4.50</b>	7.00	4.00	3.00	2.00	1.00

Fuente: Elaboración propia.

$$A_s \text{ 3/8} = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\text{Espaciamiento} = 0.71/4.5$$

$$\text{Espaciamiento} = 0.16\text{m}$$

Usar Ø3/8" @0.16m en doble enmallado.

❖ **Cálculo del acero de fondo de losa. F84**

Fórmula 84: **F84.**

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - a/2)} \quad ; \quad a = \frac{A_s * F_y}{0.85 f'_c b}$$

**Tabla 35**

*Tabla de Iteraciones*

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	0.70	25.52
2 Iter	2.73	1.13
3 Iter	0.10	0.97
4 Iter	0.10	0.97
5 Iter	0.10	0.97
6 Iter	0.10	0.97
7 Iter	0.10	0.97
8 Iter	0.10	0.97

Fuente: Elaboración propia.

▪ **Cálculo del área del acero mínimo**

$$A_{smin} = 0.0018 * b * d$$

Datos:  $b = 2.20\text{m}$

$$d = 0.07\text{m}$$

$$A_{smin} = 2.8 \text{ cm}^2.$$

▪ **Distribución del acero.**

**Tabla 36**

*Tabla de Distribución de Acero*

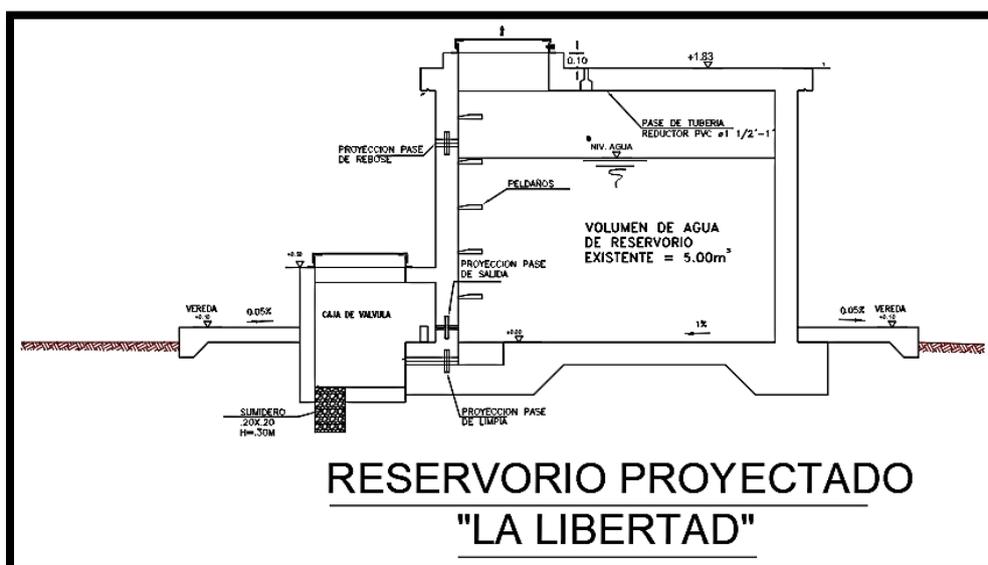
As(cm <sup>2</sup> )	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
<b>2.80</b>	6.00	3.00	2.00	2.00	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, se usará Ø3/8" @ 0.25 m en doble enmallado.

**Figura 16**

*Reservorio Proyectoado en Corte.*



Fuente: Elaboración propia.

#### **4.2.6. Redes de distribución.**

Se plantea el reemplazo con tubería ¾ de pulgada PVC C-10 con instalación de válvulas de control, en el trazado de la línea se evitó pendientes mayores a 30%, zanjas de 0.40m \* 0.60m, se consideró los parámetros establecidos en la norma RM-192 2018 MVCS para su diseño.

El sistema es de forma ramificada, se determinó el caudal por ramal a partir del método de probabilidad, que se basa en el n° de puntos de suministro y en el coeficiente de simultaneidad.

$$Q_{ramal} = K * \sum Q_g \quad ; \quad K = \frac{1}{\sqrt{(x-1)}}$$

dónde:

- $Q_{ramal}$  Caudal de cada ramal en l/s.
- $K$  Coeficiente de simultaneidad, entre 0,2 y 1.
- $x$  número total de grifos en el área que abastece cada ramal.
- $Q_g$  Caudal por grifo (l/s),  $>0,10$  l/s.

**Tabla 37***Cálculos Hidráulicos de la Red de Distribución.*

Tramo		Caudal		Long. L (m)	Diám. (pulg.)	Veloc. (m/seg)	Pérdida de Carga		Cota de Terreno		Cota Piezométrica		Presión (m)		
		Pto	Diseño				hf unit.(m)	Hf Tramo (m)	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
<b>Red de Dist. Ramal 1</b>															
R1	Pto8	0	0.50	104.7	3/4	1.754	0.0000056	0.0005844	3770.5	3727.4	3770.49	3770.49	0.00	43.06	
	Pto8	Pto9	3	0.35	97.21	3/4	1.240	0.0000028	0.0002744	3727.4	3724.4	3770.49	3770.49	43.06	46.07
	Pto9	Pto10	0	0.35	26.14	3/4	1.240	0.0000008	0.0000198	3724.4	3720.4	3770.49	3770.49	46.07	50.07
	Pto10	Pto11	7	0.20	34.13	3/4	0.716	0.0000004	0.0000129	3720.4	3720.6	3770.49	3770.49	50.07	49.85
	Pto11	Pto12-V2	8	0.19	34.68	3/4	0.663	0.0000003	0.0000117	3720.6	3720.2	3770.49	3770.49	49.85	50.28
<b>Red de Dist. Ramal 2</b>															
CRP-3	Pto24	0	0.50	62.03	3/4	1.754	0.0000033	0.0002050	3721.33	3708.55	3721.33	3721.33	0.00	12.78	
	Pto24	Pto25	0	0.50	11.38	3/4	1.754	0.0000006	0.0000069	3708.55	3709.07	3721.33	3721.33	12.78	12.26
	Pto25	Pto26	4	0.29	19.44	3/4	1.013	0.0000004	0.0000077	3709.07	3710.14	3721.33	3721.33	12.26	11.19
	Pto26	Pto27	9	0.18	28.00	3/4	0.620	0.0000002	0.0000068	3710.14	3710.70	3721.33	3721.33	11.19	10.63
	Pto27	Pto28	7	0.20	16.76	3/4	0.716	0.0000002	0.0000031	3710.70	3711.31	3721.33	3721.33	10.63	10.02
	Pto28	Pto29-V1	11	0.16	42.60	3/4	0.555	0.0000003	0.0000129	3711.31	3713.78	3721.33	3721.33	10.02	7.55
<b>Red de Dist. Ramal 3</b>															
CRP-3	Pto24	0	0.50	62.03	3/4	1.754	0.0000033	0.0002050	3721.33	3710.14	3721.33	3721.33	0.00	11.19	
	Pto24	Pto30	3	0.35	13.23	3/4	1.240	0.0000004	0.0000051	3710.14	3710.14	3721.33	3721.33	11.19	11.19
	Pto30	Pto31	23	0.11	105.11	3/4	0.374	0.0000004	0.0000393	3710.14	3705.60	3721.33	3721.33	11.19	15.73
	Pto31	Pto32-V3	12	0.15	107.81	3/4	0.529	0.0000007	0.0000759	3705.60	3697.63	3721.33	3721.33	15.73	23.70

Tramo		Caudal		Long. L (m)	Diám. (pulg.)	Veloc. (m/seg)	Pérdida de Carga		Cota de Terreno		Cota Piezométrica		Presión (m)	
		Pto	Diseño				hf unit.(m)	Hf Tramo (m)	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
<b>Red de Dist. Ramal 4</b>														
R1	Pto7	0	0.50	19.69	3/4	1.754	0.0000010	0.0000207	3770.5	3762.24	3770.49	3770.49	0.00	8.25
Pto07	Pto13	0	0.50	120.34	3/4	1.754	0.0000064	0.0007714	3762.24	3759.52	3770.49	3770.49	8.25	10.97
Pto13	Pto14	5	0.25	126.08	3/4	0.877	0.0000020	0.0002516	3759.52	3754.36	3770.49	3770.49	10.97	16.13
Pto14	Pto15	6	0.22	67.73	3/4	0.785	0.0000009	0.0000597	3754.36	3749.38	3770.49	3770.49	16.13	21.11
Pto15	CRP-4	0	0.22	116.40	3/4	0.785	0.0000015	0.0001764	3749.38	3721.23	3770.49	3770.49	21.11	49.26
CRP-4	Pto16	0	0.22	35.06	3/4	0.785	0.0000005	0.0000160	3721.23	3717.65	3721.23	3721.23	0.00	3.58
Pto16	Pto17	4	0.29	97.13	3/4	1.013	0.0000020	0.0001921	3717.65	3688.67	3721.23	3721.23	3.58	32.56
Pto17	Pto18	0	0.29	39.76	3/4	1.013	0.0000008	0.0000322	3688.67	3687.86	3721.23	3721.23	32.56	33.37
Pto18	Pto19	0	0.29	27.05	3/4	1.013	0.0000006	0.0000149	3687.86	3687.46	3721.23	3721.23	33.37	33.77
Pto19	Pto20	0	0.29	44.43	3/4	1.013	0.0000009	0.0000402	3687.46	3686.68	3721.23	3721.23	33.77	34.55
Pto20	Pto21	0	0.29	67.59	3/4	1.013	0.0000014	0.0000930	3686.68	3684.50	3721.23	3721.23	34.55	36.73
Pto21	Pto22	0	0.29	177.40	3/4	1.013	0.0000036	0.0006407	3684.50	3677.58	3721.23	3721.23	36.73	43.65
Pto22	Pto23-V4	35	0.09	551.03	3/4	0.301	0.0000013	0.0007379	3677.58	3661.93	3721.23	3721.23	43.65	59.30

Fuente: Elaboración propia.

Figura 17

Red de Distribución



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.7. *Conexiones domiciliarias de agua potable.*

Se proyectará la instalación de conexiones domiciliarias con cajas de control de concreto con tapa termo plástica de 0.20m x 0.30m, válvulas de paso, la caja de conexión será prefabricados de dimensiones 0.50x0.30x0.35m, las acometidas serán instaladas con tubería de ½, las presiones en cualquier punto de la red no son menor a los de 5 m.c.a. y la presión estática no mayor a los 60 m.c.a.

#### 4.2.8. *Válvula de control.*

Se proyectó la instalación en la red de distribución cajas de control de concreto de 0.60m x 0.60m con tapa termo plástica y válvulas de paso, con el fin de controlar el caudal en los diferentes puntos de la red de distribución, la estructura es de concreto simple  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con accesorios de bronce y PVC.

#### ➤ *Características de la estructura*

Ancho de la caja:	$B = 0.80m$
Longitud de caja	$L = 0,80m$
Profundidad de cimentación	$he = 0,70m$
Resistencia del concreto	$f'c = 210,00 \text{ kg/cm}^2$
Esfuerzo de tracción por flexión	$ft = 12,32 \text{ kg/cm}^2 \quad (0.85f'c^{0.5})$
Esfuerzo de fluencia del acero	$Fy = 4.200,00 \text{ kg/cm}^2$
Fatiga de trabajo	$fs = 1.680,00 \text{ kg/cm}^2 \quad (0.4Fy)$
Recubrimiento en muro	$r = 4,00 \text{ cm}$
Recubrimiento en losa de fondo	$r = 5,00 \text{ cm.}$

❖ ***Diseño De Los Muros.*** – Se realizo los cálculos de momentos bajo los parámetros diseñados en la tabla siguiente.

**Tabla 38***Tabla para Momentos en Muro*

B/(Ha+h)	x/(Ha+h)	y = 0		y = B/4		y = B/2	
		Mx (kg-m)	My (kg-m)	Mx (kg-m)	My (kg-m)	Mx (kg-m)	My (kg-m)
0.50	0	0.000	-0.343	0.000	0.000	0.000	0.686
	1/4	0.000	-1.715	0.000	-0.343	0.343	1.372
	1/2	-0.686	-2.058	-0.343	-0.343	0.686	3.087
	3/4	-1.372	-2.058	-0.343	-0.343	0.343	2.401
	1	5.145	1.029	2.744	0.686	0.000	0.000

Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

Los momentos en los muros se calculó de acuerdo a la tabla establecida según la norma.

Máximo momento absoluto  $M = 5,145 \text{ kg-m}$

Espesor de pared,  $e = (6 \cdot M / (ft))^{0.5}$   $e = 1,58 \text{ cm}$

Para el diseño asumimos un espesor  $e = 10,00 \text{ cm}$

Máximo momento armadura vertical  $M_x = 5,145 \text{ kg-m}$

Máximo momento armadura horizontal  $M_y = 3,087 \text{ kg-m}$

Peralte efectivo  $d = e - r$   $d = 6,00 \text{ cm}$

Área de acero vertical  $A_{sv} = M_x / (f_s \cdot j \cdot d)$   $A_{sv} = 0,057 \text{ cm}^2$

Área de acero horizontal  $A_{sh} = M_y / (f_s \cdot j \cdot d)$   $A_{sh} = 0,034 \text{ cm}^2$

$k = 1 / (1 + f_s / (n \cdot f_c))$   $k = 0,326$

$j = 1 - (k/3)$   $j = 0,891$

$n = 2100 / (15 \cdot (f_c)^{0.5})$   $n = 9,6609$

$f_c = 0.4 \cdot f'_c$   $f_c = 84,00 \text{ kg/cm}^2$

$r = 0.7 \cdot (f_c)^{0.5} / F_y$   $r = 0,0024$

$A_{smin} = r \cdot 100 \cdot e$   $A_{smin} = 2,415 \text{ cm}^2$

❖ **Diseño estructural de cámara de válvula de control**

▪ **Diámetro de Varilla**



$$\begin{aligned} \text{Espesor de la losa} & \quad e_l = (6 \cdot M / (ft))^{0.5} = 0,45 \quad \text{cm} \\ \text{Para el diseño asumimos un peralte efectivo} & \quad e_l = 10,00 \quad \text{cm} \\ d = e_l - r & = 5,00 \quad \text{cm} \\ A_s = M / (f_s \cdot j \cdot d) & = 0,006 \quad \text{cm}^2 \\ A_{smin} = r \cdot 100 \cdot e_l & = 1,208 \quad \text{cm}^2 \\ \text{Diámetro de varilla} & \quad F \text{ (pulg)} = 3/8 \quad 0,71 \quad \text{cm}^2 \text{ de Área} \\ A_{scond} & = 1,42 \\ \text{Espaciamiento de varilla} & = 0,50 \quad (\text{asumimos } 0,20 \text{ m}) \end{aligned}$$

**Tabla 39***Resultados de Aceros*

Resultados	Diámetro de la Varilla	Espaciamiento
Refuerzo de acero vertical en muros	3/8	0.20 m
Refuerzo de acero horizontal en muros	3/8	0.20 m
Refuerzo de acero en losa	3/8	0.20 m

Fuente: Elaboración propia.

