



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

“DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA  
POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RURAL DEL CASERÍO  
PARAÍSO, DISTRITO DE AGALLPAMPA, PROVINCIA DE OTUZCO,  
LA LIBERTAD”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA CIVIL**

**AUTOR:**

ROJAS VÁSQUEZ, YULISA ANA ROSSY

**ASESOR:**

ING. HERRERA VILOCHE, ALEX ARQUIMEDES

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO

**TRUJILLO – PERÚ**

**2018**

**PÁGINA DEL JURADO**

.....

**Mg. Ing. Hilbe Rojas Salazar**

**PRESIDENTE**

.....

**Mg. Ing. Marlon Farfán Córdova**

**SECRETARIO**

.....

**Ing. Juan Humberto Castillo Chávez**

**VOCAL**

## **DEDICATORIA**

A mi mamá Bertha porque con su amor me dio testimonio vivencial de una mujer fuerte y luchadora; por su motivación, confianza para lograr que siga una carrera universitaria.

A mi padre por el aliento de proponerme metas y cumplirlas, por impulsar en mi valor del conocimiento y por estar presente también en mi formación.

A mi abuelita que fue mi segunda madre y que con su amor me formó los valores que hoy en día me rigen, aunque ya no esté presente espero que esta investigación la enorgullezca.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la oportunidad y la fortaleza para cumplir mis metas y superar los obstáculos.

A mi familia por ser presentes en cada logro de mi vida y ser el motivo de mis aspiraciones.

A la Universidad Cesar Vallejo por ser una casa de estudios capacitada y certificada y a mis compañeros quienes, aunque escasos, se convirtieron en una segunda familia.

## **DEDICATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Yulisa Ana Rossy Rojas Vásquez, estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 72727054; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaro bajo juramento que la tesis es de mi autoría y que toda la documentación, datos e información que en ella se presenta es veraz y auténtica.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto del contenido de la presente tesis como de información adicional aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, julio del 2018

---

Yulisa Ana Rossy Rojas Vásquez

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos, de la Universidad César Vallejo de Trujillo, presento ante ustedes la tesis titulada: **“Diseño para el mejoramiento del sistema de agua potable y saneamiento básico rural del caserío Paraíso, distrito de Agallpampa, provincia de Otuzco, La Libertad”**, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Agradezco por los aportes y sugerencias brindadas a lo largo del desarrollo del presente estudio y de esta manera realizar una investigación más eficiente. El trabajo mencionado determina la importancia y la influencia que tiene un proyecto de obras hidráulicas y saneamiento dentro de las zonas rurales del distrito de Agallpampa, por lo que constatamos que un sistema básico de saneamiento es indispensable para el desarrollo de la población.

---

Yulisa Ana Rossy Rojas Vásquez.

## INDICE

PÁGINA DEL JURADO .....	2
PRESENTACIÓN .....	6
I. INTRODUCCIÓN .....	12
1.1. Realidad problemática .....	12
1.1.1. Aspectos generales:.....	13
1.1.2. Aspectos socioeconómicos.....	16
1.1.3. Servicios públicos.....	16
1.1.4. Descripción de los sistemas actuales de abastecimiento .....	17
1.2. Trabajos previos .....	18
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	20
1.4. Formulación del problema.....	22
1.5. Justificación del estudio.....	22
1.6. Hipótesis .....	23
1.7. Supuestos u objetivos del trabajo.....	24
1.7.1. Objetivo principal: .....	24
1.7.2. Objetivos específicos: .....	24
II. MÉTODO .....	25
2.1. Diseño de investigación.....	25
2.2. Variables, Operacionalización .....	26
2.3. Población y muestra.....	29
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	29
2.5. Métodos de análisis de datos .....	30
2.6. Aspectos éticos.....	31
III. RESULTADOS.....	32
3.1. Levantamiento Topográfico .....	32
3.1.1. Generalidades.....	32
3.1.2. Objetivos .....	33
3.1.3. Reconocimiento del terreno .....	33
3.1.4. Metodología de trabajo .....	34
3.1.4.1. Preparación y organización .....	34
3.1.4.2. Trabajo de campo.....	34

3.1.4.3.	Trabajo de gabinete .....	38
3.1.5.	Análisis de resultados .....	39
3.2.	Estudio de Mecánica de suelo.....	41
3.2.1.	Generalidades.....	41
3.2.2.	Objetivos .....	41
3.2.3.	Trabajo de campo.....	41
3.2.4.	Trabajo de laboratorio.....	42
3.2.5.	Análisis de los resultados en laboratorio .....	44
3.2.6.	Conclusiones.....	45
3.3.	Estudio de calidad de agua de la Captación .....	45
3.3.1.	Generalidades.....	45
3.3.2.	Objetivo .....	45
3.3.3.	Ubicación Hidrográfica.....	46
3.3.4.	Marco Legal.....	46
3.3.5.	Monitoreo .....	47
3.3.6.	Resultados de Laboratorio .....	48
3.3.7.	Conclusión .....	48
3.4.	Bases de diseño .....	49
3.4.1.	Generalidades.....	49
3.4.1.1.	Área de influencia.....	49
3.4.1.2.	Horizonte de planeamiento .....	49
3.4.1.3.	Periodo de diseño.....	49
3.4.1.4.	Población actual .....	49
3.4.1.5.	Tasa de crecimiento.....	50
3.4.1.6.	Población de diseño.....	52
3.4.1.7.	Dotaciones.....	56
3.4.1.8.	Variaciones de consumo .....	57
3.4.2.	Sistema proyectado de agua potable.....	57
3.4.2.1.	Datos y parámetros de diseño.....	59
3.4.2.2.	Demanda de agua potable de los sistemas .....	61
3.5.	Diseño del sistema de agua potable .....	73
3.5.1.	Captaciones.....	73
3.5.2.	Línea de conducción.....	75
3.5.3.	Reservorio de almacenamiento.....	81
3.5.3.1.	Consideraciones básicas .....	81



3.5.3.2.	Cálculo de Capacidad del Reservorio .....	82
3.5.3.3.	Diseño Estructural del reservorio .....	88
3.5.4.	Red de distribución.....	98
3.5.4.1.	Consideraciones básicas .....	98
3.5.4.2.	Tipo de redes de distribución.....	98
3.5.4.3.	Diseño de la red de distribución .....	99
3.6.	Sistema de saneamiento.....	103
3.6.1.	Generalidades.....	103
3.6.2.	Letrinas con arrastre hidráulico y biodigestor .....	103
3.6.3.	Seleccionamiento de biodigestor, dimensionamiento de caja de lodos y diseño de pozo de percolación .....	113
3.7.	Estudio de impacto ambiental .....	119
3.7.1.	Aspectos generales.....	119
3.7.2.	Descripción del proyecto .....	120
3.7.3.	Área de influencia ambiental .....	122
3.7.4.	Diagnóstico ambiental.....	122
3.7.5.	Identificación y evaluación de impactos socio ambientales.....	122
3.7.6.	Plan de manejo ambiental.....	124
3.8.	Costos y presupuestos .....	129
3.8.1.	Resumen de metrados .....	129
3.8.2.	Presupuesto general.....	130
3.8.3.	Análisis de costos unitarios.....	131
3.8.4.	Relación de insumos.....	131
3.8.5.	Fórmula polinómica.....	131
IV.	DISCUSIÓN.....	132
V.	CONCLUSIONES.....	133
VI.	RECOMENDACIONES.....	134
VII.	REFERENCIAS .....	135

## RESUMEN

La presente tesis, tiene como objetivo de elaborar el diseño para el mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Saneamiento Básico Rural. Para tal efecto se verificó que actualmente no está diseñado de acuerdo de la norma vigente, además presenta algunos problemas como: tuberías de diámetro inadecuado, bajo volumen de agua, crecimiento de la población, poca capacidad de almacenaje de agua, deterioro de estructuras existentes. Razón por la cual se realizaron diversos estudios: el primero fue el levantamiento topográfico por el cual se determinó que la superficie va de ondulada a accidentada con pendientes entre 5% a 15%. Del estudio de mecánica de suelos se obtuvo que el terreno se compone de Arcilla limosa arenosa (CL) y de Arena arcillosa con grava (SC). El diseño de la red de agua se rige por las normas NTP OS.010 y 0.30, entre otras; para los tres sectores en que se divide el caserío, la población actual es de 227 habitantes y está proyectado a 20 años. Se consideró dar mantenimiento a las 3 captaciones existentes, se diseñó las líneas de conducción con un total de 3116.08 m, dos reservorios apoyados de 8m<sup>3</sup> y 5m<sup>3</sup> y las redes de distribución de 9934.72 m en total. Para el saneamiento básico se ha considerado la instalación de UBS de arrastre hidráulico, cuya capacidad del biodigestor es de 600 litros en las 64 viviendas beneficiarias. Se ha incluido el estudio de impacto ambiental analizando tanto los impactos negativos y positivos, con un presupuesto de: S/ 1'187,160.

**Palabras Clave:** Agua Potable, Unidades Básicas de Saneamiento, Captación y Reservorio.

## ABSTRACT

The present project has as objective to elaborate the design for the improvement of the Drinking Water System and Basic Rural Sanitation. For this purpose it was verified that currently it is not designed according to the current norm, it also presents some problems such as: inadequate diameter pipes, low volume of water, population growth, low water storage capacity, deterioration of existing structures. Reason for which several studies were carried out: the first one was the topographic survey by which it was determined that the surface goes from wavy to rugged with slopes between 5% to 15%. From the study of soil mechanics it was obtained that the terrain is composed of sandy silty clay (CL) and sandy clay with gravel (SC). The design of the water network is governed by NTP standards OS.010 and 0.30, among others; for the three sectors in which the village is divided, the current population is 227 persons and is projected to 20 years. It was considered to maintain the 3 existing catchments, the conduction lines were designed with a total of 3116.08 m, two supported reservoirs of 8m<sup>3</sup> and 5m<sup>3</sup> and the distribution networks of 9934.72 m in total. For the basic sanitation, the installation of UBS for hydraulic dragging has been considered, whose capacity of the biodigester is 600 liters in the 64 beneficiary dwellings. The environmental impact study has been included, analyzing both the negative and positive impacts. The direct cost of the work assumes the amount of S/ 1'187,160.77.

**Keys Word:** Drinking Water, Basic Sanitation, Collection and Reservoir Units.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Actualmente en el Perú la calidad del servicio de agua y saneamiento es deficiente, principalmente al interior del país donde 1 de cada 5 peruanos no cuentan con acceso a agua potable. En el ámbito rural, el 98.8% de la población no consume agua potable; es decir, más de 6 millones de peruanos. De la misma forma el 77.9% de la población rural no cuenta con sistema de eliminación de excretas; es decir, 4'965,808 personas. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017).

A nivel regional, la costa de La Libertad cuenta con el servicio de agua potable y saneamiento que es administrado y operado por la empresa prestadora del servicio de saneamiento (EPS) Sedalib S.A., garantizando un óptimo servicio; sin embargo, en muchas provincias de la sierra de La Libertad, el servicio de agua es administrado, operado y mantenido por la población de dichas localidades, razón por la cual el servicio es deficiente. En cuanto a la disposición de excretas, la infraestructura con que se cuenta en la mayoría de las localidades es rudimentaria o se encuentra en deterioro porque no existen mayores responsables de su mantenimiento que los propios pobladores.

El caserío Paraíso distrito de Agallpampa, se divide en tres sectores y cada uno cuenta con sistema de agua potable que fue construido por la organización sin fines de lucro CARE Perú en el año 1998. Los sistemas son operados por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) del caserío, conformada por pobladores que no están debidamente capacitados para operar el sistema.