**4.3. Diseño de Disposición Sanitarias de Excretas.**

En la actualidad la comunidad de La Libertad las familias cuentan con letrinas de hoyo seco de uso privado con mal uso y falta de cuidado, convirtiéndose en hospedero de todo tipo de agentes contaminantes que favorecen la proliferación de las moscas, zancudos, y otros vectores de enfermedades infecciosas que ponen en riesgo la salud de los pobladores. Estas letrinas fueron construidas por los pobladores de La Libertad hace más de 10 años, según referencia de los pobladores. Ante este problema se proyectará:

➤ ***Saneamiento con arrastre hidráulico.***

El Sistema para la disposición adecuada de excretas con arrastre hidráulico, favorecerá a mitigar el hospedero de todo tipo de agentes contaminantes que favorecen la proliferación de las moscas, zancudos, y otros vectores de enfermedades infecciosas que ponen en riesgo la

salud de los pobladores, el mismo que incluyera un dispositivo prefabricado para el tratamiento primario, diseñado bajo la norma IS.020 Tanque Séptico. Tiene como propósito, la separación de las sustancias sólidas y líquidas presentes en el agua residual que ingresa a dicha unidad.

#### ❖ *Tanque Séptico Mejorado*

El tanque séptico mejorado se propuso por su fácil instalación de operación y mantenimiento, será enterrado en una excavación realizado previamente de acuerdo a las medias del tanque, esta será instalada mínimo a 5 metros de la caseta, la retención hidráulica fue calculado bajo los parámetros establecidos en la Norma IS.020 del RNE.

De acuerdo con la cantidad de usuarios por vivienda que no son más de 6 personas, se determinó el tanque séptico mejorado del volumen entre 600 a 750 litros, a fin de cumplir con el periodo de retención y los volúmenes de sedimentación y digestión de lodos. Adicionalmente, estos tanques deberán contar como mínimo con:

- ✓ Tuberías de entrada y salida de PVC.
- ✓ Material filtrante.
- ✓ Válvulas de PVC para extracción del lodo digerido.
- ✓ Tuberías para evacuación de Lodos.
- ✓ Tapa de cierre hermético.

#### ❖ *Parámetros de diseño*

Dotación de agua = 80 l/d-hab

Habitantes por vivienda = 5

Porcentaje de contribución al desagüe del **85%**, (siendo este el caso más desfavorable)

#### ▪ *Cálculo de capacidad del tanque séptico mejorado*

Viviendas:            1

Región: Sierra

Dotación 80 l/hab.d

Densidad 5 hab/viv

Consumo total = 400 l/dia, (dotación\*densidad)

▪ ***Sólo inodoro + lavadero multiuso***

Considerando que se baje la palanca 5 veces por cada integrante de la familia y un volumen de tanque de 4.8 lt además. un uso en el lavado de ropa y cocina de 220 lt (100 lt en lavado de ropa y 120 en cocina)

Consumo total =  $(4.8*5*5+220) *V = 340$  l/d

▪ ***% de contribución al desagüe***

$Cd = 85\%$

▪ ***Caudal de Aporte Unitario de AR***

$Qa = D * Cd$

$Qa = 68$  l/hab.d

▪ ***Periodo de Retención***

$Pr = 1.5 - 0.3 * \log(P * Qa)$

$Pr = 17.77$  horas

Periodo de retención asumida = 2 días

▪ ***Volumen requerido de Sedimentación***

$Vs = 10^{-3} (P * Qa) * Pr$

$Vs = 0.25$  m<sup>3</sup>

▪ ***Volumen de Digestión y Almacenamiento de Lodos***

$Vl = 70 * 10^{-3} * P * N$

$Vl = 0.35$  m<sup>3</sup>

▪ ***Volumen Requerido de tanque séptico mejorado***

$$V_r = V_s + V_l$$

$$V_r = 0.60 \text{ m}^3$$

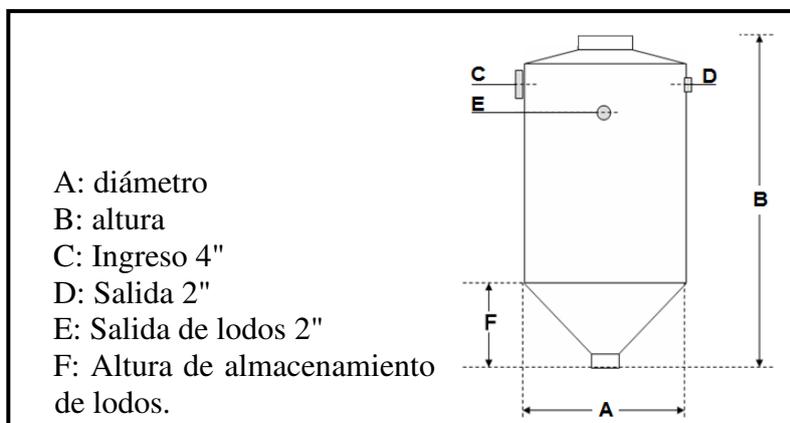
- Capacidad de Tanque Séptico Mejorado asumido es de 600-750 litros.

❖ *Datos del tanque séptico mejorado*

Temperatura Promedio:	30.0 °C
Tiempo de Remoción de Lodos N:	1 vez / año
Altura Total de Tanque Séptico Mejorado B:	1.65 m
Diámetro A:	0.9 m
Volumen de Cono:	0.19 m <sup>3</sup>
Área de Tanque Séptico Mejorado:	Ar 0.64 m <sup>2</sup>

**Figura 18**

*Datos del Tanque Séptico Mejorado.*



Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

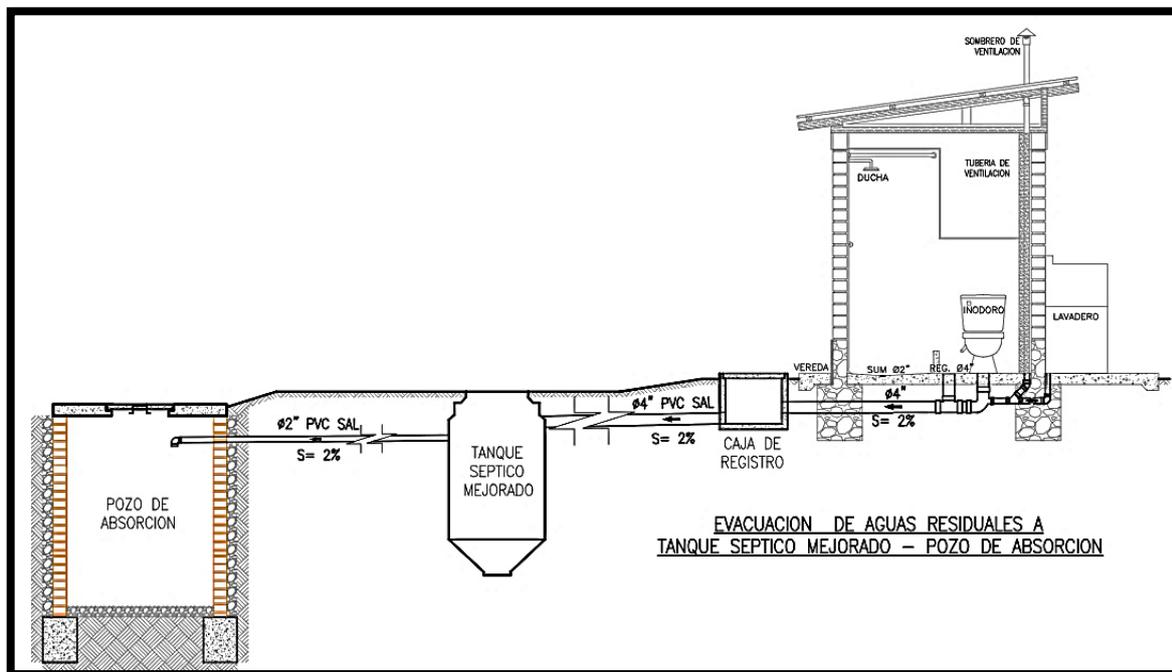
➤ *Pozos de Absorción*

Para este caso se proyectó la instalación de pozo de absorción, debido a que, no se dispone de área suficiente para la instalación de zanjas de percolación.

El cálculo de las dimensiones del pozo de absorción; así como, los aspectos constructivos se realizarán siguiendo las pautas de la Norma IS.020 del RNE.

Figura 19

Esquema de la UBS con Arrastre Hidráulico.



Fuente: R.M. N° 192-2018-VIVIENDA.

Algunas características del pozo de absorción proyectado son:

- Pozo de mampostería, con paredes circulares de ladrillo solido artesanal de 9x12x24 cm, de cabeza y con junta abierta.
- Las dimensiones internas del pozo de absorción son: diámetro 1,20 m y altura útil de 1,50 m.
- Tapa de concreto del pozo de absorción de 0,60 x 0,60 m.
- Relleno de grava  $\text{Ø}=1''$ .

❖ **Cálculo de pozos de absorción**

Lugar: Sierra

▪ **Gasto de Agua residual generado por la cantidad de habitantes**

Vivienda: 01

N° de habitantes por vivienda: 5

Consumo: 80 l/hab.d

$$Q \text{ (l/d)} = 400 \text{ l/d}$$

▪ **Viviendas**

$$Q \text{ (l/d)} = 400 \text{ l/d, (Consumo)}$$

Contribución 80%

$$C_d = 320 \text{ l/d} \quad (\text{descarga})$$

▪ **Coeficiente de infiltración  $R$ , (l/m<sup>2</sup>/día)**

Tiempo de infiltración = 2.77 minutos, (dato de campo)

$$R = 80.94 \text{ l/m}^2\text{-d}$$

▪ **Área absorción requerida**

$$A = Q/R$$

$$A = 3.95 \text{ m}^2$$

▪ **Altura de infiltración.** Recomienda según norma mínimo 1.00m

$$D_{\text{int}} = 1.2 \text{ m, (asumido)}$$

espesor del muro = 0.09 m

$$D_{\text{ext}} = 1.38 \text{ m}$$

▪ **Altura del Pozo de Absorción**

$$H = \pi * D^2 / 4$$

$$H = 1.49\text{m,} = 1.50\text{m}$$

▪ **Área de Absorción.**

$$h = 1.5 \text{ m}$$

$$A = 2 * \pi * D/2 * h$$

$$\text{Área unitaria} = 6.50 \text{ m}^2$$

$$N^\circ \text{ pozos} = 1$$

▪ **Área de terreno Requerido**

$$A_r = \pi * D^2/4 * N^{\circ} \text{ pozos}$$

$$A_r = 1.50 \text{ m}^2$$

➤ **Caseta de Unidad Básica de Saneamiento (UBS)**

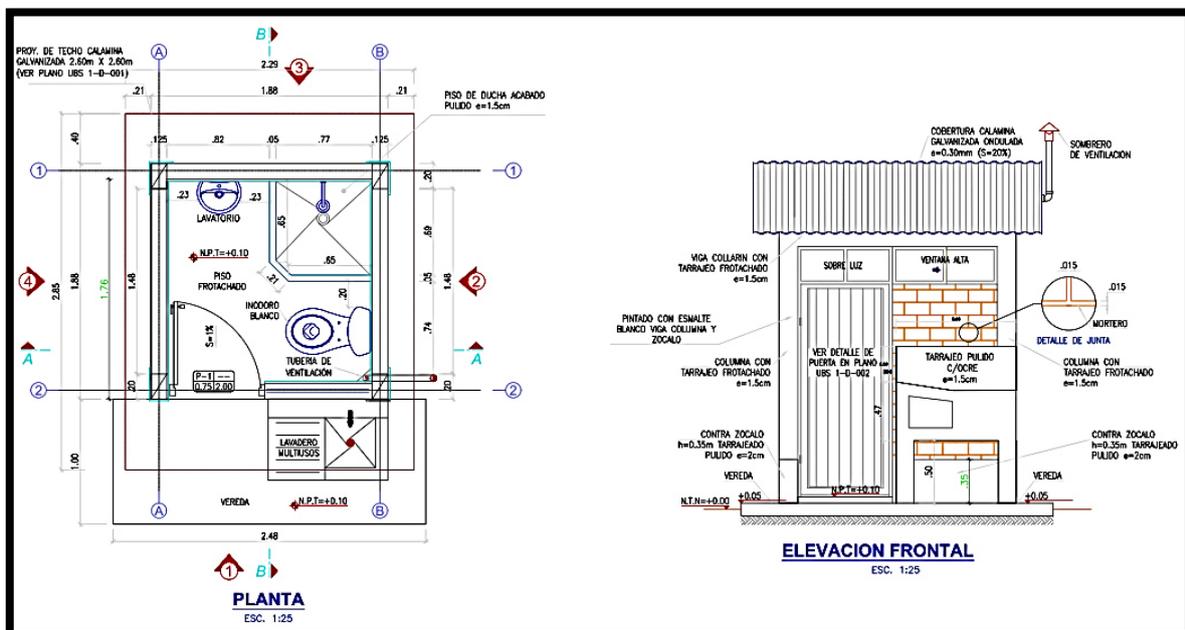
La estructura será de muros de albañilería confinada, el piso de concreto pulido, veredas de concreto, techo de soportes de madera y cobertura de plancha de fibrocemento, con puerta y ventana metálica que incluye vidrio o madera, además dispondrá con la instalaciones eléctricas y sanitarias, siendo sus características las siguientes:

- Las dimensiones internas son de 1,60 m x 1,60 m, y su altura interior de 2,15 m.
- Los cimientos serán de concreto ciclópeo C:H 1:10+30% PG, el sobrecimiento de concreto ciclópeo C:H 1:8+25% PM. Asimismo, contará con columnas de concreto armado  $f^c=175 \text{ kg/cm}^2$  de 0,125 x 0,15m con tarrajeo frotachado  $e=1,5\text{cm}$
- Las paredes serán de albañilería con ladrillo sólido artesanal y en la parte interior estará tarrajado; el tarrajeo en la zona de la ducha y el lavatorio será pulido e impermeabilizado.
- La puerta de ingreso será de 0,75 x 2,00 m., en la parte frontal se ubicará una ventana de policarbonato u otro similar.
- Contará con aparatos sanitarios de losa como el inodoro y lavatorio, con sus respectivos accesorios.
- En uno de los lados de la caseta se ubicará el lavadero multiusos con su respectiva vereda de protección de 1,00 m de ancho.
- Las veredas que protegen la caseta serán de 0,30 m de ancho, a excepción de la vereda donde se ubicará el lavadero multiusos indicado en el párrafo anterior.