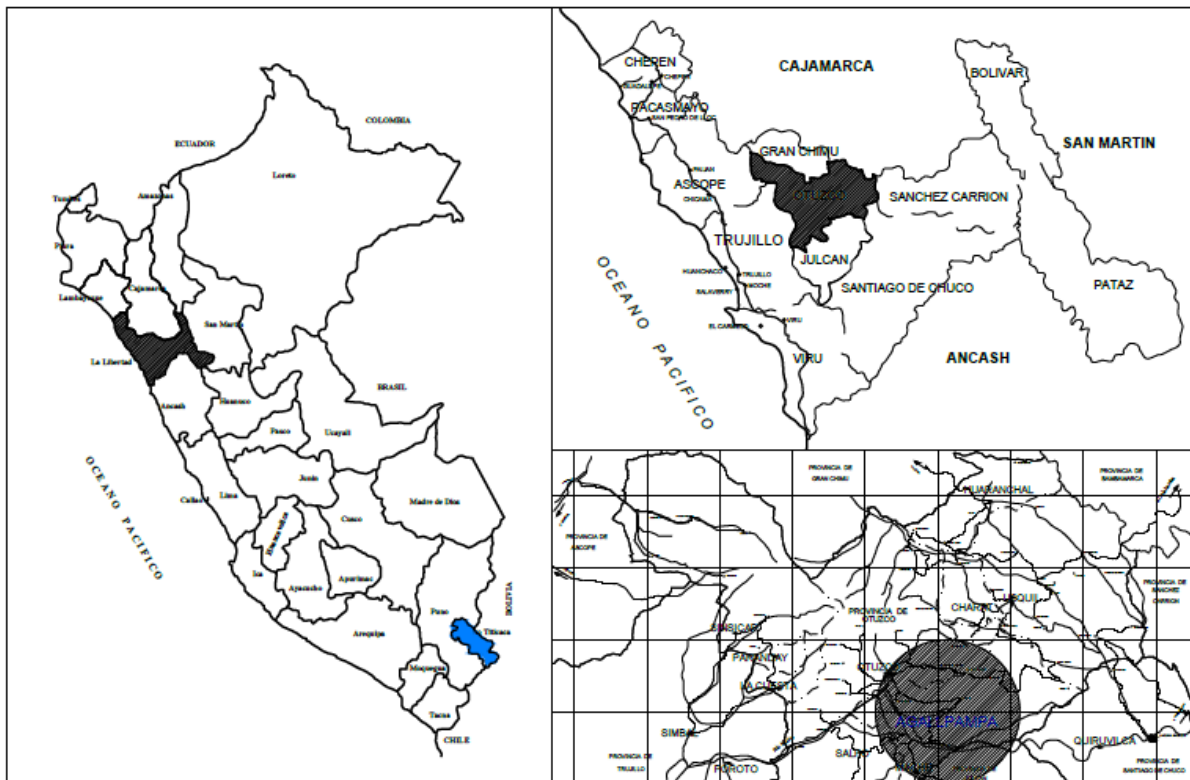
La problemática nace debido a que las redes existentes, por el tiempo que lleva construida la obra; se encuentran en deterioro, existen tramos de tubería expuestos y rotos (anexo D, figura 1 y 2). Otra característica importante es que los sistemas no cuentan algunos componentes que cumplen funciones primordiales como una estructura para almacenar agua, es decir no tienen reservorios. También se puede mencionar que no tienen cámaras rompe

presión, válvulas de aire y de purga. Por lo tanto, el agua que llega a las familias no está en óptimas condiciones exponiendo a los pobladores a contraer enfermedades gastrointestinales; además, el sistema tiene un déficit del servicio en épocas de estiaje, y no logra satisfacer la demanda de agua de la población. El sistema de eliminación de excretas en la mayoría de viviendas es de letrinas de arrastre hidráulico con tanque séptico; pero en otras, es de letrinas con hoyo seco, con infraestructura inadecuada y que ha colapsado por el tiempo que lleva construida (anexo D, figura 3) convirtiéndose en un foco infeccioso y mostrando un problema que amerita una solución.

### 1.1.1. Aspectos generales:

#### Ubicación política

Departamento	: La Libertad
Provincia	: Otuzco
Distrito	: Agallpampa
Caserío	: Paraíso



**Figura 1:** Ubicación del Proyecto

**Fuente:** Elaboración Propia

## Ubicación geográfica

El área para la intervención del proyecto se encuentra localizado en una zona rural, entre los ríos Moche y Motil.

La ubicación geográfica de los BM fue según se detalla en el cuadro 1 a continuación:

**Cuadro 1. Coordenadas de BMs**

BMS			
SECTOR PARAISO CENTRO			
CODIGO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	COTA
BM1	784706.5846	9114791.4190	3613.8610
BM2	784389.9932	9114876.0570	3602.6310
BM3	784132.1562	9115136.5780	3589.8040
BM4	783863.7400	9115247.7740	3581.0410
BM5	783638.1856	9115259.0530	3586.9820
BM6	783259.0741	9115149.5230	3566.5440
BM7	782594.3759	9115289.0260	3532.1630
BM8	782347.0713	9115253.6470	3546.1340
BM9	782052.0590	9115294.1580	3531.8670
BM10	782042.9051	9115277.2830	3531.8250
BM11	781805.7903	9115503.9960	3505.7040
BM12	781729.1579	9115582.4520	3498.7430
BM13	781595.3648	9115515.2460	3494.5870
BM14	781336.0379	9115476.2860	3490.3750
BM15	781071.6623	9115456.0260	3477.1840
BM16	781875.8017	9115327.8930	3513.8490
BMS			
SECTOR PEDREGAL ALTO			
CODIGO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	COTA
BM1	783718.6788	9115291.4330	3544.4690
BM2	783223.8669	9114942.8120	3516.8110
BMS			
SECTOR LA PAMPA			
CODIGO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	COTA
BM1	779540.4784	9115141.4790	3492.3020
BM2	779437.1063	9114694.4890	3424.9050
BM3	779651.5303	9114497.1150	3423.9000

**Fuente:** Elaboración propia

## **Límites**

Los límites del Caserío de Paraíso son:

Por el Norte	: Distrito de Otuzco
Por el Este	: Caserío de Cushporco
Por el Sur	: Caserío de La Fortuna
Por el Oeste	: Caserío La Laguna

## **Extensión**

El área del proyecto abarca una extensión de

## **Topografía**

La topografía que conforma el terreno del Caserío de Paraíso es ondulada en la zona de viviendas y accidentada en las zonas de las captaciones.

## **Altitud**

La altitud media del caserío de Paraíso es de 3200 m.s.n.m.

## **Suelo**

El tipo de suelo del Caserío de Paraíso es un conglomerado de arenas, arcilla y grava en menor cantidad.

## **Vías de comunicación**

El acceso al caserío de Paraíso es a través de la carretera Laredo-Samne y empieza en el tramo de Trujillo al Desvío Otuzco, sigue del Desvío Otuzco al distrito de Agallpampa, finalmente del distrito de Agallpampa al Caserío Paraíso.

Para ir a cada uno de los sectores, el traslado es a través de la misma carretera Laredo- Samne, estando cada sector a 10 minutos de distancia. El tiempo de viaje estimado para llegar al sector central es de 2 horas con 30 minutos.

### **1.1.2. Aspectos socioeconómicos**

#### **Actividades productivas**

En la localidad de Paraíso se actividad predominando es la agricultura, siendo los jefes de familia quienes laboran en sus propios terrenos de cultivo en la zona. Otra de las actividades es el comercio a través de la producción de derivados de la leche, estos productos lácteos son el yogurt, queso, manjar blanco, entre otros.

Entre las actividades alternativas y eventuales se encuentran la construcción y la crianza de aves de corral o ganado vacuno, ovino y porcino.

#### **Aspectos de viviendas**

El aspecto de las viviendas de la zona se caracteriza por ser construcciones rústicas con material de adobe. En la zona existen también construcciones de albañilería y concreto, pero estas son muy escasas, revelando la inestable situación de las viviendas en la zona.

### **1.1.3. Servicios públicos**

#### **Salud**

El caserío de Paraíso cuenta con un puesto de salud.

#### **Educación**

En la zona de intervención existe un colegio, N°80977, que tiene los niveles inicial, primaria y secundaria con aproximadamente 120 alumnos.



#### **1.1.4. Descripción de los sistemas actuales de abastecimiento**

##### **Sistema de agua potable**

Los sistemas de agua potable del caserío son 3, tratándose de sectores separados a 10 minutos de distancia entre ellos. Cada sistema se compone por captación sin cerco perimétrico. Los sistemas no tienen estructuras como reservorios para almacenar el agua de la captación, siendo este un componente principal para el rendimiento del sistema, de la misma manera no disponen de cámaras rompe presión, válvulas de aire o de purga.

La construcción de los sistemas de agua potable del caserío de Paraíso data de los años 1994, por FONCODES y CARE PERÚ, teniendo a la actualidad un uso de más de 20 años.

Durante el tiempo de servicio del sistema solo se han hecho mantenimientos convencionales y los tres sistemas de agua potable muestran problemas de deterioro como tuberías expuestas y rotas en algunos tramos. Por estos motivos existen tuberías rotas y en el único reservorio existente, la caseta de cloración tiene deficiencias.

##### **Sistema de saneamiento**

El sistema de saneamiento se compone por la utilización de letrinas con pozo ciego construidas de manera rudimentaria por los mismos pobladores, en las condiciones no aptas, puesto que despiden malos olores. La condición en que se encuentran las letrinas es alarmante puesto que están al borde del colapso, su capacidad ha llegado al límite. No existen letrinas para cada vivienda, hay casos en que una letrina es para dos o más viviendas, además algunas no cuentan ni siquiera con seguro en la puerta que evite que se exponga el excremento al medio ambiente. Siendo foco de contaminación y no cuentan con un lavatorio de manos ni duchas.

## 1.2. Trabajos previos

Para el desarrollo de este proyecto, se toma como referencia proyectos existentes del ámbito internacional, nacional y local; que coinciden con las variables en estudio, los cuales muestran parámetros de diseño, datos estadísticos y demás información técnica sobre el abastecimiento de agua potable y saneamiento rural.

Municipalidad Distrital de Usquil (2017), expediente técnico “Mejoramiento, ampliación de los servicios de agua potable y saneamiento básico rural en el centro poblado Cuyuchugo, distrito de Usquil - Otuzco - La Libertad”, se diseñó el proyecto para una población de 1449 habitantes, las características del terreno y las pendientes se asemejan a la de este proyecto puesto que pertenece a la misma provincia de Otuzco. Se cuenta con 04 captaciones tipo manantial, 02 reservorios de 10 m<sup>3</sup> y 20 m<sup>3</sup> cada una, una red de distribución de 8,152.62m con tuberías que varían entre ¾” y 2”, 03 cámaras rompe presión y 414 conexiones domiciliarias, además de válvulas de purga, de aire y de control. El sistema de disposición de excretas será a través de 19 UBS de arrastre hidráulico.

Lárraga (2016), en su investigación titulada “Diseño del sistema de agua potable para Augusto Valencia, Cantón Vinces, provincia de Los Ríos”, disertación previa a la obtención del título de Ingeniero Civil de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, tuvo como objetivo elaborar un estudio para el diseño del sistema de agua potable con una población de 2914 habitantes, donde la captación es de agua subterránea con un caudal de 8 l/s y se optó por proyectar dos reservorios semi enterrados con 100m<sup>3</sup> de capacidad cada uno, los diámetros de las tuberías de la red de distribución están entre 2” y 6”.

Díaz y Zavaleta (2015), en su trabajo de investigación “Diseño del mejoramiento y ampliación de servicio de agua potable e instalación de letrinas sanitarias en el caserío Shiracmaca- sector Maragosday, distrito

de Huamachuco, provincia Sánchez Carrión- La Libertad”, tuvieron como objetivo el diseño de la red para una población de 402 habitantes en un caserío ubicado a 3319.01 m.s.n.m., donde el volumen del reservorio se calculó en 15m<sup>3</sup>, para el diseño estructural del mismo se utilizaron varillas de 3/8” con un concreto de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

Ludeña (2013), en su investigación titulada “Diseño de la ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado de los sectores El Olivo, Cruz Blanca y San Agustín de la localidad de Otuzco, provincia de Otuzco, región La Libertad”, trabajo previo a la obtención de título de Ingeniero Civil de la Universidad Cesar Vallejo, tuvo como objetivo realizar el diseño de la red del centro poblado ubicado a una altitud promedio de 2800m.s.n.m., proyectando un reservorio apoyado de 50m<sup>3</sup> para cubrir la demanda de la población de los sectores.