- La cobertura será de estructura de madera tornillo con correas de 2"x1,5" y 2"x3"; sobre la cual, se colocará planchas de calaminas galvanizadas onduladas de 0,30 mm de espesor a fin de garantizar la durabilidad ante las condiciones climáticas. La cobertura contará con una pendiente de 14% para evacuar las aguas de lluvia que se presentan en la zona. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

**Figura 20**

*Caseta de la UBS.*



Fuente: Elaboración propia.

### ➤ *Lavadero multusos*

Se implementará para el sistema de UBS lavaderos de concreto armado de albañilería, con tarrajeo impermeabilizante y se suministrará e instalará accesorios en lavaderos domiciliaria.

**Tabla 40**

*Resumen General*

RESUMEN GENERAL	
<b>DATOS GENERALES</b>	
Población	137 habitantes
Viviendas	48 und
<b>1.00 SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>	
<b>Dotación de oferta</b>	
Caudal máximo diario (Qmd)	0.44 l/s
<b>Dotación de demanda</b>	
Caudal máximo diario (Qmd)	0.18 l/s
Caudal máximo horario (Qmh)	0.28 l/s
<b>1.01 CAPTACIÓN TIPO LADERA</b>	
<b>Cámara Húmeda</b>	
Aforo en estiaje	0.39 l/s
Aforo en avenida	0.55 l/s
Altura de cámara húmeda	1.10 m.
Ancho de pantalla	1.50 m.
Espesor de muro	0.20 m.
Altura de losa de fondo	0.20 m.
Losa de fondo (ancho * largo)	1.80m. * 1.80m.
Acero	ø3/8@0.20
Concreto	f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Cámara Seca</b>	
Altura de cámara seca	0.70 m.
Ancho de pantalla	0.80 m.
Espesor de muro	0.15 m.
Altura de losa de fondo	0.15 m.
Losa de fondo (ancho * largo)	1.00m. * 1.00m.
Acero	ø3/8@0.25
Concreto	f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>1.02 LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>	
Tubería PVC SAP ø1" CLASE 10	692.49 m.
Cámara Rompe Presión CRP6	2.00 und
<b>1.03 RESERVORIO</b>	
Capacidad de almacenamiento	5.00 m <sup>3</sup>
Losa de fondo (ancho * largo)	2.20m. * 2.20m.
Altura del Líquido (HL)	1.10 m.
Altura Total del Reservorio (HW)	1.60 m.
Espesor de Muro (tw)	0.15 m.
Espesor de Losa Techo (Hr)	0.15 m.
Espesor de la losa de fondo (Hs)	0.15 m.
Espesor de la zapata	0.35 m.
Acero en losa techo	ø3/8@0.16 a doble malla
Acero en paredes y losa de fondo	ø3/8@0.20 a doble malla
Concreto	f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>1.04 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN</b>	
Tubería PVC SAP ø3/4" CLASE 10	2538.50 m.
Válvulas de Purga	4.00 und
<b>2.00 SISTEMA DE SANEAMIENTO</b>	
UBS con arrastre hidráulico con tanque séptico mejorado	48.00 und

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO 5

### V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

#### 5.1. Análisis, interpretación y discusión de resultado.

➤ *Análisis.*

Los servicios básicos a nivel mundial, es un problema social que requiere de una atención minuciosa, a pesar de que el acceso al agua potable y saneamiento es fundamental; siendo esto uno de los derechos básicos de la humanidad y que está enmarcado en las políticas de la protección de la Salud, no existe una norma o método universal que pueda aplicarse puesto que los países y regiones son diferentes tanto en su naturaleza y forma.

Los habitantes de la localidad de La Libertad y sus autoridades vienen solicitando por más de 13 años a los gobiernos locales y regionales de su jurisdicción para solucionar el problema de abastecimiento de Agua Potable y Unidades Básicas de Saneamiento; ya que, el sistema con que cuentan tiene más de 20 años de antigüedad y; además, el agua que consumen es inadecuada e insalubre, tampoco cuentan con un sistema de disposición de excretas adecuado.

En el Perú existe normas y parámetros determinados para zonas urbanas y rurales para la elaboración de sistemas adecuados de abastecimiento de agua y saneamiento, por ende, el presente proyecto de investigación se realizó bajo los parámetros instituidos en la Norma

Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito rural, aprobado bajo Resolución Ministerial N° 192-2018-Vivienda, del Ministerio de Vivienda y Construcción y Saneamiento y el Reglamento Nacional de Edificaciones 2018.

➤ **Interpretación.**

Después de haber analizado el problema que aqueja los pobladores de La Libertad, se determinó el método a emplear para la obtención de datos y resultados para el desarrollo del proyecto de investigación, determinando los elementos estructurales hidráulicos necesarios para la implementación de un sistema de agua potable y disposición de excretas adecuados a las necesidades de la población.

Los datos generales obtenidos para la realización del presente proyecto fueron realizados mediante:

- ✓ Trabajos de campo. - Reconocimiento del lugar de estudio, realización de encuestas, levantamiento topográfico, obtención del caudal del punto de agua en tiempo de avenida y estiaje, tomas fotográficas, obtención del tipo de suelo mediante calicatas.
- ✓ Trabajos de gabinete. – Consolidación de datos para la determinación de: influencia en la salud y el desarrollo de una población por la inexistencia de servicios básicos adecuados en zonas rurales. cantidad de agua mediante el aforo en el punto de agua para establecer si esta abastece a la población, la dotación se estableció según la norma, cantidad de población beneficiaria, cantidad de viviendas, tipos de elementos estructurales hidráulicos en el sistema de agua y disposición de excretas acorde a la realidad de la zona de estudio, cálculos de las estructuras y materiales, la influencia en la salud y desarrollo de la población al contar con un servicio de agua potable salubre y disposición de excretas y adecuado.

Fotografía 3: **Encuesta vivienda 43.**



*Fuente:* Propia.

Fotografía 4: Encuesta vivienda 36.



*Fuente:* Propia.

Fotografía 5: Encuesta vivienda 30.



*Fuente:* Propia.

Fotografía 6: Encuesta vivienda 10.



*Fuente:* Propia.

➤ *Discusión de resultados.*

Realizados los trabajos de recopilación de datos mediante trabajos de campo en el lugar de estudio y trabajos de gabinete para el desarrollo del proyecto de investigación los resultados fueron:

- ✓ En la región Junín en zona rural el 23,5% se abastece de manantiales, acequias y ríos; mientras que, el saneamiento alcanza un 61% que tienen acceso a la red pública, 21,9% en pozos ciegos, 8.6% campo abierto, 4% pozo séptico, 4,5 letrinas con tratamientos. (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA, 2018), es necesario y urgente que las autoridades políticas y entidades competentes unan esfuerzos para disminuir la brecha del saneamiento básico en zonas rurales.
- ✓ El 72% la población de La Libertad tiene acceso al agua potable de una captación sin cubierta, por ello es contaminada con desechos orgánicos de animales, siendo esta insalubre para el consumo, siendo esto la consecuencia de enfermedades estomacales, diarreicas, enfermedades parasitarias entre otras, elementos estructurales de más de 20 años, tuberías expuestas y deterioradas, por esa razón, se determinó el diseño de una captación tipo manantial cubierta, cambio en su totalidad de las tuberías, la dotación al 100% del agua potable a la población.
- ✓ La determinación del caudal se realizó mediante el aforo volumétrico dando como resultado 0.55 l/s, siendo el adecuado para el diseño del agua potable con saneamiento de UBS con arrastre hidráulico.
- ✓ La cantidad de la población es de 137 habitantes distribuidas en 48 viviendas, determinada mediante la encuesta, requiere según los calculos 0.18 l/s como (Qmd) incluido el sistema de UBS con arrastre hidráulico.

- ✓ Como resultado de los cálculos hidráulicos se determinó tuberías de 1" PVC clase 10 en la línea de conducción, un reservorio de 5 m<sup>3</sup> de almacenamiento, tuberías de ¾ en la red de distribución, tuberías y accesorios de ½ en las conexiones domiciliarias.
- ✓ La población cuenta para la disposición de excretas con silos de hoyo seco contruidos de forma artesanal, por ello, se determinó el diseño de la unidad básica de saneamiento (UBS) con arrastre hidráulico.
- ✓ Los diseños y cálculos estructurales de los elementos hidráulicos del agua potable y UBS con arrastre hidráulico planteado, están diseñados bajo los parámetros establecidos en la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito rural, aprobado bajo Resolución Ministerial N° 192-2015-Vivienda, del Ministerio de Vivienda y Construcción y Saneamiento y el Reglamento Nacional de Edificaciones 2018.

Cabe mencionar que el sistema propuesto de abastecimiento de agua potable con UBS con arrastre hidráulico mejorará exponencialmente la salud, la calidad de vida y el desarrollo de sus habitantes de la localidad de La Libertad, puesto que el agua es un elemento esencial para la preparación de los alimentos de manera higiénica y a la vez desarrollarán el hábito de la limpieza personal.

## **5.2. Pruebas de hipótesis**

### **➤ *Hipótesis General***

Un sistema de saneamiento conveniente en la propuesta de mejora y ampliación de los servicios de agua potable y disposición sanitaria de excretas tiene como objetivo la optimización de abastecimiento de agua y disposición final adecuada de excretas en la localidad de La Libertad, distrito de Comas - provincia de Concepción.

La propuesta de mejora y ampliación de los servicios de agua potable y disposición sanitaria de excretas en la localidad de La Libertad, distrito de Comas, provincia de Concepción, tiene relación directa con las variables de estudio, puesto que al realizar las construcciones y cambios de los elementos hidráulicos en el sistema de agua potable y UBS con arrastre hidráulico, diseñados bajo parámetros establecidos normadas y de forma apropiada mejorará el servicio de saneamiento básico, consecuentemente la calidad de vida de la población.

➤ ***Hipótesis Específica.***

- a. ***Hipótesis Específica a.*** El diseño de un sistema de agua potable con elementos e infraestructuras hidráulicos apropiados optimizará el servicio y abastecimiento en la localidad de La Libertad.

La hipótesis específica (a) está vinculada directamente entre la necesidad de diseñar un sistema con elementos e infraestructuras hidráulicos apropiados de agua potable acorde a las normas establecidas mejorará el servicio de abastecimiento y la calidad de vida de la población, ya que el sistema de abastecimiento de agua con que cuentan tiene más de 20 años de antigüedad y además, los elementos hidráulicos construidos sin una dirección técnica ocasiona las deficiencias en el abastecimiento del agua potable.

- b. ***Hipótesis Específica b.*** El diseño de un sistema sanitaria con infraestructura y elementos apropiados tiene como objetivo la eficiente disposición final de excretas en la localidad de La Libertad.

Del mismo modo la hipótesis (b) tiene una relación directa entre la necesidad de diseñar un sistema sanitaria con infraestructura y elementos apropiados para la disposición final de excretas; puesto que, la población en la actualidad no cuenta con este servicio; ya que en la mayoría de los casos tienen un espacio inadecuado y defecan a campo abierto ocasionando graves problemas de salud y ambiental en la población.

### 5.3. Presentación de resultados.

Los resultados finales del proyecto de investigación son:

La localidad de La Libertad, lugar para el desarrollo del proyecto de tesis, está ubicado en la zona rural del distrito de Comas, provincia de Concepción, Departamento de Junín, a una altitud de 3710.32 msnm, donde se proyectó el sistema de agua potable y saneamiento con UBS de arrastre hidráulico para 137 usuarios, siendo los componentes lo siguiente:

➤ ***Del sistema de abastecimiento de agua potable.***

- ❖ ***Captación de ladera tipo subterránea cubierto.*** - Con un ancho de pantalla de 1.50m por 1.10m de alto con muro de 0.15m para la cámara húmeda, cámara seca de 0.70m de alto por 0.80m de ancho y de 0.15m espesor de muro, para un caudal de diseño de 0.50 l/s como resultado un caudal máximo horario de 0.18 l/s para 137 usuarios, con dos orificios de 2" plg de descarga a la cámara húmeda, canastilla de 2 pulgadas.

Los resultados de los cálculos de acero para un concreto armado de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> para el muro y fondo de losa, con fierros de varilla de 3/8 espaciados a 0.20m.

- ❖ ***Línea de conducción.*** – Se instalará tubería de 1" plg de diámetro clase 10 PVC en una distancia de 692.49m, instaladas en una zanja abierta de 0.40m x 0.50m con cama de apoyo de material propio seleccionado. Se instalarán 2 cámaras rompe presión de 0.80m x 0.80m x 0.90 de alto de concreto armado  $f'c$  210 con tapa empotrada.