Meza (2010), en su investigación titulada “Diseño de un sistema de agua potable para la comunidad nativa de Tsoroja, analizando la incidencia de costos siendo una comunidad de difícil acceso”, tesis para obtener el título de Ingeniero Civil de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Diseñó su proyecto para una población futura de 412 habitantes, donde la captación era de tipo manantial, el mismo tipo de captación de este proyecto, con un caudal de 3 l/s., con un reservorio de 9m<sup>3</sup>, la tubería de la red de distribución va desde los 3/4” hasta las 2”, las tuberías de las conexiones domiciliarias son de 1/2”. Además, en cada vivienda se optó por un pozo de percolación para las aguas servidas, en cuanto a la disposición de excretas se escogió letrinas de hoyo seco a una distancia mínima de 15 m de las viviendas, que se componen de pozo, cunetas con techo y tubo para ventilación.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

Los levantamientos topográficos se realizan con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra de elementos construidos por el hombre. Se toman los datos necesarios para la representación gráfica o elaboración del mapa del área en estudio. (Casanova, 2010, p. 7).

Un EMS puede plantearse como un PIM (Programa de Investigación Mínimo) que tiene como objetivo la comprobación de las características del suelo. (RNE- E.050, 2006, p.6).

Los EIA son documentos presentados por las empresas, en los que se analiza y describe a detalle la naturaleza del impacto de la actividad en el área de influencia. En los EIA se incluyen los aspectos físico-naturales, biológicos, socio-económicos y culturales del área de influencia (directa e indirecta), con el objetivo de determinar las condiciones existentes y capacidades del medio y analizar la naturaleza y magnitud del proyecto. (IPE, 2014).

Para comenzar con el diseño de los sistemas de agua potable el primer paso es calcular el periodo de diseño, que es el intervalo de tiempo en que se garantiza que los componentes del proyecto operarán en óptimas condiciones para la población beneficiaria. (RNE- OS. 100, 2006, p.1). seguidamente el cálculo de la dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas. Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificará su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 l/hab/d, en clima frío y de 220 l/hab/d en clima templado y cálido. Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m<sup>2</sup>, las dotaciones serán de 120 l/hab/d en clima frío y de 150 l/hab/d en clima templado y cálido. Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión cisterna o piletas

públicas, se considerará una dotación entre 30 y 50 l/hab/d respectivamente.

El Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, ministerio de la mujer y desarrollo social, programa nacional de agua y saneamiento rural y fondo nacional de compensación y desarrollo (2004), en la guía “Parámetros de Diseño de Infraestructura de Agua y Saneamiento para Centros Poblados Rurales”, establece los requisitos mínimos para el diseño de abastecimiento de agua potable, y disposición de excretas a través de letrinas.

El Ministerio de economía y finanzas (2015), en “Guía para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Saneamiento Básico en el Ámbito Rural, a Nivel de Perfil”, establece los criterios para proyectos como el de este trabajo de investigación.

El Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (2006), en la “Norma OS.010 Captación y Conducción de Agua para Consumo Humano”, nos indica los requisitos mínimos para los diseños de captación y conducción de agua, en localidades mayores a 2000 habitantes.

El Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (2006) en la “Norma OS.030 Almacenamiento de Agua para Consumo Humano”, nos indica los requisitos mínimos para el abastecimiento y conservación del agua para consumo humano.

Sobre las estructuras que permiten la captación de agua para consumo humano, estas deben proteger a la fuente de la contaminación. (RNE-OS. 010, 2006, p.1). el reservorio es una estructura que permite el almacenamiento de agua proveniente de la captación garantizando el rendimiento del sistema y las condiciones de potabilidad del agua. En dicha estructura se deberá realizar inspecciones periódicamente para descartar contaminación y por lo menos 2 veces al año se debe realizar un lavado y desinfección. (RNE OS. 100, 2006, p.1).

El Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (2006), en la “Norma OS.100 Consideraciones básicas para el diseño de infraestructura sanitaria”, nos brinda información básica e indicaciones sobre la operación y mantenimiento de infraestructura.

Las unidades básicas de saneamiento son estructuras modulares de baño, compuesto por inodoro, lavatorio y ducha. Pueden ser de arrastre hidráulico. “Las letrinas pueden clasificarse en sistemas con y sin arrastre hidráulico de excretas.” (MEF, 2014, p.34). El Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (2006), en la “Norma IS.020 Tanques sépticos”, establece los criterios generales de diseño, construcción y operación de un tanque séptico.

#### **1.4. Formulación del problema**

¿Qué criterios técnicos y normativos se debe tener en cuenta para el diseño del mejoramiento del sistema de agua potable y saneamiento básico rural del caserío Paraíso, distrito de Agallpampa, provincia de Otuzco, La Libertad?

#### **1.5. Justificación del estudio**

El desarrollo del proyecto se sustenta en la necesidad de mejorar el servicio de agua potable y saneamiento básico rural de la población del caserío Paraíso, debido al deterioro de las estructuras que conforman los tres sistemas de agua potable existentes en cada sector.

Los sistemas carecen de reservorios para almacenar el agua de consumo humano, lo cual no garantiza una cobertura de calidad del servicio de agua potable, existen tramos de tubería expuesta y en algunos puntos rota, debido al paso de los años y a la forma rudimentaria en que fueron construidos los sistemas, además carecen de cámaras rompe presión, válvulas de aire o de purga.

En cuanto al saneamiento básico rural y la disposición de excretas, las letrinas existentes han colapsado, la capacidad de almacenamiento está a punto de desbordar los hoyos donde se deposita la excreta. Siendo un foco infeccioso y altamente contaminante.

Los pobladores del caserío de Paraíso necesitan servicios básicos con infraestructura en óptimas condiciones que satisfaga las demandas de la población y que sea acorde a ley.

Con el mejoramiento del sistema de agua potable y saneamiento básico rural se lograría impactar de manera positiva en la calidad de vida de los habitantes, puesto que el proyecto abarca la población en su totalidad. En el aspecto de la salud el proyecto logra minimizar enfermedades gastrointestinales, respiratorias y de piel, que se presentan en un alto índice en la población infantil. Impactando así en el aspecto económico, puesto que representa menor gasto en salud de las familias del caserío y del sector salud.

Por lo tanto, está justificada la elaboración de este proyecto de investigación desde el punto de vista sanitario, que permite mejorar las condiciones del agua para el consumo humano y disposición final de excretas, tratándose de un proyecto sostenible, que contribuye al desarrollo de la localidad y el país.

#### **1.6. Hipótesis**

La hipótesis se comprobará cuando se tenga el diseño para el mantenimiento de los servicios de agua potable y saneamiento.

## **1.7. Supuestos u objetivos del trabajo**

### **1.7.1. Objetivo principal:**

Determinar los criterios técnicos y normativos para el diseño del mejoramiento del sistema de agua potable y saneamiento básico rural del caserío Paraíso, distrito de Agallpampa, provincia de Otuzco, La Libertad.

### **1.7.2. Objetivos específicos:**

- a) Ejecutar el levantamiento topográfico determinando la configuración del terreno.
- b) Realizar el estudio de mecánica de suelos.
- c) Diseñar el sistema de agua potable
- d) Realizar el diseño del saneamiento básico rural.
- e) Evaluar el estudio de impacto ambiental del área de influencia del proyecto.
- f) Calcular el análisis de costos y el presupuesto.



## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

El presente proyecto plantea un diseño de investigación no experimental, porque se observan y analizan los hechos sin alterarlos; además, es de tipo transversal descriptivo simple.



Muestra: Lugar donde se realizará el estudio.

Observación: Datos recolectados a través de levantamiento topográfico y estudios de suelos.

## 2.2. Variables, Operacionalización

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	UNIDADES
<b>DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RURAL</b>	Levantamiento Topográfico	Los levantamientos topográficos se realizan con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre. En un levantamiento topográfico se toman los datos necesarios para la representación gráfica o elaboración del mapa del área en estudio. (Casanova, 2010, p. 7).	Se utilizará el procedimiento Taquimétrico con Estación Total y el método a utilizar será el de la Poligonal Abierta	Planimetría	m
	Estudio de Mecánica de Suelos	Un EMS puede plantearse como un PIM (Programa de Investigación Mínimo) que tiene como objetivo la comprobación de las características del suelo. (Norma E.050 Suelos y cimentaciones, Lima 2006, p.6).	Se empleará el método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS), a través de calicatas.	Contenido de humedad Análisis granulométrico Límite líquido y límite plástico	m
				Balance hídrico	

	Diseño del sistema de agua potable	Un sistema de abastecimiento de agua potable, tiene como finalidad primordial, la de entregar a los habitantes de una localidad, agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades. (Manual para el diseño de Sistemas de agua potable y Alcantarillado sanitario, Veracruz, p.16).	Se realizará a través del cálculo de la tasa de crecimiento, con la población futura en un periodo de diseño de 20 años. Calculando así, líneas de conducción, reservorio, red de distribución y conexiones domiciliarias.	Población futura	Hab.
				Caudal de diseño.	l/s
	Diseño del saneamiento básico rural	Evalúa cómo se realiza la evacuación de excretas por parte de la población. Incluye la evaluación de la infraestructura y operación del servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, en caso existieran. (Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos, Lima, p.21).	Se determinará el tipo de UBS de acuerdo a la cantidad de población, y se calculará el volumen de acuerdo a la dotación de agua de la población.	Población actual	Hab.
				Biodigestor	litros
	Estudio de Impacto Ambiental	Los EIA son documentos en los que se analiza y describe a detalle la naturaleza del impacto de la actividad en el área de influencia, con el objetivo de determinar las condiciones existentes y capacidades del medio y analizar la naturaleza y magnitud del proyecto. (Instituto Peruano de Economía, 2014).	Los métodos que se emplearán serán las Listas de Chequeo y la Matriz de Interacción	Actividades a realizar	Puntaje
		Factores Ambientales		Puntaje	

	Análisis de costos y el presupuesto.	El presupuesto valorativo detallado es aquel presupuesto donde se descompone cada concepto de obra y los precios de cada elemento que constituye el precio unitario se pueden estudiar y analizar tanto desde el punto de vista de su rendimiento, desperdicio y costo. Como su nombre lo indica muestra detalladamente el valor de cada unidad de obra y de los elementos que la constituyen. (Beltran, 2012, p.2).	El método que se empleará será de costos unitarios.	Rendimiento de mano de obra	de %
				Costos Unitarios.	Soles.

### **2.3. Población y muestra**

La población muestral para este proyecto será la totalidad de habitantes del caserío Paraíso, es decir 256 habitantes, 64 viviendas, 1 posta médica y 1 colegio inicial, primario y secundario.

### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

#### **Técnicas:**

La técnica que se aplicará en este proyecto de investigación es la observación, porque se obtendrán los datos a través de realización del levantamiento topográfico, el estudio de mecánica de suelos, el estudio hidrológico y el estudio de impacto ambiental; además del empleo de los instrumentos adecuados a cada fin.

#### **Instrumentos de recolección de datos:**

Los instrumentos de recolección de datos son objetos que permiten registrar la información capturada en el lugar de muestra del proyecto.

Para el Levantamiento Topográfico se utilizará un GPS y una Estación Total, entre otros. Para el Estudio de Mecánica de Suelos, se emplearán herramientas manuales como palas y picos en la etapa de obtención de muestras a través de calicatas; posteriormente en la etapa de análisis de las muestras en laboratorio, se emplearán equipos y herramientas del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo, donde se realizarán los ensayos requeridos para este proyecto. Para el Estudio Hidrológico se emplearán herramientas manuales como baldes y un reloj, entre otros auxiliares.

En lo que concierne al Estudio de Impacto Ambiental los instrumentos que se emplearán se componen de hoja de Matriz de Interacción y hoja de la Lista de Chequeo, que son los métodos más empleados para la

recolección de información y la verificar las acciones y los factores involucrados en el desarrollo del proyecto.

## **2.5. Métodos de análisis de datos**

Para procesar y analizar los datos recolectados en campo y obtener resultados que nos sirvan como parámetros de diseño técnicos, se utilizarán diversos software de computadora para cada especialidad.

En el Levantamiento Topográfico se utilizará el programa Microsoft Excel para procesar los datos y exportarlos a los programas AutoCad 2D y AutoCad Civil 3D, para dibujar los planos en base a los puntos obtenidos en campo de la topografía del terreno. Obteniendo el plano de curvas a nivel, perfiles de terreno, ubicación de lotes, entre otros que se requieran. Finalmente, para la redacción y edición de fotos y otros anexos del levantamiento se utilizará el programa Microsoft Word.

En el Estudio de Mecánica de Suelos se empleará primordialmente el programa Microsoft Excel que permite elaborar tablas para el análisis y procesamiento de los datos que se obtengan de las muestras de suelo. Microsoft Word, también se empleará para la edición de anexos y redacción de resultados.

Para el Estudio Hidrológico se emplearán programas como Hidroesta, Global Mapper y ArcGIS para obtener vertientes y otros parámetros de diseño necesarios para realizar el estudio hidrológico. En cuanto a la redacción del informe se usará Microsoft Word y el procesamiento de otros datos en Microsoft Excel.

La elaboración de planos de la red de agua y saneamiento básico rural, se hará con los programas AutoCad 2D, AutoCad Civil 3D, donde se trazará la red de agua potable y se ubicarán las unidades básicas de saneamiento de acuerdo a la topografía del terreno. Se obtendrán planos de estructuras de captación, reservorio, cámara rompe presión y de purga, red de distribución, conexiones domiciliarias, plano de UBS, entre otros.

Los resultados del Estudio de Impacto Ambiental, se obtendrán de procesar los datos obtenidos, de las fichas de observación en campo, en Microsoft Excel y Microsoft Word, donde se podrán elaborar las tablas que muestren los resultados de las matrices que se emplearán.

Finalmente, se utilizará el programa S10, que cuenta con una base de datos que brindan los rendimientos de la mano de obra y permite realizar el análisis de costos unitarios de cada partida del proyecto, con el que se obtiene el presupuesto.

## **2.6. Aspectos éticos**

Para validar la veracidad de la información recolectada, analizada y presentada en este proyecto de investigación, se cuenta con un documento de presentación por parte de la Universidad Cesar Vallejo dirigido al alcalde del distrito de Agallpampa, solicitando apoyo para realizar este proyecto; el cual ha sido contestado de manera afirmativa por la Municipalidad de Agallpampa (anexo A), dando fe de los resultados que se obtendrán durante el desarrollo de este proyecto de investigación.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. Levantamiento Topográfico**

##### **3.1.1. Generalidades**

Este informe forma parte de los estudios básicos necesarios para el desarrollo del proyecto de tesis “Diseño para el mejoramiento del sistema de agua potable y saneamiento básico rural del caserío Paraíso, distrito de Agallpampa, provincia de Otuzco, La Libertad”. Siendo el levantamiento topográfico el primero en ser realizado en la mayoría de proyectos de ingeniería.

En este documento se presenta información recolectada en campo y el trabajo de gabinete sobre la topografía del área en estudio, así como del área de influencia en los diferentes sectores, desde las captaciones hasta los reservorios y posteriormente de las redes de distribución hasta las conexiones domiciliarias, así mismo las estructuras de la planta de tratamiento de aguas residuales existente en la zona.

El presente estudio permitió la elaboración de los planos topográficos del caserío de Paraíso, distrito de Agallpampa, provincia de Otuzco y departamento de La Libertad. Se realizó la determinación de las características, configuración y relieve del terreno, además gracias al levantamiento topográfico también se logró ubicar las estructuras existentes de los sistemas de agua potable y de alcantarillado (ver anexo D, figuras 4,5 y 6).



### **3.1.2. Objetivos**

#### **Objetivo principal**

El objetivo principal es la obtención del relieve y las cotas del terreno, para el diseño fidedigno de los planos de los sistemas de agua potable y saneamiento proyectados.

#### **Objetivos secundarios**

- Elaborar el plano topográfico del caserío de Paraíso.
- Representar la ubicación de los lotes de viviendas, colegio y posta médica del área de estudio.
- Plasmar la ubicación de las estructuras que conforman los sistemas existentes de agua potable y saneamiento.

### **3.1.3. Reconocimiento del terreno**

Para el reconocimiento de terreno se, solicitó ayuda al personal de la municipalidad distrital de Agallpampa, para llegar al centro poblado. Posteriormente con ayuda de representantes del JASS del caserío se realizó el recorrido del sistema de agua potable existente desde la captación hasta las conexiones domiciliarias.

Además; se hizo el reconocimiento del sistema de alcantarillado, que beneficia a algunas familias, las UBS y la planta de tratamiento existente ubicada en el sector central del caserío. Se recorrieron los sistemas para observar el terreno y planificar un tiempo estimado a realizar el levantamiento topográfico.

### **3.1.4. Metodología de trabajo**

#### **3.1.4.1. Preparación y organización**

Los preparativos iniciaron con la búsqueda del hospedaje, alimentación, transporte y personas que conozcan la zona y nos acompañen durante el recorrido.

Durante el proceso de preparación y organización se elaboró un croquis de la zona a intervenir, guiándonos de imágenes satelitales a través de Google Earth.

#### **3.1.4.2. Trabajo de campo**

##### **Personal de trabajo:**

- Tesista
- Topógrafo
- 2 ayudantes del topógrafo

##### **Instrumentos y equipos:**

En el proceso de recolección de datos se utilizaron equipos calibrados que garantizan la confiabilidad de la data tomada de la zona intervenida. Los instrumentos que se utilizaron fueron los siguientes:

- Estación Total  
Marca: TOPCON  
Modelo: OS-105
- 2 Prismas
- 1 Trípode
- 2 Winchas
- 3 Walky Talkie

**Procedimiento:**

El levantamiento topográfico se realizó en coordenadas UTM con apoyo de una Estación Total TOPCON. Se utilizó una poligonal de apoyo con la finalidad de radiar y cubrir la mayor parte de área en la zona de intervención; logrando obtener las características físicas y cotas del terreno.

El proceso de realización del estudio tuvo una duración de 6 días, durante los cuales se obtuvo la data para realizar el trabajo de gabinete.

**Puntos de Georreferenciación**

Las coordenadas puntos de georreferenciación fueron tomados por GPS mediante el sistema UTM y son presentados en el cuadro 2 a continuación:

**Cuadro 2. Coordenadas de BMs**

BMS			
SECTOR PARAISO CENTRO			
CODIGO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	COTA
BM1	784706.5846	9114791.4190	3613.8610
BM2	784389.9932	9114876.0570	3602.6310
BM3	784132.1562	9115136.5780	3589.8040
BM4	783863.7400	9115247.7740	3581.0410
BM5	783638.1856	9115259.0530	3586.9820
BM6	783259.0741	9115149.5230	3566.5440
BM7	782594.3759	9115289.0260	3532.1630
BM8	782347.0713	9115253.6470	3546.1340
BM9	782052.0590	9115294.1580	3531.8670
BM10	782042.9051	9115277.2830	3531.8250
BM11	781805.7903	9115503.9960	3505.7040
BM12	781729.1579	9115582.4520	3498.7430
BM13	781595.3648	9115515.2460	3494.5870
BM14	781336.0379	9115476.2860	3490.3750
BM15	781071.6623	9115456.0260	3477.1840
BM16	781875.8017	9115327.8930	3513.8490
BMS			
SECTOR PEDREGAL ALTO			
CODIGO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	COTA

BM1	783718.6788	9115291.4330	3544.4690
BM2	783223.8669	9114942.8120	3516.8110
BMS			
SECTOR LA PAMPA			
CODIGO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	COTA
BM1	779540.4784	9115141.4790	3492.3020
BM2	779437.1063	9114694.4890	3424.9050
BM3	779651.5303	9114497.1150	3423.9000

Fuente: Elaboración propia

### Puntos de Estación

Las coordenadas UTM de los puntos de estaciones, se representan en el cuadro 3 siguiente:

**Cuadro 3. Coordenadas de Estaciones**

ESTACIONES			
SECTOR PARAISO CENTRO			
CODIGO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	COTA
E1	784622.1853	9114760.4650	3606.4110
E2	784429.8632	9114838.5790	3601.8820
E3	784381.2942	9114875.3740	3600.5300
E4	784352.8100	9114926.6850	3607.3450
E5	784136.7924	9115139.6760	3591.3020
E6	783862.6747	9115260.8810	3584.6360
E7	783615.9137	9115259.1330	3585.9000
E8	783258.9956	9115157.1590	3565.7340
E9	783181.8888	9115142.7870	3562.0800
E10	782588.2895	9115281.2560	3533.5110
E11	782344.0131	9115258.1780	3545.1610
E12	782024.7560	9115298.0550	3529.5310
E13	781999.5916	9115338.5250	3523.6190
E14	781790.5238	9115468.3380	3507.0540
E15	781577.0017	9115486.9220	3494.2000
E17	781319.4096	9115461.8930	3495.6690
E18	781053.2613	9115462.2010	3475.8250
E19	781882.1296	9115312.1290	3514.2390
E20	781813.4356	9115272.5950	3508.1740
E21	781823.0396	9115203.9540	3506.5540
E22	781932.7207	9115106.4520	3511.0130
ESTACIONES			
SECTOR PEDREGAL ALTO			
CODIGO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	COTA
E1	783258.5202	9114934.702	3518.865

ESTACIONES			
SECTOR LA PAMPA			
CODIGO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	COTA
E1	779452.6998	9114709.582	3426.824
E2	779334.811	9114666.691	3422.382
E3	779084.6875	9114592.526	3426.09
E4	779664.9091	9114493.561	3427.185

**Fuente:** Elaboración propia

Se logró obtener las coordenadas de las captaciones existentes y del reservorio de 3m<sup>3</sup> de capacidad existente (ver cuadro 4 y 5).

**Cuadro 4.** Coordenadas de la captación

CAPTACION			
SECTOR PARAISO CENTRO			
CODIGO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	COTA
CAP	784718.6999	9114780.0290	3607.6890
CAPTACION			
SECTOR PEDREGAL ALTO			
CODIGO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	COTA
CAP	783736.5370	9115295.7970	3543.7690
CAPTACION			
SECTOR LA PAMPA			
CODIGO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	COTA
CAP	779539.1523	9115134.1050	3489.4450

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 5.** Coordenadas del reservorio

RESERVORIO			
SECTOR PARAISO CENTRO			
CODIGO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE	COTA
RESER	782016.5158	9115309.478	3527.821

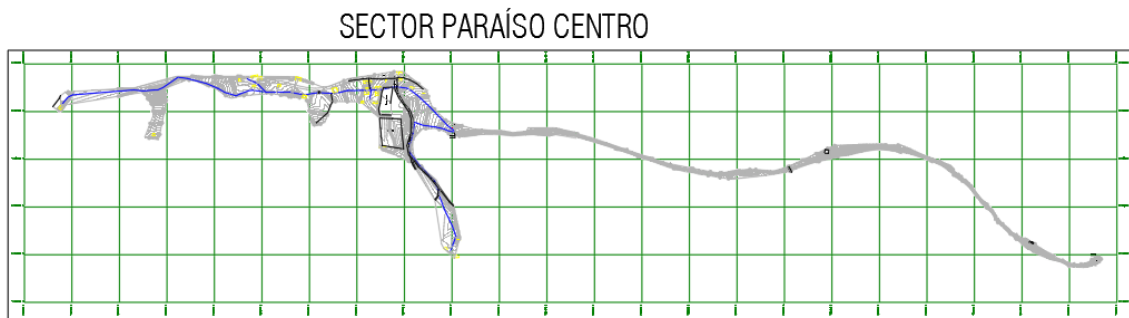
**Fuente:** Elaboración propia

### 3.1.4.3. Trabajo de gabinete

#### Procesamiento de los datos:

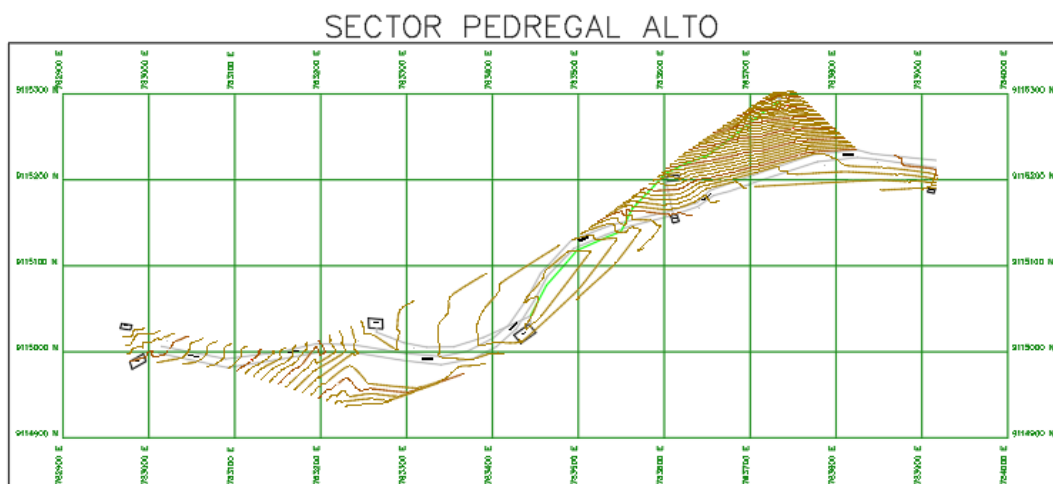
La data obtenida del levantamiento topográfico fue extraída de la Estación Total y el GPS para ser almacenada y procesada en el programa Microsoft Excel. Los datos se muestran en este orden: punto, coordenada este, coordenada norte, cota y descripción.