Los muros tendrán refuerzos de acero de 3/8 espaciados a 0.20m, muros de 0.15 de espesor de concreto armado de  $f'c$  210.

- ❖ ***Reservorio proyectado.*** – Con una capacidad de almacenamiento de 5.00m<sup>3</sup>, con un volumen de regulación calculado de 2.10m<sup>3</sup>, con dimensiones de 2.520m\*2.50m \*1.71 de alto, los muros de 0.15m, techo 0.15m, losa de fondo 0.15m, cimiento de 0.35m, área útil de agua 2.20m\*2.20m\*1.10m.

Los aceros de refuerzo a doble enmallado con varillas de 3/8 espaciados a 0.16m en el techo con concreto armado de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>. En el muro y fondo de losa con aceros de refuerzo de 3/8 espaciados a 0.20m, concreto  $f'c$  210, caseta de válvula de 0.80m\*0.80m\*0.9m de alto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> varillas de acero de refuerzo 3/8 espaciado a 0.20m, tarrajeadas interior con impermeabilizante y exterior tarrajeadas y pintadas.

- ❖ **Red de distribución.** – para la red de distribución se proyectó tubería de 3/4” clase 10 PVC de 2434.48ml para las 48 viviendas, con 4 válvulas de control, 4 válvulas de purga.
- **Del sistema de saneamiento.** – Para el sistema de saneamiento se proyectó UBS con arrastre hidráulico para las 48 viviendas; proyectándose para cada vivienda una caseta con muros de ladrillo y accesorios sanitarios, tanque séptico mejorado con capacidad 600 litros y un pozo de absorción de 1.50m de alto \*1.38m de diámetro.

## CONCLUSIONES

- El proyecto del sistema de agua potable y saneamiento planteado en el presente proyecto de tesis, se realizó con un caudal máximo diario (Qmd) de 0.18 l/s siendo el caudal de oferta en la captación mínimo de 0.39 l/s, además, mejorará considerablemente en calidad y cantidad el servicio de saneamiento básico; puesto que, abastecerá al 100% de la población, con agua potable domiciliaria y un sistema de UBS de arrastre hidráulico, que contribuirá en mejorar la calidad de vida y el desarrollo de los pobladores de la localidad de La Libertad.
- Los elementos estructurales propuestos para mejorar el abastecimiento de agua potable se desarrollaron tanto en su cálculo y diseño, bajo criterios y parámetros normados para zonas rurales de la sierra, los elementos hidráulicos trazados como la captación subterránea tipo ladera, línea de conducción, reservorio, red de distribución y conexión domiciliaria se desempeñarán eficientemente para cumplir y cubrir la dotación del agua necesaria para dicha población.
- El diseño planteado de UBS con arrastre hidráulico para cada vivienda, cumplirá un papel muy importante en la salud e higiene de la población y el medio ambiente, en la actualidad la población no cuenta con este servicio, realizando las deposiciones en su mayoría los pobladores a campo abierto, siendo esta la causa de enfermedades. El sistema de saneamiento contara con un tanque séptico mejorado, pozo de infiltración y caseta con ducha, lavatorio e inodoro. Cabe mencionar que los cálculos y diseños se realizaron bajo las normas y parámetros establecidos del Ministerio de Vivienda, Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito rural, aprobado bajo Resolución Ministerial N° 192-2018-Vivienda y el Reglamento Nacional de Edificaciones 2018.

## RECOMENDACIONES

- Los servicios básicos de saneamiento con que cuentan la mayoría de los pueblos de la zona rural datan con más 20 años y sumado a esto que, nunca realizaron sus mantenimientos por desconocimiento; estos sistemas por lo general ya colapsaron, consecuentemente el servicio de abastecimiento no es el adecuado tanto en su calidad y cantidad, se recomienda identificar en zonas rurales sistemas de saneamiento que tengan estas deficiencias de funcionamiento mediante sus autoridades locales y entes competentes para su pronta intervención.
- Se recomienda a la junta administradora de servicios de saneamiento (JASS) de la localidad de La Libertad, realizar el mantenimiento adecuado de las infraestructuras y elementos hidráulicos tanto de agua potable y UBS para su óptimo servicio.
- Se recomienda realizar un diagnóstico nacional mediante las autoridades competentes para determinar e identificar a las poblaciones rurales que no cuenta con un sistema de saneamiento básico adecuado, para desarrollar proyectos de inversión pública sostenibles y cerrar la brecha de Saneamiento Básico Rural.
- Se recomienda socializar en educación sanitaria, capacitación y fortalecimiento de la población beneficiaria y los entes administradores de la operación y mantenimiento del servicio básico, para que el sistema de saneamiento propuesto se desempeñe de forma correcta y cumpla su propósito de abastecer interrumpidamente el agua potable y del mismo modo, del sistema de UBS con arrastre hidráulico propuesto tienen como finalidad de mejorar la condición de vida de los pobladores de la localidad de La Libertad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acosta Torres, F. I. (2020). SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MEJORAR LA DISPOSICIÓN DE EXCRETAS EN EL CENTRO POBLADO EL NAZARENO DEL DISTRITO SAN JOSÉ, PROVINCIA Y REGIÓN LAMBAYEQUE. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad de San Martín de Porras, Lima.
- Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á., & Miranda Novales, M. G. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, vol. 63, 202-206.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). DE ESTRUCTURAS A SERVICIOS. *DESARROLLO EN LAS AMÉRICAS*, 1-433.
- CARE PERU Y PROPILAS II. (2004). *Capacitación Integral en Agua y Saneamiento Rural*. Obtenido de E-mail: [sotof@caj.care.org.pe](mailto:sotof@caj.care.org.pe)  
[https://www.wsp.org/sites/wsp/files/publications/35200735312\\_NotadeCampoEPILAS.pdf](https://www.wsp.org/sites/wsp/files/publications/35200735312_NotadeCampoEPILAS.pdf)
- Delgado, W. (2007). Diagnostico municipal de Agua Potable y Saneamiento Ambiental de Municipio de San Antonio Palopo, Depaartamento de Solola. *Tesis de Licenciatura (Titulo de Ingeniero Civil)*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Diario Oficial El Peruano. (2017). *LEY N° 30588, ley de reforma constitucional que reconoce el derecho de acceso al agua como derecho constitucional, Artículo único. Incorporación del artículo 7°-A de la Constitución Política del Perú*. Obtenido de <https://elperuano.pe/>:  
<https://busquedas.elperuano.pe/download/url/ley-de-reforma-constitucional-que-reconoce-el-derecho-de-acc-ley-n-30588-1536004-1>
- Fidias, A. G. (1999). *El Proyecto de la Investigacion, Guia para su elaboracion (3° EDICION)*. Orial Ediciones.
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y Organización Mundial de la Salud (OMS). (2020). *Estado Mundial del Saneamiento*. Nueva York, EE. UU.: División de Programas/WASH.
- Gonzales Scancelli, T. (2013). Evaluación del Sistema de Abastecimiento de Agua Poteble y Disposición de Excretas de la Población del Corregimiento de Monterrey, Municipio de Simití Departamento de Bolivar, Proponiendo Soluciones Integrales al Mejoramiento de los Sistemas y la Salud. (*tesis de Liceciatura*). ponteficia Universidad Javeriana, Bogota.

- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2020). *Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico*. Lima: INEI.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. (2018). *Resultados Definitivos del departamento de Junín Tomo I*. Lima: INEI.
- Lam González, J. A. (2011). *DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CAPTZÍN CHIQUITO, MUNICIPIO DE SAN MATEO IXTATÁN, HUEHUETENANGO. (Tesis de Licenciatura)*. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA.
- Lazaro Bovis, Y. J. (2019). *Evaluación del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del centro Poblado de Marankiari, Satipo-2019. (Tesis de para optar el Bachiller)*. Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Satipo.
- Maylle Adriano, Y. (2017). *Diseño del Sistema de Agua Potable y su Influencia en la Calidad de Vida de la Localidad de Huacamayo – Junín 2017”. (Tesis de Licenciatura)*. Universidad César Vallejo, Lima.
- Mesa de Concertación para la Lucha contra la pobreza; Agua limpia y Saneamiento. (2021). *RECOMENDACIONES PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LAS FAMILIAS MÁS VULNERABLES EN EL ÁMBITO RURAL y PREVENIR EL CONTAGIO DE COVID-19. Grupo de Trabajo “Agua y Saneamiento Rural” de la, 1-14.*
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural*. Obtenido de ([www.vivienda.gob.pe:https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-la-norma-tecnica-de-diseno-opciones-tecnologicas-resolucion-ministerial-no-192-2018-vivienda-1648790-5/](http://www.vivienda.gob.pe:https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-la-norma-tecnica-de-diseno-opciones-tecnologicas-resolucion-ministerial-no-192-2018-vivienda-1648790-5/))
- Nacif, C. A. (2003). *Lineas de Aducción en Sistemas de Aguas Potable*. SENAPI.
- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías para la calidad del agua potable*. OMS.
- Organización Panamericana de la Salud. (2010). *MANEJO ADECUADO DE LAS EXCRETAS EN SITUACIONES DE EMERGENCIAS Y DESASTRES*. Obtenido de [https://www.paho.org/es, denshn@yahoo.com: http://bvspers.paho.org/texcom/desastres/honmaese.pdf](https://www.paho.org/es,denshn@yahoo.com: http://bvspers.paho.org/texcom/desastres/honmaese.pdf)

- Palma Culipichún, F. M. (2015). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA DE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE Y EVACUACIÓN DE AGUAS SERVIDAS EN POBLACIÓN DE 60 VIVIENDAS, COMUNA DE PORVENIR. *(Tesis de Licenciatura)*. Universidad Austral de Chile, Chile.
- Pejerrey Díaz, L. F. (2018). MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA COMUNIDAD DE CULLCO BELÉN, DISTRITO DE POTONI – AZÁNGARO – PUNO. *(Tesis de Licenciatura)*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Peralta Oblitas, R. (2018). DISEÑO DEL SISTEMA AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN SANITARIA DE EXCRETAS PARA EL CENTRO POBLADO SAN ANTONIO, DISTRITO DE MAZAMARI - SATIPO - JUNÍN”. *(Tesis de licenciatura)*. UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO, Lambayeque.
- Pittman, R. A. (1997). *Agua Potable para Poblaciones Rurales*. Asociacion Servicios Educativos Rurales (SER).
- Respicio Lopez, E. A. (2016). MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y DISPOSICION DE EXCRETAS DEL CENTRO POBLADO EL MOTE, DISTRITO DE CONTUMAZA, PROVINCIA DE CONTUMAZA-CAJAMARCA. *(Tesis de Licenciatura)*. Universidad Cesar Vallejo, Trujillo.
- Tam Malaga, J., Vera, G., & Oliveros Ramos, R. (2008). TIPOS, MÉTODOS Y ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA . *Escuela de Posgrado*, 145-154.
- Vargas Cordero, Z. R. (2009). LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA. *Revista EDUCACIÓN de la Universidad de Costa Rica*, 155-165.

**ANEXOS:**

## Anexo 01: Cálculo hidráulico de cámara de captación.

**DISEÑO HIDRAÚLICO DE CAPTACIÓN DE LADERA (Qdiseño=0.50lps) DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE LA LIBERTAD**

Gasto Máximo de la Fuente:  $Q_{max}= 0.55$  l/s  
 Gasto Mínimo de la Fuente:  $Q_{min}= 0.39$  l/s  
 Gasto Máximo Diario:  $Q_{md1}= 0.50$  l/s

**1) Determinación del ancho de la pantalla:**

Sabemos que:  $Q_{max} = v_2 \times Cd \times A$

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

Donde: Gasto máximo de la fuente:  $Q_{max}= 0.55$  l/s

Coefficiente de descarga:  $Cd= 0.80$  (valores entre 0.6 a 0.8)  
 Aceleración de la gravedad:  $g= 9.81$  m/s<sup>2</sup>  
 Carga sobre el centro del orificio:  $H= 0.40$  m (Valor entre 0.40m a 0.50m)

Velocidad de paso teórica:  $v_{2t} = Cd \times \sqrt{2gH}$   
 $v_{2t}= 2.24$  m/s (en la entrada a la tubería)

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

**Área requerida para descarga:  $A= 0.00115$  m<sup>2</sup>**

Ademas sabemos que:  $D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$

Diámetro Tub. Ingreso (orificios):  $D_c= 0.0382$  m  
 $D_c= 1.50377$  pulg

Asumimos un Diámetro comercial:  **$D_a= 2.00$  pulg** (se recomiendan diámetros < ó = 2")  
 $0.0508$  m

Determinamos el número de orificios en la pantalla:

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

$$\text{Norif} = \left(\frac{D_c}{D_a}\right)^2 + 1$$

Número de orificios: **Norif= 2 orificios**

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

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

Ancho de la pantalla: **b= 0.90** m (Pero con 1.50 tambien es trabajable)

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

Sabemos que:  $H_f = H - h_o$

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

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

Pérdida de carga en el orificio:  $h_o= 0.02862$  m

Hallamos: Pérdida de carga afloramiento - captacion: **Hf= 0.37** m

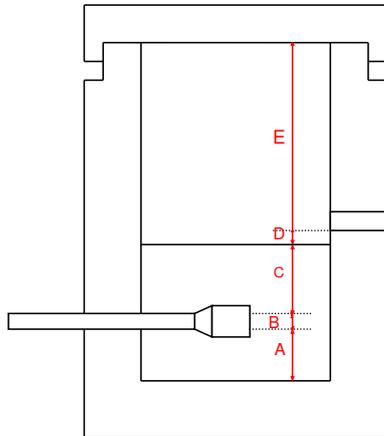
Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

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

Distancia afloramiento - Captacion: **L= 1.238** m **1.30** m **Se asume**

**3) Altura de la cámara húmeda:**

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



Donde:

A: Altura mínima para permitir la sedimentación de arenas. Se considera una altura mínima de 10cm

A= 15.0 cm

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

B= 0.025 cm <> 1 plg

D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínima 5cm).

D= 10.0 cm

E: Borde Libre (se recomienda mínimo 30cm).

E= 40.00 cm

C: Altura de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción se recomienda una altura mínima de 30cm).

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

- Q m<sup>3</sup>/s
- A m<sup>2</sup>
- g m/s<sup>2</sup>

Donde: Caudal máximo diario: Qmd= 0.0005 m<sup>3</sup>/s  
 Área de la Tubería de salida: A= 0.00203 m<sup>2</sup>

Area de 2" asumida

Por tanto: Altura calculada: C= 0.00484 m

Resumen de Datos:

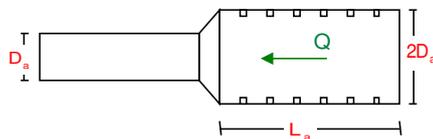
- A= 15.00 cm
- B= 2.50 cm
- C= 40.00 cm
- D= 10.00 cm
- E= 40.00 cm

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

Ht= 1.08 m

Altura Asumida: Ht= 1.10 m

**4) Dimensionamiento de la Canastilla:**



**Diámetro de la Canastilla**

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

Dcanastilla = 2 × Da

Dcanastilla= 2 pulg

**Longitud de la Canastilla**

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

L= 3 × 1.0 = 3 pulg = 7.62 cm

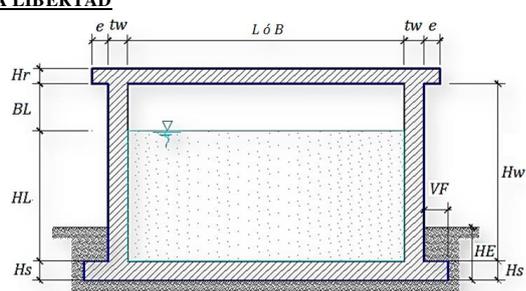
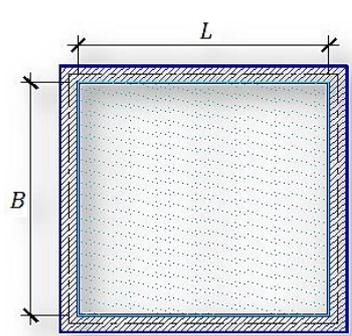
L= 6 × 1.0 = 6 pulg = 15.24 cm

Lcanastilla= 15.0 cm ¡OK!

Siendo las medidas de las ranuras:	ancho de la ranura=	5 mm	(medida recomendada)
	largo de la ranura=	7 mm	(medida recomendada)
Siendo el área de la ranura:	Ar=	35 mm <sup>2</sup>	= 0.0000350 m <sup>2</sup>
<b>Debemos determinar el área total de las ranuras (A<sub>TOTAL</sub>):</b>			
		$A_{TOTAL} = 2A_r$	
Siendo:	Área sección Tubería de salida:	A <sub>s</sub> =	0.0020268 m <sup>2</sup>
		A <sub>TOTAL</sub> =	0.0040537 m <sup>2</sup>
El valor de Atotal debe ser menor que el 50% del área lateral de la granada (Ag)			
		$Ag = 0.5 \times Dg \times L$	
Donde:	Diámetro de la granada:	Dg=	2 pulg = 5.08 cm
		L=	15.0 cm
		Ag=	0.0119695 m <sup>2</sup>
Por consiguiente:	A <sub>TOTAL</sub> <	Ag	<b>OK!</b>
Determinar el número de ranuras:			
	$N^{\circ}ranuras = \frac{Area\ total\ de\ ranura}{Area\ de\ ranura}$		
	<b>Número de ranuras : 115 ranuras</b>		
<b>5) Cálculo de Rebose y Limpia:</b>			
En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1,5%			
La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calculan mediante la siguiente ecuación:			
	$Dr = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{hf^{0.21}}$		
<b>Tubería de Rebose</b>			
Donde:	Gasto máximo de la fuente:	Qmax=	0.55 l/s
	Perdida de carga unitaria en m/m:	hf=	0.015 m/m (valor recomendado)
	Diámetro de la tubería de rebose:	D <sub>R</sub> =	1.36652 pulg
	Asumimos un diámetro comercial:	D <sub>R</sub> =	<b>2 pulg</b>
<b>Tubería de Limpieza</b>			
Donde:	Gasto máximo de la fuente:	Qmax=	0.55 l/s
	Perdida de carga unitaria en m/m:	hf=	0.015 m/m (valor recomendado)
	Diámetro de la tubería de limpia:	D <sub>L</sub> =	1.36652 pulg
	Asumimos un diámetro comercial:	D <sub>L</sub> =	<b>2 pulg</b>
<b>Resumen de Cálculos de Manantial de Ladera</b>			
	Gasto Máximo de la Fuente:	0.55 l/s	
	Gasto Mínimo de la Fuente:	0.39 l/s	
	Gasto Máximo Diario:	0.50 l/s	
<b>1) Determinación del ancho de la pantalla:</b>			
	Diámetro Tub. Ingreso (orificios):	2.0 pulg	
	Número de orificios:	2 orificios	
	Ancho de la pantalla:	0.90 m	1.50 ASUMIDO POR TRABAJABILIDAD
<b>2) Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:</b>			
	L=	1.238 m	
<b>3) Altura de la cámara húmeda:</b>			
	Ht=	1.10 m	
	Tubería de salida=	1.00 plg	
<b>4) Dimensionamiento de la Canastilla:</b>			
	Diámetro de la Canastilla	2 pulg	
	Longitud de la Canastilla	15.0 cm	
	Número de ranuras :	115 ranuras	
<b>5) Cálculo de Rebose y Limpia:</b>			
	Tubería de Rebose	2 pulg	
	Tubería de Limpieza	2 pulg	

**Anexo 02: Cálculo hidráulico de Reservorio.**

<b>ANÁLISIS Y DISEÑO DE RESERVORIO RECTANGULAR DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE LA LIBERTAD</b>	
<b>DATOS DE DISEÑO</b>	
Capacidad Requerida	5.00 m <sup>3</sup>
Longitud	2.20 m
Ancho	2.20 m
Altura del Líquido (HL)	1.10 m
Borde Libre (BL)	0.50 m
Altura Total del Reservorio (HW)	1.60 m
Volumen de líquido Total	5.32 m <sup>3</sup>
Espesor de Muro (tw)	0.15 m
Espesor de Losa Techo (Hr)	0.15 m
Alero de la losa de techo (e)	0.10 m
Sobrecarga en la tapa	100 kg/m <sup>2</sup>
Espesor de la losa de fondo (Hs)	0.15 m
Espesor de la zapata	0.35 m
Alero de la Cimentacion (VF)	0.20 m
Tipo de Conexión Pared-Base	Flexible
Largo del clorador	1.10 m
Ancho del clorador	0.80 m
Espesor de losa de clorador	0.10 m
Altura de muro de clorador	1.20 m
Espesor de muro de clorador	0.10 m
Peso de Bidon de agua	60.00 kg
Peso de clorador	991 kg
Peso de clorador por m <sup>2</sup> de techo	135.97 kg/m <sup>2</sup>
Peso Propio del suelo (gm):	1.27 ton/m <sup>3</sup>
Profundidad de cimentacion (HE):	0.00 m
Angulo de fricción interna (Ø):	17.50 °
Presion admisible de terreno (st):	0.95 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia del Concreto (fc)	280 kg/cm <sup>2</sup>
Ec del concreto	252,671 kg/cm <sup>2</sup>
Fy del Acero	4,200 kg/cm <sup>2</sup>
Peso especifico del concreto	2,400 kg/m <sup>3</sup>
Peso especifico del líquido	1,000 kg/m <sup>3</sup>
Aceleración de la Gravedad (g)	9.81 m/s <sup>2</sup>
Peso del muro	5,414.40 kg
Peso de la losa de techo	2,624.40 kg
Recubrimiento Muro	0.05 m
Recubrimiento Losa de techo	0.03 m
Recubrimiento Losa de fondo	0.05 m
Recubrimiento en Zapata de muro	0.10 m

**1.- PARÁMETROS SÍSMICOS: (Reglamento Peruano E.030)**

Z = 0.25  
U = 1.50  
S = 0.80

**2.- ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO: (ACI 350.3-06)**

**2.1.- Coeficiente de masa efectiva (ε):**

$$\epsilon = \left[ 0.0151 \left( \frac{L}{H_L} \right)^2 - 0.1908 \left( \frac{L}{H_L} \right) + 1.021 \right] \leq 1.0 \quad \text{Ecu. 9.34 (ACI 350.3-06)}$$

ε = 0.7

**2.2.- Masa equivalente de la aceleración del líquido:**

Peso equivalente total del líquido almacenado (WL)= 5,324 kg      543 kg.s<sup>2</sup>/m

$$\frac{W_i}{W_L} = \frac{\tan \left[ 0.866 \left( \frac{L}{H_L} \right) \right]}{0.866 \left( \frac{L}{H_L} \right)} \quad \text{Ecu. 9.1 (ACI 350.3-06)}$$

$$\frac{W_c}{W_i} = 0.264 \left( \frac{L}{H_L} \right) \tan \left[ 3.16 \left( \frac{H_L}{L} \right) \right] \quad \text{Ecu. 9.2 (ACI 350.3-06)}$$

Peso del líquido (WL) = 5,324 kg

Peso de la pared del reservorio (Ww1) = 5,414 kg

Peso de la losa de techo (Wr) = 2,624 kg      294 kg.s<sup>2</sup>/m

Peso Equivalente de la Componente Impulsiva (Wi) = 2,887 kg      Ecu. 9.34 (ACI 350.3-06)

Peso Equivalente de la Componente Convectiva (Wc) = 2,582 kg

Peso efectivo del depósito (We = ε \* Ww + Wr) = 6,414 kg

**2.3.- Propiedades dinámicas:**

Frecuencia de vibración natural componente Impulsiva ( $\omega_i$ ):	787.87 rad/s
Masa del muro ( $m_w$ ):	59 kg.s2/m2
Masa impulsiva del líquido ( $m_i$ ):	67 kg.s2/m2
Masa total por unidad de ancho (m):	126 kg.s2/m2
Rigidez de la estructura (k):	41,521,560 kg/m2
Altura sobre la base del muro al C.G. del muro ( $h_w$ ):	0.80 m
Altura al C.G. de la componente impulsiva ( $h_i$ ):	<b>0.41 m</b>
Altura al C.G. de la componente impulsiva IBP ( $h'i$ ):	<b>0.88 m</b>
Altura resultante (h):	0.59 m
Altura al C.G. de la componente convulsiva ( $h_c$ ):	<b>0.64 m</b>
Altura al C.G. de la componente convulsiva IBP ( $h'c$ ):	<b>0.94 m</b>
Frecuencia de vibración natural componente convectiva ( $\omega_c$ ):	3.60 rad/s
Periodo natural de vibración correspondiente a $T_i$ :	0.01 seg
Periodo natural de vibración correspondiente a $T_c$ :	1.75 seg

$$\omega_i = \sqrt{k/m}$$

$$m = m_w + m_i$$

$$m_w = H_w t_w (Y_c/g)$$

$$m_i = \left(\frac{W_i}{W_t}\right) \left(\frac{L}{2}\right) H_L \left(\frac{Y_L}{g}\right)$$

$$h = \frac{(h_w m_w + h_i m_i)}{(m_w + m_i)}$$

$$h_w = 0.5 H_w$$

$$k = \frac{4E_c}{4} \left(\frac{t_w}{h}\right)^3$$

$$\frac{L}{H_L} < 1.333 \rightarrow \frac{h_i}{H_L} = 0.5 - 0.09375 \left(\frac{L}{H_L}\right)$$

$$\frac{L}{H_L} \geq 1.333 \rightarrow \frac{h_i}{H_L} = 0.375$$

$$\frac{L}{H_L} < 0.75 \rightarrow \frac{h'_i}{H_L} = 0.45$$

$$\frac{L}{H_L} \geq 0.75 \rightarrow \frac{h'_i}{H_L} = \frac{0.866 \left(\frac{L}{H_L}\right)}{2 \tanh \left[0.866 \left(\frac{L}{H_L}\right)\right]} - 1/8$$

$$\frac{h_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh[3.16(H_L/L)] - 1}{3.16(H_L/L) \sinh[3.16(H_L/L)]}$$

$$\frac{h'_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh[3.16(H_L/L)] - 2.01}{3.16(H_L/L) \sinh[3.16(H_L/L)]}$$

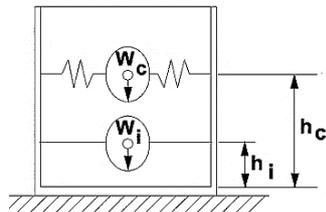
$$\lambda = \sqrt{3.16g \tanh[3.16(H_L/L)]}$$

$$\omega_c = \frac{\lambda}{\sqrt{L}}$$

$$T_i = \frac{2\pi}{\omega_i} = 2\pi \sqrt{m/k}$$

$$T_i = \frac{2\pi}{\omega_c} = \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right) \sqrt{L}$$

Factor de amplificación espectral componente impulsiva $C_i$ :	3.44
Factor de amplificación espectral componente convectiva $C_c$ :	1.29



Altura del Centro de Gravedad del Muro de Reservorio $h_w$ =	0.80 m
Altura del Centro de Gravedad de la Losa de Cobertura $h_r$ =	1.68 m
Altura del Centro de Gravedad Componente Impulsiva $h_i$ =	0.41 m
Altura del Centro de Gravedad Componente Impulsiva IBP $h'i$ =	0.88 m
Altura del Centro de Gravedad Componente Convectiva $h_c$ =	0.64 m
Altura del Centro de Gravedad Componente Convectiva IBP $h'c$ =	0.94 m