Los datos almacenados mediante un archivo de Excel se exportaron al programa AutoCAD Civil 3D, sector por sector, el cual generó las curvas de nivel a una determinada equidistancia, mostrando así la orografía de la zona de intervención (ver figuras 2, 3 y 4).



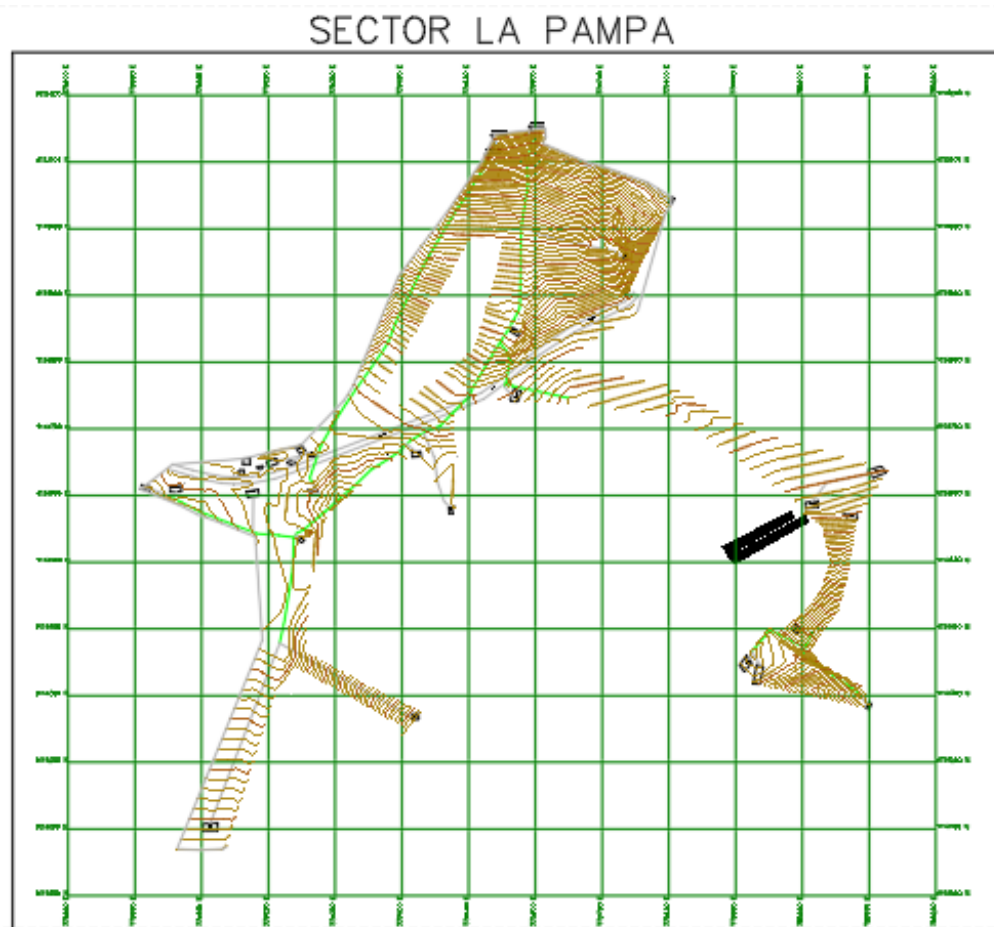
**Figura 2:** Plano topográfico sector Paraíso Centro

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 3:** Plano topográfico sector Pedregal Alto

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 4:** Plano topográfico sector La Pampa

**Fuente:** Elaboración Propia

Se cumplió el objetivo de realizar el levantamiento topográfico y obtener los planos topográficos de la orografía del terreno.

**Planos:**

- Plano de ubicación del proyecto
- Plano topográfico
- Plano clave de la zona de estudio.

**3.1.5. Análisis de resultados**

La topografía del terreno del Caserío de Paraíso se caracteriza por tener pendiente de nivel suave a fuerte. Por lo general en las zonas donde se

ubican las 3 captaciones, las pendientes son mayores a 15% (pendiente fuerte).

En cuanto a la zona donde se encuentra ubicado el reservorio existente la pendiente es de 5% (pendiente suave); a diferencia de los sectores donde se están proyectando 2 reservorios, estos presentan una gradiente pronunciada de 15% (pendiente fuerte).

La población se ubica en un terreno relativamente llano (pendiente de 1%), esto en el caso del sector La Pampa y Pedregal alto. El sector central de Paraíso; en cambio, presenta un diagnóstico diferente con una pendiente hasta de 15%, en algunas zonas.



### 3.2. Estudio de Mecánica de suelo

#### 3.2.1. Generalidades

Este estudio se realizó con fines de conocer el tipo de suelo del caserío de Paraíso, donde se desarrolla el proyecto “Diseño para el mejoramiento del sistema de agua potable y saneamiento básico rural del caserío Paraíso, distrito de Agallpampa, provincia de Otuzco, La Libertad”.

La realización del estudio de suelos consistió en dos etapas, la primera fue la toma de muestras, para ello se realizaron 9 calicatas. La segunda etapa son los ensayos de laboratorio. Los resultados obtenidos son aplicables únicamente al presente proyecto.

#### 3.2.2. Objetivos

Conocer las características geotécnicas y propiedades físicas y mecánicas del terreno para el diseño de la red de agua potable y saneamiento básico rural del proyecto de investigación.

#### 3.2.3. Trabajo de campo

Los trabajos de campo para el estudio de mecánica de suelos consistieron en la excavación de 9 calicatas, 3 por cada sector (ver cuadro 6). Las excavaciones se realizaron en dos días y las muestras se procesaron en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo.

**Cuadro 6.** Coordenadas del reservorio

Sector	Ubicación	Calicata	Profundidad	Coordenada	
				Norte	Este
Paraíso Centro	Red de Distribución	C-1	1.5	9115441.3302	781704.5105
Paraíso Centro	Red de Distribución	C-2	1.5	9114868.4865	781957.5112
Paraíso Centro	Redes secundarias	C-3	1.5	9115459.7214	781043.6702
Pedregal Alto	Reservorio Proyecto	C-1	3	9115218.4471	783643.2516

Pedregal Alto	Red de Distribución	C-2	1.5	9115055.0213	783426.9905
Pedregal Alto	Redes secundarias	C-3	1.5	9115035.7401	782994.8953
La Pampa	Reservorio Proyectoado	C-1	3	9115083.2563	9115083.2564
La Pampa	Red de Distribución	C-2	1.5	9114622.4112	779202.0821
La Pampa	Redes secundarias	C-3	1.5	9114343.4124	779931.8538

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.4. Trabajo de laboratorio

El análisis de las muestras obtenidas en campo consistió en ensayos estándar, según las normas de la American Society For Testing and Materiales (ASTM) y las Normas Técnicas Peruanas (NTP); obteniendo la clasificación de suelos (ver cuadro 7) AASHTO y SUCS, Límite Líquido, Límite Plástico, Índice de Plasticidad y Contenido de Humedad.

**Cuadro 7. Clasificación de Suelo**

Sector	Ubicación	Calicata	Contenido de Humedad (%)	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Clasificación		Granulometría
							SUCS	AASHTO	Finos (%)
Paraíso Centro	Red de Distribución	C-1	19.33	30	7	22	CL	A-6 IG:9	57.93
Paraíso Centro	Red de Distribución	C-2	20.87	38	16	21	CL	A-6 IG:11	62.71
Paraíso Centro	Redes secundarias	C-3	20.75	48	39	9	SC	A-5 IG:2	46.94
Pedregal Alto	Reservorio Proyectoado	C-1	36.53	43	35	8	SC	A-2-5 IG:0	28.34
Pedregal Alto	Red de Distribución	C-2	36.59	37	22	15	SC	A-6 IG:3	45.23
Pedregal Alto	Redes secundarias	C-3	36.16	38	13	25	SC	A-6 IG:4	37.73
La Pampa	Reservorio Proyectoado	C-1	33.3	40	20	19	SC	A-2-6 IG:2	34.5
La Pampa	Red de Distribución	C-2	46.08	31	17	15	SC	A-6 IG:1	36.46
La Pampa	Redes secundarias	C-3	46.65	38	13	26	SC	A-2-6 IG:3	17.82

Fuente: Elaboración propia

Se realizó dos ensayos de Peso Unitario y Capacidad Portante (ver cuadro 8) en las áreas donde se proyectaron dos reservorios, sector La Pampa y Pedregal Alto, para conocer la capacidad de carga admisible del terreno, para el diseño de los reservorios apoyados.

**Cuadro 8.** Peso Unitario de Suelos

Sector	Ubicación	Calicata	Contenido de Humedad (%)	Peso Unitario		Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm <sup>2</sup> )
				Húmedo (gr/cm <sup>2</sup> )	Seco (gr/cm <sup>2</sup> )	
Pedregal Alto	Reservorio Proyectado	C-1	36.56	1.492	1.487	<b>1.462</b>
				1.443	1.438	
La Pampa	Reservorio Proyectado	C-1	33.3	1.298	1.294	<b>1.289</b>
				1.289	1.285	

**Fuente:** Elaboración propia

En los cuadros 9 y 10 se resumen los resultados obtenidos del análisis de cimentaciones superficiales.

**Cuadro 9.** Análisis de cimentaciones Superficiales

Sector	Ubicación	Calicata	Clasificación SUCS	$\phi^\circ$	C (kg/cm <sup>2</sup> )	P.u. (Tn/m <sup>3</sup> )
Pedregal Alto	Reservorio Proyectado	C-1	Arena arcillosa con grava	25.18	0.012	1.462
La Pampa	Reservorio Proyectado	C-1	Arena arcillosa con grava	25.88	0.013	1.289

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro 10. Valores Únicos de Diseño**

Sector	Ubicación	Calicata	Clasificación SUCS	Q <sub>adm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Q <sub>adm</sub> (Tn/cm <sup>2</sup> )	Q (Tn)	S (cm)
Pedregal Alto	Reservorio Proyectado	C-1	Arena arcillosa con grava	1.21	12.06	<b>17.37</b>	0.74
La Pampa	Reservorio Proyectado	C-1	Arena arcillosa con grava	1.19	11.85	<b>17.07</b>	0.29

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2.5. Análisis de los resultados en laboratorio

Las condiciones geotécnicas del terreno del Caserío de Paraíso muestran una diferencia en cada sector, de acuerdo a la clasificación AASHTO y SUCS obtenida de los ensayos realizados en laboratorio a las muestras extraídas en campo.