**2.4.- Fuerzas laterales dinámicas:**

U =	1.50
Ri =	<b>2.00</b>
Rc =	<b>1.00</b>
Z =	<b>0.25</b>
S =	<b>0.80</b>

Type of structure	R <sub>i</sub>		R <sub>c</sub>
	On or above grade	Buried	
Anchored, flexible-base tanks	3.25 <sup>†</sup>	3.25 <sup>†</sup>	1.0
Fixed or hinged-base tanks	2.0	3.0	1.0
Unanchored, contained, or uncontained tanks*	1.5	2.0	1.0
Pedestal-mounted tanks	2.0	—	1.0

Pw = 2,791.80 kg Fuerza Inercial Lateral por Aceleración del Muro

$$P_w = ZSIC_i \frac{\epsilon W_w}{R_{wi}} \quad P'_w = ZSIC_i \frac{\epsilon W'_w}{R_{wi}}$$

Pr = 1,353.21 kg Fuerza Inercial Lateral por Aceleración de la Losa

$$P_r = ZSIC_i \frac{\epsilon W_r}{R_{wi}}$$

Pi = 1,488.76 kg Fuerza Lateral Impulsiva

$$P_i = ZSIC_i \frac{\epsilon W_i}{R_{wi}}$$

Pc = 1,001.59 kg Fuerza Lateral Convectiva

$$P_c = ZSIC_c \frac{\epsilon W_c}{R_{wc}}$$

V = 5,722.11 kg Corte basal total

$$V = \sqrt{(P_i + P_w + P_r)^2 + P_c^2}$$

**2.5.- Aceleración Vertical:**

La carga hidrostática qhy a una altura y:

$$q_{hy} = \gamma_L(H_L - y)$$

La presión hidrodinámica resultante Phy:

$$p_{hy} = a_v \cdot q_{hy} \quad p_{hy} = ZSIC_v \frac{b}{R_{wi}} \cdot q_{hy}$$

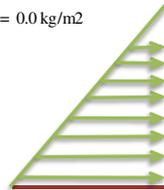
Cv=1.0 (para depósitos rectangulares)

b=2/3

Ajuste a la presión hidrostática debido a la aceleración vertical

Presion hidroestatica

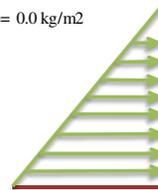
qh(superior)= 0.0 kg/m2



qh(fondo)= 1,100.0 kg/m2

Presion por efecto de sismo vertical

Ph(superior)= 0.0 kg/m2



Ph(fondo)= 110.0 kg/m2

**2.6.- Distribución Horizontal de Cargas:**

Presión lateral por sismo vertical

$$p_{hy} = ZSIC_v \frac{b}{R_{wi}} \cdot q_{hy}$$

$p_{hy} = 110.0 \text{ kg/m2} \quad -100.00 \text{ y}$

Distribución de carga inercial por Ww

$$P_{wy} = ZSI \frac{C_i}{R_{wi}} (\epsilon \gamma_c B t_w)$$

$P_{wy} = 285.86 \text{ kg/m}$

Distribución de carga impulsiva

$$P_{iy} = \frac{P_i}{2H_L^2} (4H_L - 6H_i) - \frac{P_i}{2H_L^3} (6H_L - 12H_i)y$$

$P_{iy} = 1193.5 \text{ kg/m} \quad -939.56 \text{ y}$

Distribución de carga convectiva

$$P_{cy} = \frac{P_c}{2H_L^2} (4H_L - 6H_c) - \frac{P_c}{2H_L^3} (6H_L - 12H_c)y$$

$P_{cy} = 231.8 \text{ kg/m} \quad 406.35 \text{ y}$

**2.7.- Presión Horizontal de Cargas:**

y<sub>max</sub>= 1.10 m

y<sub>min</sub>= 0.00 m

P=Cz+D

Presión lateral por sismo vertical

$$p_{hy} = ZSIC_v \frac{b}{R_{wi}} \cdot q_{hy}$$

$p_{hy} = 110.0 \text{ kg/m2} \quad -100.00 \text{ y}$

Presión de carga inercial por Ww

$$p_{wy} = \frac{P_{wy}}{B}$$

$p_{wy} = 129.9 \text{ kg/m2}$

Presión de carga impulsiva

$$p_{iy} = \frac{P_{iy}}{B}$$

$p_{iy} = 542.5 \text{ kg/m2} \quad -427.07 \text{ y}$

Presión de carga convectiva

$$p_{cy} = \frac{P_{cy}}{B}$$

$p_{cy} = 105.4 \text{ kg/m2} \quad 184.71 \text{ y}$

**2.8.- Momento Flexionante en la base del muro (Muro en voladizo):**

M<sub>w</sub> = 2,233 kg.m

$$M_w = P_w x h_w$$

M<sub>r</sub> = 2,267 kg.m

$$M_r = P_r x h_r$$

M<sub>i</sub> = 610 kg.m

$$M_i = P_i x h_i$$

M<sub>c</sub> = 641 kg.m

$$M_c = P_c x h_c$$

M<sub>b</sub> = 5,150 kg.m

Momento de flexión en la base de toda la seccion

$$M_b = \sqrt{(M_i + M_w + M_r)^2 + M_c^2}$$

**2.9.- Momento en la base del muro:**

M<sub>w</sub> = 2,233 kg.m

$$M_w = P_w x h_w$$

M<sub>r</sub> = 2,267 kg.m

$$M_r = P_r x h_r$$

M'<sub>i</sub> = 1,305 kg.m

$$M'_i = P_i x h'_i$$

M'<sub>c</sub> = 941 kg.m

$$M'_c = P_c x h'_c$$

M<sub>o</sub> = 5,881 kg.m

Momento de volteo en la base del reservorio

$$M_o = \sqrt{(M'_i + M_w + M_r)^2 + M'_c^2}$$

**Factor de Seguridad al Volteo (FSv):**

M<sub>o</sub> = 5,881 kg.m

M<sub>B</sub> = 18,029 kg.m

M<sub>L</sub> = 18,029 kg.m

**3.10 Cumple**

**3.10 Cumple**

FS volteo mínimo = 1.5

**2.9.- Combinaciones Últimas para Diseño**

El Modelamiento se efectuó en el programa de análisis de estructuras SAP2000(\*), para lo cual se consideró las siguientes

combinaciones de carga:

U = 1.4D+1.7L+1.7F

U = 1.25D+1.25L+1.25F+1.0E

U = 0.9D+1.0E

$$E = \sqrt{(p_{iy} + p_{wy})^2 + p_{cy}^2 + p_{hy}^2}$$

Donde: D (Carga Muerta), L (Carga Viva), F (Empuje de Líquido) y E (Carga por Sismo).

(\*) para el modelamiento de la estructura puede utilizarse el software que el ingeniero estructural considere pertinente.

**3.-Diseño de la Estructura**

El refuerzo de los elementos del reservorio en contacto con el agua se colocará en **dobles mallas**.

**3.1.- Verificación y cálculo de refuerzo del muro****a. Acero de Refuerzo Vertical por Flexión:**

Momento máximo último M22 (SAP)	<b>120.00 kg.m</b>			
As =	0.32 cm <sup>2</sup>	Usando	<input type="text" value="3/8"/>	s = 2.23 m
As min =	2.00 cm <sup>2</sup>	Usando	<input type="text" value="3/8"/>	s = 0.71 m

**b. Control de agrietamiento**

w =	<b>0.033 cm</b>	(Rajadura Máxima para control de agrietamiento)
S máx =	26 cm	$s_{max} = \left( \frac{107046}{f_s} - 2C_c \right) \frac{w}{0.041}$
S máx =	27 cm	$s_{max} = 30.5 \left( \frac{2817}{f_s} \right) \frac{w}{0.041}$

**c. Verificación del Cortante Vertical**

Fuerza Cortante Máxima (SAP) V23	<b>605.00 kg</b>	
Resistencia del concreto a cortante	8.87 kg/cm <sup>2</sup>	$V_c = 0.53\sqrt{f'c}$
Esfuerzo cortante último = V/(0.85bd)	0.71 kg/cm <sup>2</sup>	Cumple

**d. Acero de Refuerzo Horizontal por Flexión:**

Momento máximo último M11 (SAP)	<b>688.00 kg.m</b>			<input type="text" value="3/8"/>
As =	1.85 cm <sup>2</sup>	Usando	<input type="text" value="3/8"/>	s = 0.38 m
As min =	1.50 cm <sup>2</sup>	Usando	<input type="text" value="3/8"/>	s = 0.95 m

**e. Acero de Refuerzo Horizontal por Tensión:**

Tension máximo último F11 (SAP)	<b>605.00 kg</b>	$A_s = \frac{N_u}{0.9f_y}$		
As =	0.16 cm <sup>2</sup>	Usando	<input type="text" value="3/8"/>	s = 4.44 m

**f. Verificación del Cortante Horizontal**

Fuerza Cortante Máxima (SAP) V13	<b>1,400.00 kg</b>	$V_c = 0.53\sqrt{f'c}$
Resistencia del concreto a cortante	8.87 kg/cm <sup>2</sup>	
Esfuerzo cortante último = V/(0.85bd)	1.65 kg/cm <sup>2</sup>	Cumple

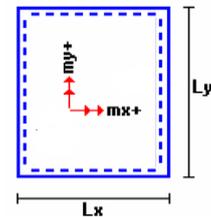
**3.2 Cálculo de acero de refuerzo en losa de techo.**

La losa de cobertura será una losa maciza armada en dos direcciones, para su diseño se utilizará el Método de Coeficientes.

$$M_x = C_x W_u L_x^2 \quad \text{Momento de flexión en la dirección } x$$

$$M_y = C_y W_u L_y^2 \quad \text{Momento de flexión en la dirección } y$$

Para el caso del Reservorio, se considerará que la losa se encuentra apoyada al muro en todo su perímetro, por lo cual se considera una condición de CASO 1



Carga Viva Uniformemente Repartida	$W_L =$	<b>100 kg/m<sup>2</sup></b>		
Carga Muerta Uniformemente Repartida	$W_D =$	<b>546 kg/m<sup>2</sup></b>		
Luz Libre del tramo en la dirección corta	$L_x =$	2.20 m		
Luz Libre del tramo en la dirección larga	$L_y =$	2.20 m		
Relación $m=L_x/L_y$	1.00	Factor Amplificación	<u>Muerta</u> 1.4	<u>Viva</u> 1.7
Momento + por Carga Muerta Amplificada	$C_x = 0.036$	$M_x =$	133.2 kg.m	
	$C_y = 0.036$	$M_y =$	133.2 kg.m	
Momento + por Carga Viva Amplificada	$C_x = 0.036$	$M_x =$	29.6 kg.m	
	$C_y = 0.036$	$M_y =$	29.6 kg.m	

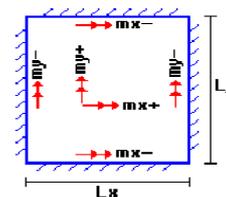
**a. Cálculo del acero de refuerzo**

Momento máximo positivo (+)	<b>163 kg.m</b>			
Area de acero positivo (inferior)	0.35 cm <sup>2</sup>	Usando	<input type="text" value="3/8"/>	s = 2.06 m
Area de acero por temperatura	<b>4.50 cm<sup>2</sup></b>	Usando	<input type="text" value="3/8"/>	s = 0.16 m

**b. Verificación del Cortante**

Fuerza Cortante Máxima	<b>1,028 kg</b>	$V_c = 0.53\sqrt{f'c}$
Resistencia del concreto a cortante	8.87 kg/cm <sup>2</sup>	
Esfuerzo cortante último = V/(0.85bd)	1.21 kg/cm <sup>2</sup>	Cumple

<b>3.3 Cálculo de Acero de Refuerzo en Losa de Fondo</b>			
<b>a. Cálculo de la Reacción Amplificada del Suelo</b>			
Las Cargas que se transmitirán al suelo son:			
	Carga Muerta (Pd)	Carga Viva (P <sub>L</sub> )	Carga Líquido (P <sub>H</sub> )
Peso Muro de Reservorio	5,414 Kg	---	---
Peso de Losa de Techo + Piso	5,652 Kg	---	---
Peso del Clorador	991 Kg	---	---
Peso del líquido	---	---	5,324.00 kg
Sobrecarga de Techo	---	729 Kg	---
	12,057.60 kg	729.00 kg	5,324.00 kg
Capacidad Portante Neta del Suelo	$q_{sn} = q_s - g_s h_t - g_c e_L - S/C$	0.91 kg/cm <sup>2</sup>	
Presión de la estructura sobre terreno	$q_T = (Pd+P_L)/(L*B)$	0.22 kg/cm <sup>2</sup>	Correcto
Reacción Amplificada del Suelo	$q_{snu} = (1.4*Pd+1.7*P_L+1.7*Ph)/(L*B)$	0.32 kg/cm <sup>2</sup>	
Area en contacto con terreno	8.41 m <sup>2</sup>		
<b>b. Cálculo del acero de refuerzo</b>			
El análisis se efectuará considerando la losa de fondo armada en dos sentidos, siguiendo el criterio que la losa mantiene una continuidad con los muros, se tienen momentos finales siguientes por el Método de los Coeficientes:			
Luz Libre del tramo en la dirección corta	Lx =	2.20 m	
Luz Libre del tramo en la dirección larga	Ly =	2.20 m	
Momento + por Carga Muerta Amplificada	Cx = 0.018 Cy = 0.018	Mx = 174.9 kg.m My = 174.9 kg.m	
Momento + por Carga Viva Amplificada	Cx = 0.027 Cy = 0.027	Mx = 159.9 kg.m My = 159.9 kg.m	
Momento - por Carga Total Amplificada	Cx = 0.045 Cy = 0.045	Mx = 703.7 kg.m My = 703.7 kg.m	
Momento máximo positivo (+)	<b>335 kg.m</b>	Cantidad:	
Area de acero positivo (Superior)	0.89 cm <sup>2</sup>	Usando	1 <input type="text" value="3/8"/> s = 0.80 m
Momento máximo negativo (-)	<b>704 kg.m</b>		
Área de acero negativo (Inf. zapata)	1.89 cm <sup>2</sup>	Usando	1 <input type="text" value="1/2"/> s = 0.67 m
Área de acero por temperatura	<b>4.50 cm<sup>2</sup></b>	Usando	1 <input type="text" value="3/8"/> s = 0.32 m
<b>c. Verificación del Cortante</b>			
Fuerza Cortante Máxima	<b>3,554 kg</b>	$V_c = 0.53\sqrt{f'c}$	
Resistencia del concreto a cortante	8.87 kg/cm <sup>2</sup>		
Esfuerzo cortante último = $V/(0.85bd)$	1.67 kg/cm <sup>2</sup>	Cumple	
<b>RESUMEN</b>			
Acero de Refuerzo en Pantalla Vertical.	Ø 3/8"	Teórico @ 0.26 m	Asumido @ 0.25 m
Acero de Refuerzo en Pantalla Horizontal	Ø 3/8"	@ 0.26 m	@ 0.25 m
Acero en Losa de Techo (inferior)	Ø 3/8"	@ 0.16 m	@ 0.15 m
Acero en Losa de Techo (superior)	Ø 3/8"	Ninguna	
Acero en Losa de Piso (superior)	Ø 3/8"	@ 0.26 m	@ 0.25 m
Acero en Losa de Piso (inferior)	Ø 3/8"	@ 0.26 m	@ 0.25 m
Acero en zapata (inferior)	Ø 1/2"	@ 0.26 m	@ 0.20 m



### Anexo 03: Cálculo hidráulico de Cámara Rompe Presión Tipo 6.

#### DISEÑO CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO 6 DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE LA LIBERTAD

##### 1. Cámara Rompe Presión:

Se conoce :  $Q_{md} = 0.500$  l/s (Caudal máximo diario)

$D = 1.0$  pulg

Del gráfico :

A : Altura mínima = 10.0 cm 0.10 m

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

BL : Borde libre = 40.0 cm 0.40 m

H<sub>t</sub> : Altura total de la Cámara Rompe Presión

$H_t = A + H + BL$

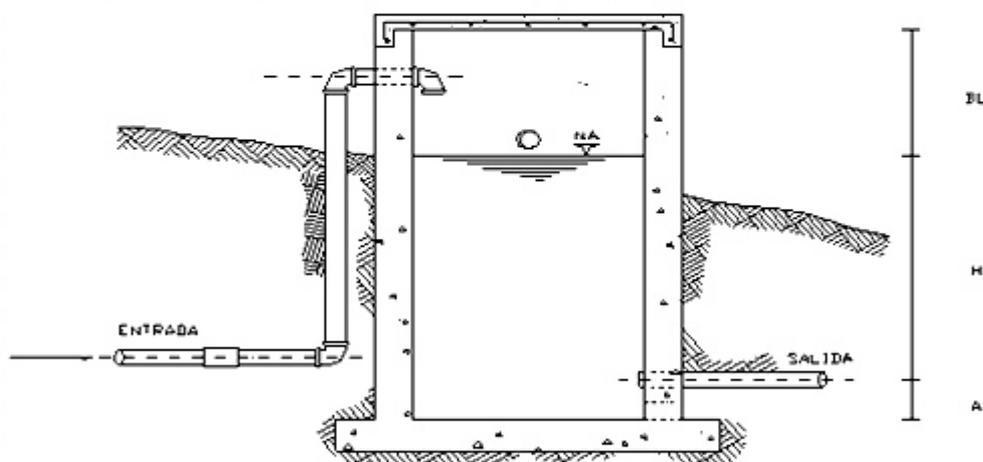
Para determinar la altura de la cámara rompe presión, es necesario la carga requerida (H)  
Este valor se determina mediante la ecuación experimental de Bernoulli.

Se sabe :

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

y

$$V = \frac{Q}{A}$$



$$V = 0.99 \text{ m/s}$$

Reemplazando en:

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

$$H = 0.077 \text{ m} \quad 8 \text{ cm}$$

$$\text{Por procesos constructivos tomamos } H = 0.4 \text{ m}$$

Luego :

$$H_t = A + H + BL$$

$$H_t = 0.1 + 0.4 + 0.4$$

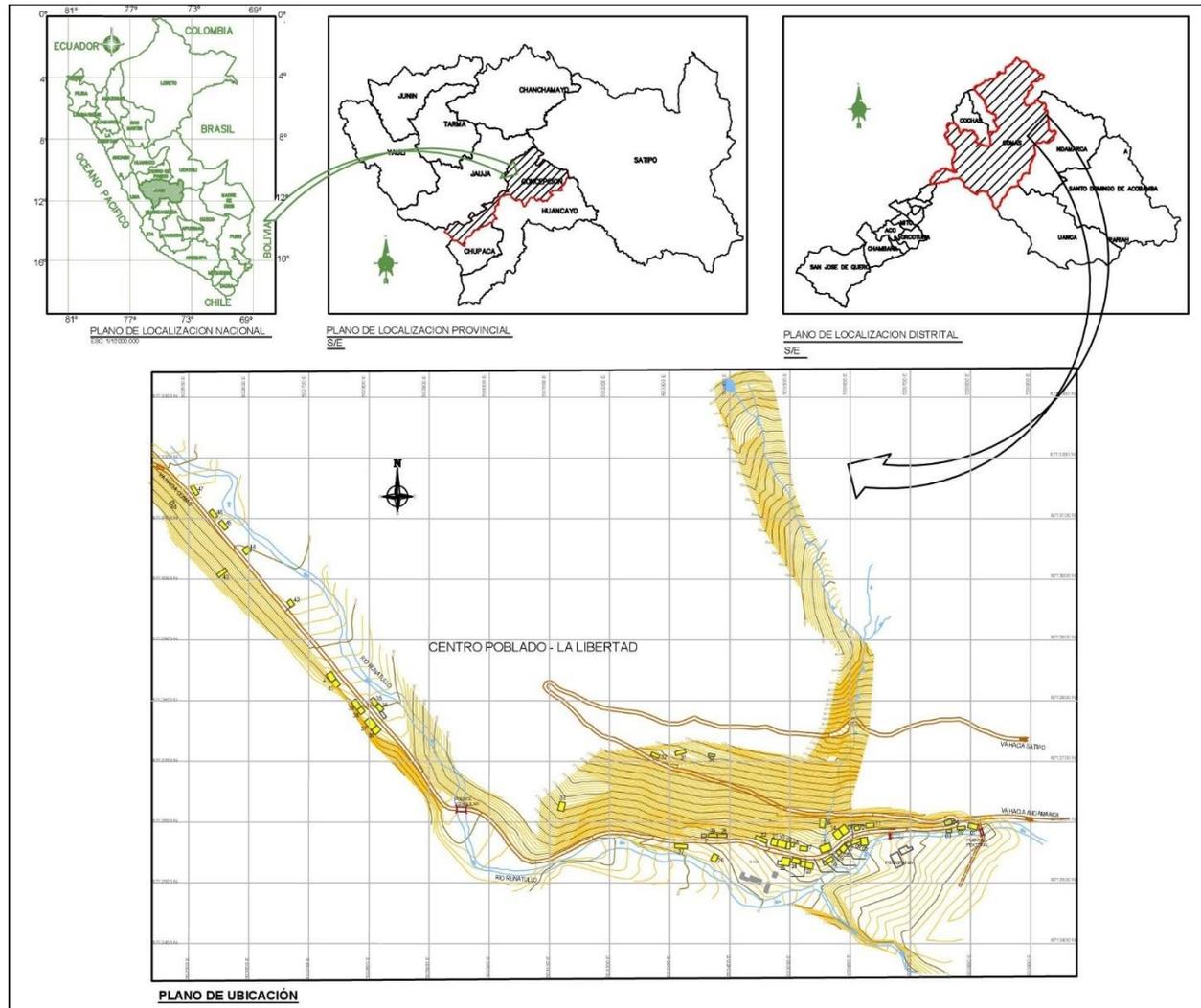
$$H_t = 0.90 \text{ m}$$

Con menor caudal se necesitarán menores dimensiones, por lo tanto la sección de la base de la cámara rompe presión para la facilidad del proceso constructivo y por la instalación de accesorios, consideraremos una sección interna de 0.60 \* 0.60 m

<b>2. Cálculo de la Canastilla:</b>			
Se recomienda que el diámetro de la canastilla sea 2 veces el diámetro de la tubería de salida			
	$D_c =$	$2 \times D$	
	$D_c =$	2	pulg
La longitud de la canastilla (L) debe ser mayor 3D y menor que 6D			
	L=	$(3 \times D) \times 2.54 =$	7.62 cm
	L=	$(6 \times D) \times 2.54 =$	15.24 cm
		Lasumido =	20 cm
Area de ranuras:			
		$A_r = 7 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} = 35 \text{ mm}^2$	
		$A_r = 35 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$	
Area total de ranuras $A_t = 2 A_s$ , Considerando $A_s$ como el area transversal de la tubería de salida			
		$A_s = \frac{\pi D_s^2}{4}$	
	$A_s =$	5.07	$\text{cm}^2$
	$A_t =$	10.13	$\text{cm}^2$
Area de $A_t$ no debe ser mayor al 50% del area lateral de la granada ( $A_g$ )			
		$A_g = 0.5 \times D_g \times L$	
	$A_g =$	50.80	$\text{cm}^2$
El numero de ranuras resulta:			
	$N^{\circ} \text{ranuras} =$	$\frac{\text{Area total de ranura}}{\text{Area de ranura}}$	
	N° de ranuras	29	
<b>3. Rebose:</b>			
La tubería de rebose se calcula mediante la ecuación de Hazen y Williams ( para $C=150$ )			
		$D = 4.63 * \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} S^{0.21}}$	
	Donde:		
	D =	Diámetro (pulg)	
	$Q_{md} =$	Caudal máximo diario (l/s)	
	Hf =	Pérdida de carga unitaria (m/m). Considera = 0.010	
		D =	0.58 pulg
		Considerando una tubería de rebose de 2 pulg.	
<b>RESUMEN</b>			
		Rango	Diámetro mínimo
	$Q_{md}$	0.0 - 0.5lps	1.0 pulg
	$Q_{md}$	0.5 - 1.0lps	1.0 pulg
	$Q_{md}$	1.0 - 1.5lps	1.5 pulg