El sector de Paraíso Centro presenta características de terreno de arcilla ligera arenosa y en otras zonas de arena arcillosa (según AASHTO), lo cual indica que se trata de un terreno regular a malo con un porcentaje de humedad menor a 20%.

El sector de Pedregal Alto, muestra un comportamiento de terreno de arena arcillosa con grava (según SUCS) o grava y arena limo o arcillosa (según AASHTO), tratándose de un suelo excelente a bueno en ciertas zonas y en otras un suelo regular a malo; con más de 36% de porcentaje de humedad.

La Pampa, tiene un terreno con características de arena arcillosa con grava (según SUCS) o grava y arena limo o arcillosa (según AASHTO), siendo un suelo regular a malo, el contenido de humedad se encuentra por encima del 30%.

### **3.2.6. Conclusiones**

Se realizó el estudio de mecánica de suelos y se identificó las características geotécnicas y propiedades físicas y mecánicas del terreno.

Se obtuvo la clasificación del terreno de los tres sectores a intervenir siendo terrenos predominantes de gravas y arenas limo o arcillosos.

Se obtuvo; además, la capacidad portante de las áreas donde se ubican los reservorios proyectados para el diseño de los mismos.

## **3.3. Estudio de calidad de agua de la Captación**

### **3.3.1. Generalidades**

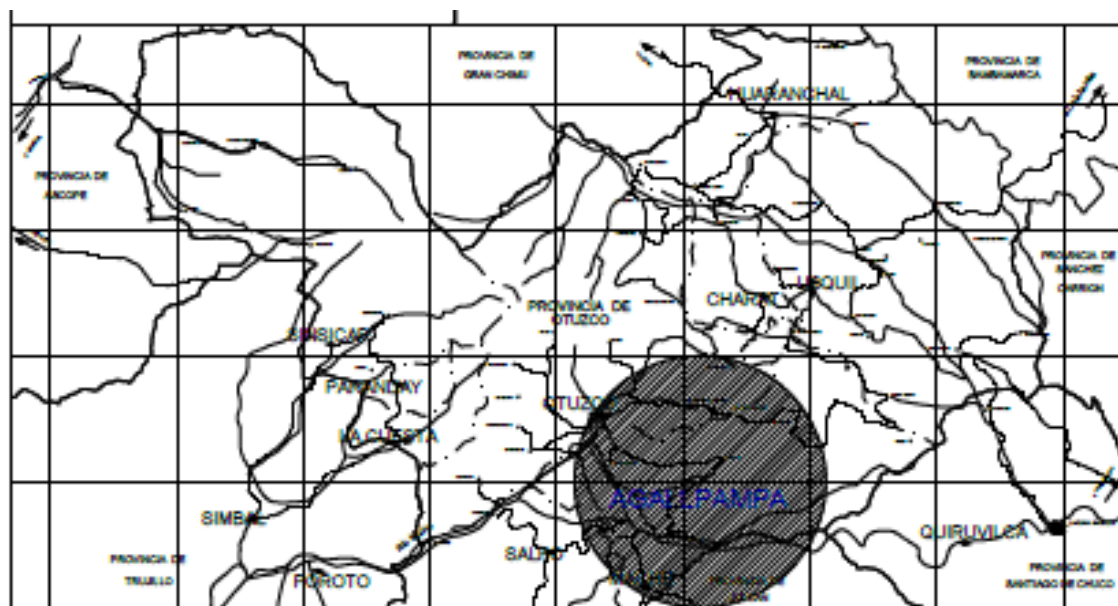
El presente informe de Estudio de la Calidad de agua que proporcionará este servicio indispensable (Agua Potable), al caserío de Paraíso, Distrito de Agallpampa, Provincia Otuzco, departamento de La Libertad, tiene que ser comparada por sus características físicas y químicas de la muestra de agua, para asegurar el consumo doméstico de agua limpia y saludable con la finalidad de proteger la salud de las personas del Sector en estudio. Para la verificación del estudio realizado se anexa el certificado expedido por el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo (ver anexo C).

### **3.3.2. Objetivo**

Realizar el análisis de calidad de agua de la fuente Manantial ubicada en Paraíso Centro, puesto que presenta un caudal potencial para el abastecimiento del caserío de Paraíso.

### 3.3.3. Ubicación Hidrográfica

El caserío de Paraíso pertenece a la cuenca de los ríos Moche y Motil.



*Imagen 071: Ubicación Hidrográfica del Proyecto*

### 3.3.4. Marco Legal

Se deben respetar ciertos lineamientos de políticas nacionales, regionales, locales y sectoriales, ya que son muy importantes de campo y gabinete, los cuales se presentan a continuación:

#### 3.3.4.1. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

La Legislación vigente Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM dada por el Ministerio del Ambiente, se refiere a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación.

Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural. Los estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, se refieren a aguas superficiales; tal es el Caso de las fuentes de abastecimiento para el caserío de Paraíso.

### **3.3.5. Monitoreo**

#### **3.3.5.1. Parámetros de Monitoreo**

Los parámetros de calidad monitoreados se han clasificado en Microbiológico y Físicoquímicos, de acuerdo al Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, donde se aprueba estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Cruda.

#### **Agua cruda para Consumo**

Para la evaluación se tomó muestra de uno de los tres puntos de abastecimiento al Sector, ubicado en el punto más alto del Sector, en el manantial "Paraíso Centro"

#### **Parámetros físico químicos**

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBOs)
- Potencial de Nitrógeno (pH)
- Turbiedad
- Conductividad
- Color
- Dureza Total
- Cloruros Dureza Cálctica
- Dureza Magnésica
- Sulfatos
- Nitratos (NO<sub>3</sub>)
- Calcio
- Magnesio
- Hierro

#### **Parámetros Microbiológicos**

- Bacterias coliformes Totales (35-37°C)
- Bacterias Coliformes Termo Tolerantes (44-5°C)

### 3.3.5.2. Punto de Monitoreo

Fuente Manantial "Paraíso Centro"

COORDENADAS UTM:

- ESTE: 784 718.69
- NORTE: 9 114 780.02
- ALTURA: 3 607.68 msnm

### 3.3.6. Resultados de Laboratorio

DETERMINACION	Unidades	Resultados	Reglamento de calidad del agua	Evaluación
Olor	-	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Sabor	-	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Color	Pt/Co	14	15	LP
Turbidez	NTU	4	5	LP
pH	-	6.77	6.5 - 8.5	LP
Conductividad	uS/cm	895	1500	LP
Solidos totales disueltos	mg/L	573	1000	LP
Cloruros	Cl mg/L	77.63	250	LP
Calcio	Cl mg/L	21.88	NE	LP
Magnesio	Mg mg/L	121.6	NE	LP
Sodio	Na mg/L	11.24	200	LP
Potasio	K mg/L	0.83	NE	LP
Sulfatos	SO4 mg/L	81.25	250	LP
Dureza Total	CaCO3 mg/L	358	500	LP
Amoniaco	NH3 mg/L	<0.001	1.5	LP
Cianuro Total	CN mg/L	<0.001	0.07	LP
Aceites y grasas	mg/L	<0.001	0.5	LP
Carbonatos	CO3 mg/L	0	NE	LP
Bicarbonatos	HCO3 mg/L	30	NE	LP
Nitratos	NO3 mg/L	1.11	50	LP
Nitritos	NO2 mg/L	0.18	0.2	LP

### 3.3.7. Conclusión

Se realizó el análisis de calidad de agua de la fuente Manantial Paraíso Centro, tomada como referencia para todas las captaciones ya que estas pertenecen a la misma cuenca hidrográfica, se concluyó que el agua de abastecimiento es apta para el consumo humano.



### **3.4. Bases de diseño**

#### **3.4.1. Generalidades**

##### **3.4.1.1. Área de influencia**

El área de influencia del proyecto se comprende entre los sectores del Caserío de Paraíso, siendo estos La Pampa, Pedregal Alto y Paraíso Centro con un total de 66 viviendas, ocupando un área total de influencia de 15.632 Ha.

##### **3.4.1.2. Horizonte de planeamiento**

El horizonte planeamiento se refiere al periodo de diseño del proyecto, que en este caso se ha considerado 20 años. El año base del proyecto será el 2018, siendo que en el presente se está realizando el estudio, y el 2019 será el año 0, donde se empieza a contabilizar el periodo de diseño hasta el 2039.

##### **3.4.1.3. Periodo de diseño**

El periodo de diseño se refiere al tiempo de vida útil de la infraestructura del proyecto y todos los componentes que conforman los sistemas de agua potable, como de alcantarillado y el de disposición de aguas residuales.

##### **3.4.1.4. Población actual**

La población actual se ha obtenido de los datos recolectados en campo y gracias al levantamiento topográfico. El total de población del caserío Paraíso es de 256 habitantes en 64 viviendas, con una densidad poblacional de 3.97 hab/viv., se divide como se detalla a continuación:

- **Población del Caserío Paraíso: sector Paraíso Centro**

La población actual del sector Paraíso Centro es un total de 120 habitantes en 30 viviendas, 01 posta médica y 01 colegio de nivel inicial, primaria y secundaria.

- **Población del Caserío Paraíso: sector La Pampa**

La población actual del sector Paraíso Centro es un total de 108 habitantes en 27 viviendas.

- **Población del Caserío Paraíso: sector Pedregal Alto**

La población actual del sector Paraíso Centro es un total de 28 habitantes en 7 viviendas.

**3.4.1.5. Tasa de crecimiento**

El cálculo de la tasa de crecimiento del caserío Paraíso, distrito Agallpampa, provincia Otuzco, La Libertad; se realizó a través del método aritmético, que es aplicable a zonas rurales. Para ello se obtuvo datos sobre la población de los censos de año 1981, 1993 y 2007 del INEI.

Se realizó la búsqueda, pero no se encontró datos para el caserío Paraíso, por lo tanto, se utilizó la base datos del distrito de Agallpampa en el año 1981, 1993 y 2007 y con estos se calculó el porcentaje de crecimiento de la población.

## CÁLCULO DE LA TASA DE CRECIMIENTO POR EL MÉTODO ARITMÉTICO

año	población distrito
1981	7602
1993	9656
2007	9802

### COMBINACIONES DE 2 EN 2

1981	1993
1981	2007
1993	2007

r1	2.25
r2	1.11
r3	0.11

### COMBINACIONES DE 3 EN 3

1981	1993	2007
------	------	------

r4	1.10
----	------

### APLICACIÓN DE MÍNIMOS CUADRADOS

censo	población	x=t	y=Pf	xy	x <sup>2</sup>
1981	7602	-26	7602	-197652	676
1993	9656	-14	9656	-135184	196
2007	9802	0	9802	0	0
		-40		-332836	872

A	9802.000
B	67.9404

r5	0.69
----	------

### ESCOGEMOS LA TASA DE CRECIMIENTO

CURVA	POBLACIÓN (habitantes)					DIFER. ABS.	
	1981	1993	2007	SUMATORIA			
CENSO	7602	9656	9802	27060			
PF1	6183	7453	9802	23438		3622	
PF2	7602	8481	9802	25885		1175	
PF3	9535	9656	9802	28993		1933	
PF4	7627	8497	9802	25926		1134	
PF5	8306	8935	9802	27043		17	
<b>LA TASA DE CRECIMIENTO ES:</b>					<b>0.69</b>	%	
<b>OPTAMOS POR LA TASA DE CRECIMIENTO DE:</b>					→	<b>1.50</b>	%

La tasa de crecimiento calculada fue de 0.69%; pero para zonas rurales la tasa de crecimiento a considerar según parámetros de diseño debe estar entre 1% y 2% y la calculada no cumple con este rango. Por dicha razón la tasa de crecimiento escogida para el diseño es de 1.5% para el caserío Paraíso.

### 3.4.1.6. Población de diseño

La población de diseño es obtenida en base al periodo de diseño que es de 20 años para el presente proyecto. Con la densidad poblacional y la tasa de crecimiento podemos encontrar la población de diseño y las viviendas, proyectadas al año 2039 para el caserío Paraíso.