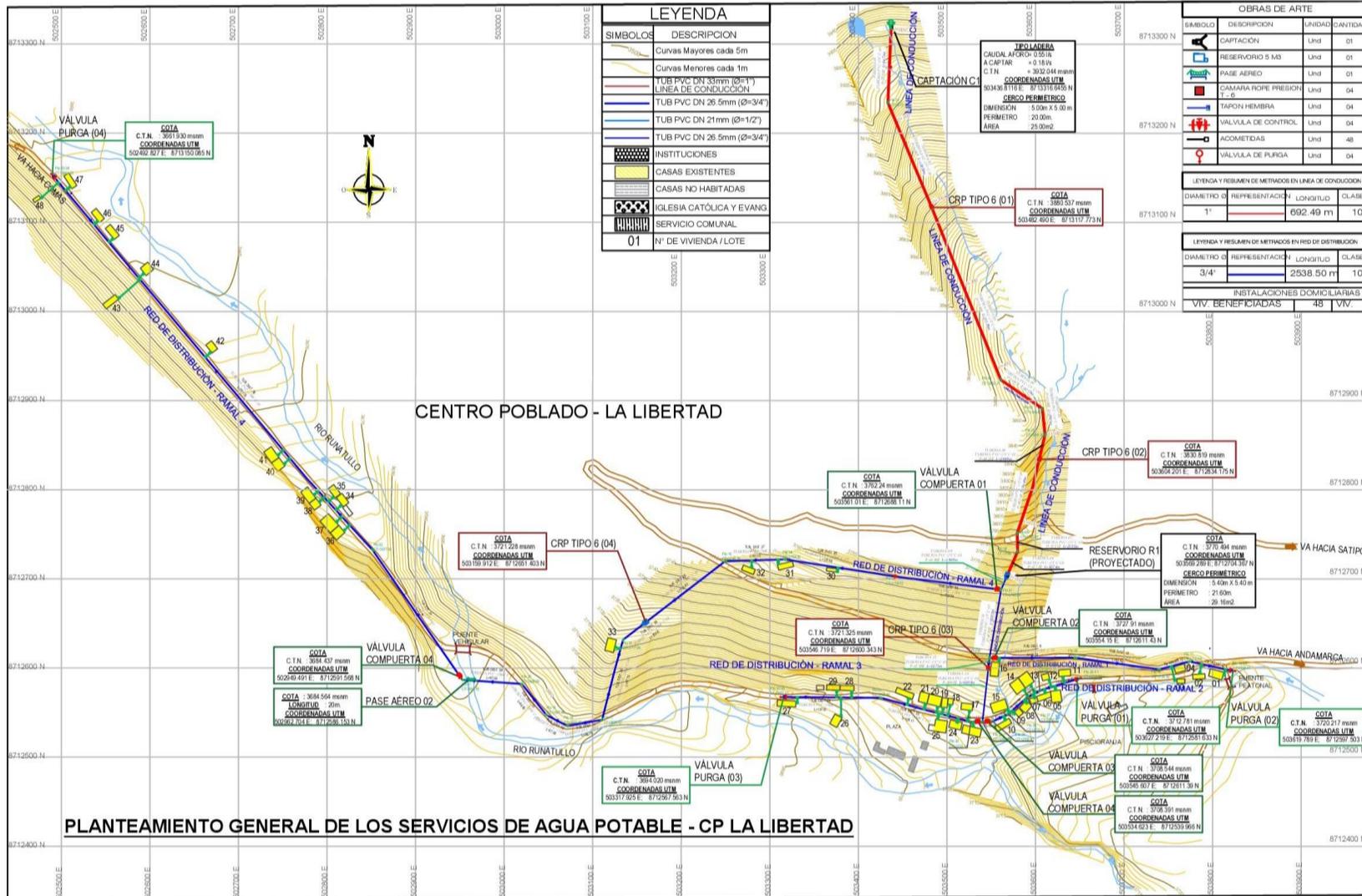
DISEÑO ESTRUCTURAL DE CAMARA ROMPE PRESIÓN TIPO 6							
ANCHO DE LA CAJA	B =	0.80	m				
ALTURA DE AGUA	h =	0.50	m				
LONGITUD DE CAJA	L =	0.90	m				
PROFUNDIDAD DE CIMENTACION	he =	0.20	m				
BORDE LIBRE	BL =	0.40	m				
ALTURA TOTAL DE AGUA	H =	0.90	m				
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	gm =	1,000.00	kg/m3				
CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO	st =	0.95	kg/cm2				
RESISTENCIA DEL CONCRETO	fc =	210.00	kg/cm2				
ESFUERZO DE TRACCION POR FLEXION	ft =	12.32	kg/cm2	(0.85fc^0.5)			
ESFUERZO DE FLUENCIA DEL ACERO	Fy =	4,200.00	kg/cm2				
FATIGA DE TRABAJO	fs =	1,680.00	kg/cm2	0.4Fy			
RECUBRIMIENTO EN MURO	r =	4.00	cm				
RECUBRIMIENTO EN LOSA DE FONDO	r =	5.00	cm				
<b>DISEÑO DE LOS MUROS</b>							
RELACION	B/(h-he)	2.67	TOMAMOS	0.5<=B/(h-he)<=3		3	
MOMENTOS EN LOS MUROS	M=k*gm*(h-he)^3			gm*(h-he)^3 =		27.00 kg	
B/(Ha+h)	x/(Ha+h)	y = 0		y = B/4		y = B/2	
		Mx (kg-m)	My (kg-m)	Mx (kg-m)	My (kg-m)	Mx (kg-m)	My (kg-m)
3.00	0	0.000	0.675	0.000	0.378	0.000	-2.214
	1/4	0.270	0.513	0.189	0.351	-0.378	-1.917
	1/2	0.135	0.270	0.216	0.270	-0.297	-1.485
	3/4	-8.910	-0.108	-0.486	0.000	-0.162	-0.756
	1	-3.402	-0.675	-2.484	-0.486	0.000	0.000
<b>MAXIMO MOMENTO ABSOLUTO</b>	M =	8.910 kg-m					
<b>ESPESOR DE PARED</b>	e = (6*M/(ft))^0.5	e =	2.08 cm				
<b>PARA EL DISEÑO ASUMIMOS UN ESPESOR</b>		e =	10.00 cm				
<b>MAXIMO MOMENTO ARMADURA VERTICAL</b>	Mx =	8.91 kg-m					
<b>MAXIMO MOMENTO ARMADURA HORIZONTAL</b>	My =	2.21 kg-m					
<b>PERALTE EFECTIVO</b>	d = e-r	d =	6.00 cm				
<b>AREA DE ACERO VERTIC</b>	Asv = Mx/(ft*j*d)	Asv =	0.10 cm2				
<b>AREA DE ACERO HORIZ</b>	Ash = My/(ft*j*d)	Ash =	0.02 cm2				
	k = 1/(1+(n*fc))	k =	0.33				
	j = 1-(k/3)	j =	0.89				
	n = 2100/(15*(fc)^0.5)	n =	9.66				
	fc = 0.4*fc	fc =	84.00 kg/cm2				
	r = 0.7*(fc)^0.5/Fy	r =	0.0024152295				
	Asmin = r*100*e	Asmin =	2.42 cm2				
<b>DIAMETRO DE VARILLA</b>	F (pulg) =	3/8	0.71 cm2 de Area por varilla				
	Asvcoonsid =	2.84 cm2					
	Ashcoonsid =	2.84 cm2					
<b>ESPACIAMIENTO DEL ACERO</b>	espav	0.250 m	Tomamos	0.20 m			
	espah	0.250 m	Tomamos	0.20 m			
<b>CHEQUEO POR ESFUERZO CORTANTE Y ADHERENCIA</b>							
<b>CALCULO FUERZA CORTANTE MAXIMA</b>	Vc =	gm*(h-he)^2/2 =	45.00 kg				
<b>CALCULO DEL ESFUERZO CORTANTE NOMINAL</b>	nc =	Vc/(j*100*d) =	0.08 kg/cm2				
<b>CALCULO DEL ESFUERZO PERMISIBLE</b>	nmax =	0.02*fc =	4.20 kg/cm2				
	Verificar	si nmax > nc	Ok				
<b>CALCULO DE LA ADHERENCIA</b>	u =	Vc/(So*j*d) =	0.56 kg/cm2	uh =	0.56 kg/cm2		
	Sov =	15.00					
	Soh =	15.00					
<b>CALCULO DE LA ADHERENCIA PERMISIBLE</b>	umax =	0.05*fc =	10.5 kg/cm2				
	Verificar si umax > uv		Ok				
	Verificar si umax > uh		Ok				
<b>DISEÑO DE LA LOSA DE FONDO</b>							
Considerando la losa de fondo como una placa flexible y empotrada en los bordes							
<b>MOMENTO DE EMPOTRAMIENTO EN EL EXTREMO</b>	M(1) =	-W(L)^2/192					
	M(1) =	-3.12 kg-m					
<b>MOMENTO EN EL CENTRO</b>	M(2) =	W(L)^2/384					
	M(2) =	1.56 kg-m					
<b>ESPESOR ASUMIDO DE LA LOSA DE FONDO</b>	el =	0.10 m					
<b>PESO SPECIFICO DEL CONCRETO</b>	gc =	2,400.00 kg/m3					
<b>CALCULO DE W</b>	W =	gm*(h)+gc*el					
	W =	740.00 kg/m2					
Para losas planas rectangulares armadas con armadura en dos direcciones Timoshenko recomienda los siguientes coeficientes							
Para un momento en el centro		0.0513					
Para un momento de empotramiento		0.529					
<b>MOMENTO DE EMPOTRAMIENTO</b>	Me =	0.529*M(1) =	-1.65 kg-m				
<b>MOMENTO EN EL CENTRO</b>	Mc =	0.0513*M(2) =	0.08 kg-m				
<b>MAXIMO MOMENTO ABSOLUTO</b>	M =	1.65 kg-m					
<b>ESPESOR DE LA LOSA</b>	el =	(6*M/(ft))^0.5 =	0.90 cm				
<b>PARA EL DISEÑO ASUMIMOS UN PERALTE EFECTIVO</b>		el =	10.00 cm				
	d =	el-r =	5.00 cm				
	As =	M/(ft*j*d) =	0.022 cm2				
	Asmin =	r*100*el =	1.208 cm2				
<b>DIAMETRO DE VARILLA</b>	F (pulg) =	3/8	0.71 cm2 de Area por varilla				
	Ascoonsid =	1.42					
	espa varilla =	0.50	Tomamos	0.20 m			
<b>RESULTADOS</b>							
	Diámetro de la Varilla	3/8		Espaciamiento			
	Refuerso de acero vertical en muros	3/8		0.20 m			
	Refuerso de acero horizontal en muros	3/8		0.20 m			
	Refuerso de acero en losa	3/8		0.20 m			

**Anexo 04: Ubicación y localización del proyecto.**



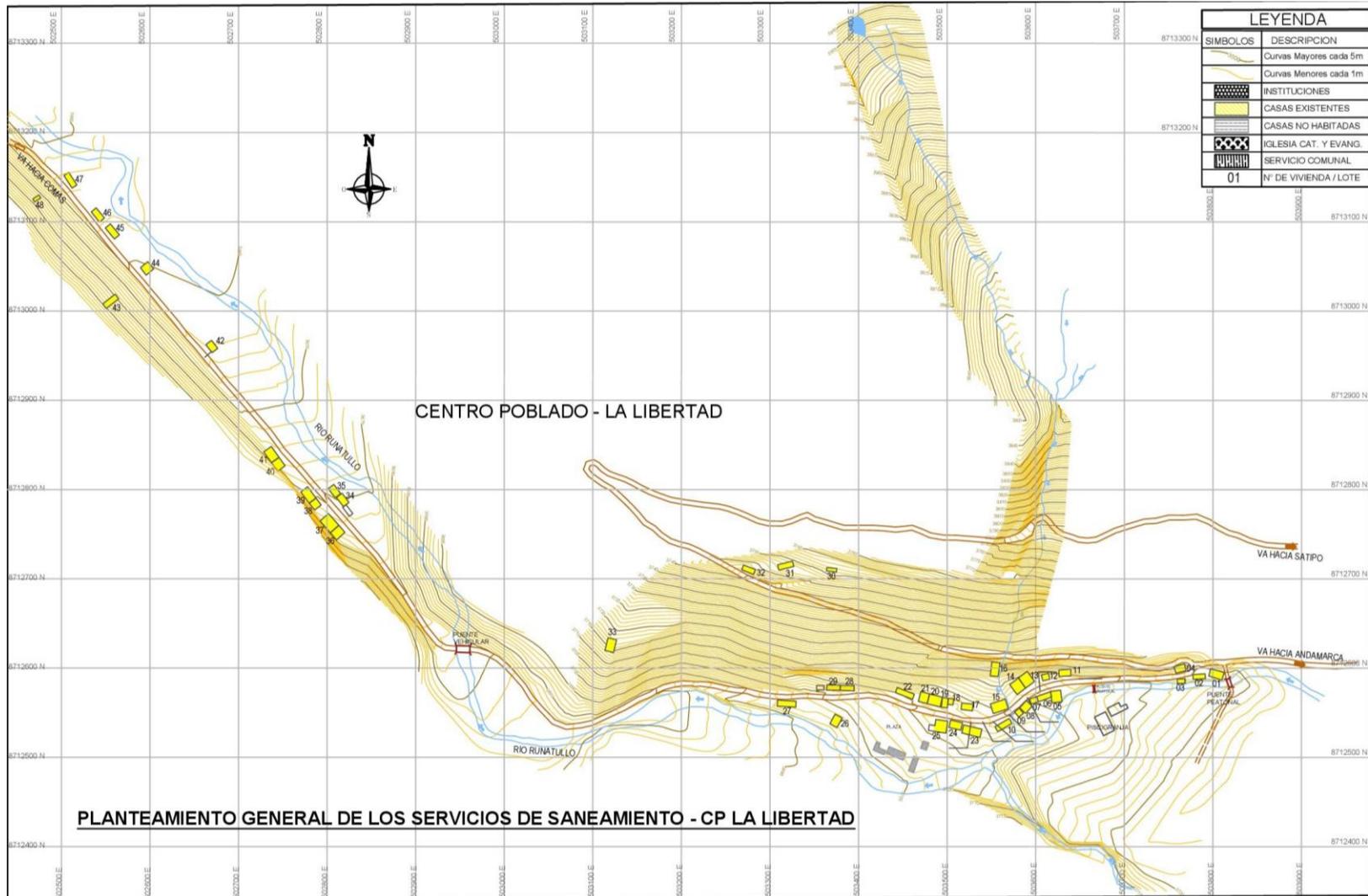
*Fuente:* Elaboración propia.

Anexo 05: Planteamiento General de los Servicios de Agua Potable – CP La Libertad.



Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 06: Planteamiento General de los Servicios de Saneamiento – CP La Libertad.**



*Fuente:* Elaboración propia.

**Anexo 07: Panel fotográfico.**

**FOTOGRAFÍA N° 01: Vista panorámica por donde se planteará la línea de conducción.**



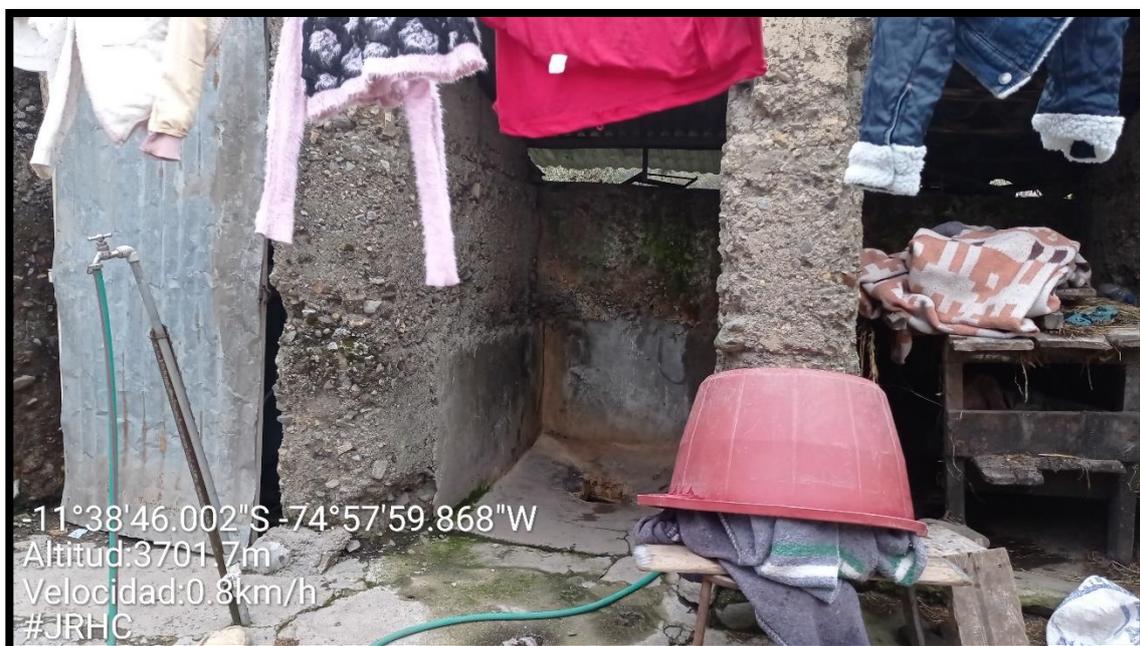
**FOTOGRAFÍA N° 02: Vista panorámica de las viviendas del CP La Libertad.**



**FOTOGRAFÍA N° 03: Vista panorámica por donde se planteará la red de distribución.**



**FOTOGRAFÍA N° 04: Vista panorámica del levantamiento topográfico.**



**FOTOGRAFÍA N° 05: Estado situacional actual de los servicios agua potable y saneamiento.**