#### - Población de diseño del caserío Paraíso: sector Paraíso Centro

La población de diseño del sector Paraíso Centro al año 2039 es de 176 habitantes y 51 viviendas.

#### CÁLCULO DE LA POBLACION PROYECTADA A 20 AÑOS

Aplicando el método aritmético

$$Pf = Po(1 + rt)$$

Po= 120  
r= 1.50 %  
t= 21

Cálculo de la población futura:

PROYECCION DE POBLACION		
Nº	Año	Po
base	2018	120
0	2019	122
1	2020	124
2	2021	126
3	2022	128
4	2023	130
5	2024	132
6	2025	134
7	2026	137
8	2027	140
9	2028	143
10	2029	146
11	2030	149
12	2031	152
13	2032	155
14	2033	158
15	2034	161
16	2035	164
17	2036	167
18	2037	170
19	2038	173
20	2039	176

### Cálculo de las viviendas futuras

PROYECCION DE VIVIENDAS		
Nº	Año	Po
base	2018	30
0	2019	31
1	2020	32
2	2021	33
3	2022	34
4	2023	35
5	2024	36
6	2025	37
7	2026	38
8	2027	39
9	2028	40
10	2029	41
11	2030	42
12	2031	43
13	2032	44
14	2033	45
15	2034	46
16	2035	47
17	2036	48
18	2037	49
19	2038	50
20	2039	51

#### - Población de diseño del caserío Paraíso: sector La Pampa

La población de diseño del sector La Pampa al año 2039 es de 158 habitantes y 48 viviendas.

#### CÁLCULO DE LA PROBLACIÓN PROYECTADA A 20 AÑOS

Aplicando el método aritmético

$$Pf = Po(1 + rt)$$

Po= 108  
r= 1.50 %  
t= 21

**Cálculo de la población futura:**

<b>PROYECCION DE POBLACION</b>		
Nº	Año	Po
base	2018	108
0	2019	110
1	2020	112
2	2021	114
3	2022	116
4	2023	118
5	2024	120
6	2025	122
7	2026	124
8	2027	126
9	2028	128
10	2029	130
11	2030	132
12	2031	134
13	2032	137
14	2033	140
15	2034	143
16	2035	146
17	2036	149
18	2037	152
19	2038	155
20	2039	158

**Cálculo de las viviendas futuras**

<b>PROYECCION DE VIVIENDAS</b>		
Nº	Año	Po
base	2018	27
0	2019	28
1	2020	29
2	2021	30
3	2022	31
4	2023	32
5	2024	33
6	2025	34
7	2026	35
8	2027	36
9	2028	37
10	2029	38
11	2030	39
12	2031	40
13	2032	41
14	2033	42
15	2034	43
16	2035	44
17	2036	45
18	2037	46
19	2038	47
20	2039	48

- **Población de diseño del caserío Paraíso: sector Pedregal Alto**

La población de diseño del sector La Pampa al año 2039 es de 49 habitantes y 26 viviendas.

**CÁLCULO DE LA POBLACION PROYECTADA A 20 AÑOS**

Aplicando el método aritmético

$$Pf = Po(1 + rt)$$

Po= 28

r= 1.50 %

t= 21

Cálculo de la población futura

PROYECCION DE POBLACION		
Nº	Año	Po
base	2018	28
0	2019	29
1	2020	30
2	2021	31
3	2022	32
4	2023	33
5	2024	34
6	2025	35
7	2026	36
8	2027	37
9	2028	38
10	2029	39
11	2030	40
12	2031	41
13	2032	42
14	2033	43
15	2034	44
16	2035	45
17	2036	46
18	2037	47
19	2038	48
20	2039	49

#### Cálculo de las viviendas futuras

PROYECCION DE VIVIENDAS		
Nº	Año	Po
base	2018	7
0	2019	8
1	2020	9
2	2021	10
3	2022	11
4	2023	12
5	2024	13
6	2025	14
7	2026	15
8	2027	16
9	2028	17
10	2029	18
11	2030	19
12	2031	20
13	2032	21
14	2033	22
15	2034	23
16	2035	24
17	2036	25
18	2037	26
19	2038	27
20	2039	28

#### 3.4.1.7. Dotaciones

Según la norma OS.100 la dotación de agua para sistemas con conexiones domiciliarias debe considerarse 180 l/hab/d, en clima frío y de 220 l/hab/d en clima templado, en caso de comprarse que no existen estudios de consumo, como es el caso del presente proyecto. Pero dichos valores no se aplican a zonas rurales, por esto se ha considerado la dotación según el Programa Nacional de Saneamiento Rural, según el cuadro 11 siguiente:



**Cuadro 11.** Dotaciones según región

ZONA	UBS con arrastre hidráulico	UBS compostera	UBS hoyo seco ventilado
<b>COSTA</b>	110 l/hab/d	80 l/hab/d	60 l/hab/d
<b>SIERRA</b>	100 l/hab/d	70 l/hab/d	50 l/hab/d
<b>SELVA</b>	120 l/hab/d	90 l/hab/d	70 l/hab/d

**Fuente:** Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento.

La dotación de agua encontrada es de 100l/hab/d, porque la población del caserío Paraíso, distrito de Agallpampa se encuentra en la región sierra, pero para garantizar un buen servicio de abastecimiento de agua usaremos una dotación de 120 l/hab/d., justificando que la población hace un uso excesivo del recurso hídrico.

#### **3.4.1.8. Variaciones de consumo**

- **Coefficiente de variación diario (CVD):**

Es un factor que se aplica a la demanda para obtener el caudal máximo diario, su valor es de 1.3 en zonas rurales en la sierra.

- **Coefficiente de variación horaria (CVH):**

Es un factor que se aplica a la demanda para obtener el caudal máximo horario, su valor es de 2.0 en zonas rurales en la sierra.

#### **3.4.2. Sistema proyectado de agua potable**

El Sistema Proyectado de Agua Potable cuenta con los componentes mencionados a continuación:

Caserío Paraíso: sector Paraíso Centro

- Mantenimiento Captación de Manantial y construcción de cerco perimétrico.
- 01 Cámara Rompe Presión Tipo 6.
- 03 Cámaras de aire y de 03 de purga.

- Línea de Conducción con una longitud de 2 937.13 m
- Mantenimiento de Reservoirio de Agua Potable Existente 9m3.
- Red de Distribución de 5 733.84 m.
- Conexiones domiciliarias 518.96 m.

Caserío Paraíso: sector Pedregal Alto

- Mantenimiento Captación de Manantial y construcción de cerco perimétrico.
- Línea de Conducción con una longitud de 61.93 m
- Reservoirio de Agua Potable Proyectado 5m3.
- Red de Distribución de 1 227.19 m.
- Conexiones domiciliarias 52.70 m.

Caserío Paraíso: sector La Pampa

- Mantenimiento Captación de Manantial y construcción de cerco perimétrico.
- Línea de Conducción con una longitud de 117.02 m
- Reservoirio de Agua Potable Proyectado 8m3.
- Red de Distribución de 2 973.69 m.
- Conexiones domiciliarias 617.00 m.

El plano con la ubicación de los componentes que conforman el Sistema Proyectado de Agua Potable los podemos encontrar detalladamente en el Plano General **G-01, G-02, G-03, G-04 del ANEXO K.**

### 3.4.2.1. Datos y parámetros de diseño

#### - Caudales de diseño caserío Paraíso: sector Paraíso Centro

##### CÁLCULO DE LA DEMANDA DE PARAÍSO CENTRO

###### DOTACIÓN DE CONSUMO:

###### 1) Dotación del Proyecto:

Sistema de Red de Alcatrillado, Zona Costa: 

DOT.	120
------	-----

 L/hab/día

###### 2) Coeficientes de Variación:

a).- COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIO, (CVD):

1.3

b).- COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA, (CVH):

2

c).- COEFICIENTE QPP:

1.25

###### 3) Cálculo de los Gastos:

###### 3.1) Caudal Promedio (Qp) y Caudal Promedio con Pérdidas (Qpp):

Datos Básicos:      Dotación =      120      L/hab/día  
                                 Población =      176      Hab.

$$Q_p = \frac{\text{Población} \times \text{Dotación}}{86400} = 0.2444 \text{ lt/sg}$$

$$Q_{pp} = Q_p \times \text{Perdida} = 0.306 \text{ lt/sg}$$

###### 3.2) Caudal Máximo Horario

$$Q_{mh} = Q_{pp} \times 2 = 0.611 \text{ lt/sg}$$

###### 3.3) Caudal Máximo Diario

$$Q_{md} = Q_{pp} \times 1.3 = 0.397 \text{ lt/sg}$$

#### - Caudales de diseño caserío Paraíso: sector Pedregal Alto

##### CÁLCULO DE LA DEMANDA PEDREGAL ALTO

###### DOTACIÓN DE CONSUMO:

###### 1) Dotación del Proyecto:

Sistema de Red de Alcatrillado, Zona Costa: 

DOT.	120
------	-----

 L/hab/día

###### 2) Coeficientes de Variación:

a).- COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIO, (CVD):

1.3

b).- COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA, (CVH):

2

c).- COEFICIENTE QPP:

1.25

###### 3) Cálculo de los Gastos:

### 3.1) Caudal Promedio (Qp) y Caudal Promedio con Pérdidas (Qpp):

Datos Básicos: Dotación = 120 L/hab/día  
Población = 49 Hab.

$$Q_p = \frac{\text{Población X Dotación}}{86400} = 0.0681 \text{ lt/sg}$$

$$Q_{pp} = Q_p * \text{Pérdida} = 0.0851 \text{ lt/sg}$$

### 3.2) Caudal Máximo Horario

$$Q_{mh} = Q_{pp} * 2 = 0.1701 \text{ lt/sg}$$

### 3.3) Caudal Máximo Diario

$$Q_{md} = Q_{pp} * 1.3 = 0.1106 \text{ lt/sg}$$

## Caudales de diseño caserío Paraíso: sector La Pampa

### CÁLCULO DE LA DEMANDA SECTOR LA PAMPA

#### DOTACIÓN DE CONSUMO:

##### 1) Dotación del Proyecto:

Sistema de Red de Alcatrillado, Zona Costa: 

DOT.	120
------	-----

 L/hab/día

##### 2) Coeficientes de Variación:

a).- COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIO, (CVD):	1.3
b).- COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA, (CVH):	2
c).- COEFICIENTE QPP:	1.25

##### 3) Cálculo de los Gastos:

### 3.1) Caudal Promedio (Qp) y Caudal Promedio con Pérdidas (Qpp):

Datos Básicos: Dotación = 120 L/hab/día  
Población = 158 Hab.

$$Q_p = \frac{\text{Población X Dotación}}{86400} = 0.2194 \text{ lt/sg}$$

$$Q_{pp} = Q_p * \text{Pérdida} = 0.2743 \text{ lt/sg}$$

### 3.2) Caudal Máximo Horario

$$Q_{mh} = Q_{pp} * 2 = 0.5486 \text{ lt/sg}$$

### 3.3) Caudal Máximo Diario

$$Q_{md} = Q_{pp} * 1.3 = 0.3566 \text{ lt/sg}$$

### 3.4.2.2. Demanda de agua potable de los sistemas

#### DEMANDA DE AGUA CASERÍO PARAÍSO: SECTOR PARAISO CENTRO

PARAMETROS DISEÑO		
DATOS TECNICOS	A. BASE	A. 1
N° de viviendas totales	30	32
N° de viviendas c/conexiones domiciliarias	0	32
N° de viviendas con piletas publicas	30	0
N.v.sin agua	0	0
Cob. Ap%	100.00%	100%
Densidad	3.97	3.97
Pob. Total	120	124
Pob. Abastecida con agua c/conex. Dom.	0	124
Pob. Abastecida con agua c/piletas publicas	120	0
Pob. Sin servicio de agua potable	0	0
Pob. Referencia total	120	124
Pob. Demandante potencial	0	0
pob. Demandante efectiva	120	124
N° de lotes Ed. I-P	0	0
N° de lotes Ed. Sec.	1	0
Posta Médica	1	1
Pob. Escolar I-P	0	0
Pob. Escolar Sec.	120	0
Perdidas fisicas(%)	35%	20%
consumo de agua por conex. Domiciliaria	0	120
consumo de agua por pileta publica	30	30
consumo de agua de Ed. I-P	0	0
consumo de agua de Ed. Sec.	25	0
consumo de Posta Médica	800	4000

Otros Consumos		
Posta	5	camas
Dotación del templo	800	lt/día/asiento
Institución Educativa	25	lt/alumno/día

DEMANDA DE AGUA CASERÍO PARAÍSO: SECTOR PARAISO CENTRO

TASA 1.50

DEMANDA DE AGUA

Qaforo 5 (l/s)

Tc 1.5 %

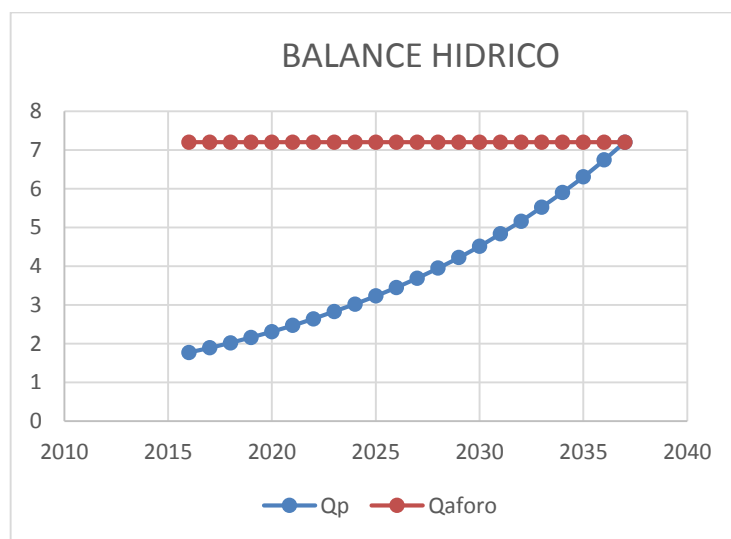
	METODO ARITMETICO				Poblacion Servida			Conexiones			N° de Viviendas		Conexiones			Total conex.	Consumo					Perdidas	Qpp	Qmd	
	AÑO	POBL.	N° viv.	Cobertura	CCD	Pileta	Total	Antiguas	Nuevas	Total	CCD	Pileta	IE-IP	IE-S	Locales		Domestico	Pileta	I - E	Locales	Total			k=1.5	k=2
BASE	2018	120	30	100%	0	120	120	30	0	30	0	30	0	1	1	32	0	0.0417	0.000289	0.009259	0.051	35%	0.07	0.11	0.14
0	2019	122	31	100%	0	122	122	31	0	31	0	31	0	0	1	32	0	0.0424	0.000289	0.009259	0.052	35%	0.07	0.11	0.14
1	2020	124	32	100%	124	0	124	0	32	32	32	0	0	0	1	33	0.172	0	0	0.046296	0.219	20%	0.26	0.39	0.52
2	2021	126	33	100%	126	0	126	0	33	33	33	0	0	0	1	34	0.175	0	0	0.046296	0.221	20%	0.27	0.41	0.54
3	2022	128	34	100%	128	0	128	0	34	34	34	0	0	0	1	35	0.178	0	0	0.046296	0.224	20%	0.27	0.41	0.54
4	2023	130	35	100%	130	0	130	0	35	35	35	0	0	0	1	36	0.181	0	0	0.046296	0.227	20%	0.27	0.41	0.54
5	2024	132	36	100%	132	0	132	0	36	36	36	0	0	0	1	37	0.183	0	0	0.046296	0.230	20%	0.28	0.42	0.56
6	2025	134	37	100%	134	0	134	0	37	37	37	0	0	0	1	38	0.186	0	0	0.046296	0.232	20%	0.28	0.42	0.56
7	2026	137	38	100%	137	0	137	0	38	38	38	0	0	0	1	39	0.190	0	0	0.046296	0.237	20%	0.28	0.42	0.56
8	2027	140	39	100%	140	0	140	0	39	39	39	0	0	0	1	40	0.194	0	0	0.046296	0.241	20%	0.29	0.44	0.58
9	2028	143	40	100%	143	0	143	0	40	40	40	0	0	0	1	41	0.199	0	0	0.046296	0.245	20%	0.29	0.44	0.58
10	2029	146	41	100%	146	0	146	0	41	41	41	0	0	0	1	42	0.203	0	0	0.046296	0.249	20%	0.3	0.45	0.6
11	2030	149	42	100%	149	0	149	0	42	42	42	0	0	0	1	43	0.207	0	0	0.046296	0.253	20%	0.3	0.45	0.6
12	2031	152	43	100%	152	0	152	0	43	43	43	0	0	0	1	44	0.211	0	0	0.046296	0.257	20%	0.31	0.47	0.62
13	2032	155	44	100%	155	0	155	0	44	44	44	0	0	0	1	45	0.215	0	0	0.046296	0.262	20%	0.31	0.47	0.62
14	2033	158	45	100%	158	0	158	0	45	45	45	0	0	0	1	46	0.219	0	0	0.046296	0.266	20%	0.32	0.48	0.64
15	2034	161	46	100%	161	0	161	0	46	46	46	0	0	0	1	47	0.224	0	0	0.046296	0.270	20%	0.32	0.48	0.64
16	2035	164	47	100%	164	0	164	0	47	47	47	0	0	0	1	48	0.228	0	0	0.046296	0.274	20%	0.33	0.5	0.66
17	2036	167	48	100%	167	0	167	0	48	48	48	0	0	0	1	49	0.232	0	0	0.046296	0.278	20%	0.33	0.5	0.66
18	2037	170	49	100%	170	0	170	0	49	49	49	0	0	0	1	50	0.236	0	0	0.046296	0.282	20%	0.34	0.51	0.68
19	2038	173	50	100%	173	0	173	0	50	50	50	0	0	0	1	51	0.240	0	0	0.046296	0.287	20%	0.34	0.51	0.68
20	2039	176	51	100%	176	0	176	0	51	51	51	0	0	0	1	52	0.244	0	0	0.046296	0.291	20%	0.35	0.53	0.7



## RESUMEN DE CAUDALES

	METODO ARITMETICO				
	AÑO	POBL.	N' viv.	Qp	Qaforo
<b>BASE</b>	2018	120	30	0.17	0.2
<b>0</b>	2019	122	31	0.17	0.2
<b>1</b>	2020	124	32	0.17	0.2
<b>2</b>	2021	126	33	0.18	0.2
<b>3</b>	2022	128	34	0.18	0.2
<b>4</b>	2023	130	35	0.18	0.2
<b>5</b>	2024	132	36	0.18	0.2
<b>6</b>	2025	134	37	0.19	0.2
<b>7</b>	2026	137	38	0.19	0.2
<b>8</b>	2027	140	39	0.19	0.2
<b>9</b>	2028	143	40	0.20	0.2
<b>10</b>	2029	146	41	0.20	0.2
<b>11</b>	2030	149	42	0.21	0.2
<b>12</b>	2031	152	43	0.21	0.2
<b>13</b>	2032	155	44	0.22	0.2
<b>14</b>	2033	158	45	0.22	0.2
<b>15</b>	2034	161	46	0.22	0.2
<b>16</b>	2035	164	47	0.23	0.2
<b>17</b>	2036	167	48	0.23	0.2
<b>18</b>	2037	170	49	0.24	0.2
<b>19</b>	2038	173	50	0.24	0.2
<b>20</b>	2039	176	51	0.24	0.2

## BALANCE HÍDRICO





## DEMANDA DE AGUA CASERÍO PARAÍSO: SECTOR PEDREGAL ALTO

PARAMETROS DISEÑO		
DATOS TECNICOS	A. BASE	A. 1
N° de viviendas totales	7	9
	0	9
N° de viviendas c/conexiones domiciliarias		
N° de viviendas con piletas publicas	7	0
N.v.sin agua	0	0
Cob. Ap%	100.00%	100%
Densidad	3.97	3.97
Pob. Total	28	30
Pob. Abastecida con agua c/conex. Dom.	0	30
Pob. Abastecida con agua c/piletas publicas	28	0
Pob. Sin servicio de agua potable	0	0
Pob. Referencia total	28	30
Pob. Demandante potencial	0	0
pob. Demandante efectiva	28	30
N° de lotes Ed. I-P	0	0
N° de lotes Ed. Sec.	0	0
Posta Médica	0	1
Pob. Escolar I-P	0	0
Pob. Escolar Sec.	0	0
Perdidas fisicas(%)	35%	20%
consumo de agua por conex. Domiciliaria	0	120
consumo de agua por pileta publica	30	30
consumo de agua de Ed. I-P	0	0
consumo de agua de Ed. Sec.	0	0
consumo de Posta Médica	0	0

Otros Consumos		
Posta	0	camas
Dotación del templo	0	lt/día/asiento
Institucion Educativa	0	lt/alumno/día

DEMANDA DE AGUA CASERÍO PARAÍSO: SECTOR PEDREGAL ALTO

TASA	1.50
------	------

DEMANDA DE AGUA
-----------------

Qaforo 4 (l/s)

Tc 1.50 %

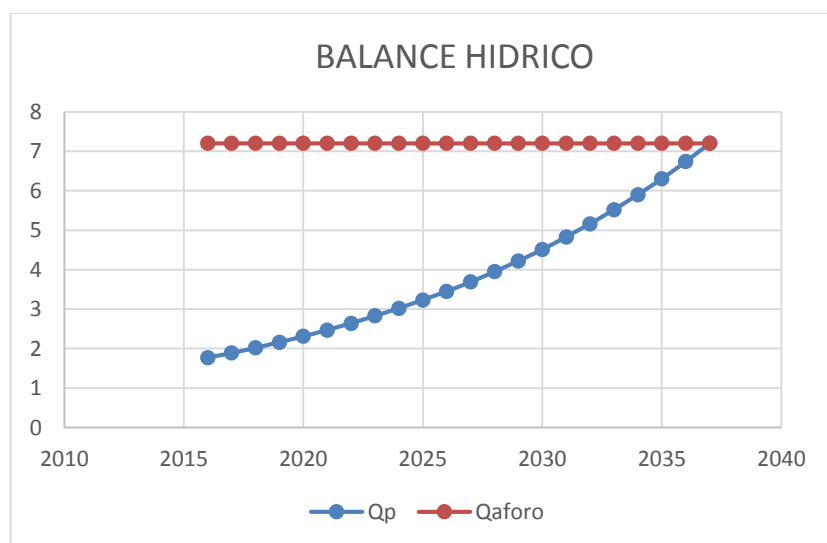
	METODO ARITMETICO				Poblacion Servida			Conexiones			N° de Viviendas		Conexiones			Total	Consumo					Perdidas	Qpp	Qmd	Qmh
	AÑO	POBL.	N° viv.	Cobertura	CCD	Pileta	Total	Antiguas	Nuevas	Total	CCD	Pileta	IE-IP	IE-S	Locales	conex.	Domestico	Pileta	I - E	Locales	Total			k=1.5	k=2
BASE	2018	28	7	100%	0	28	28	7	0	7	0	7	0	0	0	7	0	0.01	0	0	0.010	35%	0.01	0.02	0.02
0	2019	29	8	100%	0	29	29	8	0	8	0	8	0	0	0	8	0	0.01	0	0	0.010	35%	0.01	0.02	0.02
1	2020	30	9	100%	30	0	30	0	9	9	9	0	0	0	0	9	0.042	0	0	0	0.042	20%	0.05	0.08	0.1
2	2021	31	10	100%	31	0	31	0	10	10	10	0	0	0	0	10	0.043	0	0	0	0.043	20%	0.05	0.08	0.1
3	2022	32	11	100%	32	0	32	0	11	11	11	0	0	0	0	11	0.044	0	0	0	0.044	20%	0.05	0.08	0.1
4	2023	33	12	100%	33	0	33	0	12	12	12	0	0	0	0	12	0.046	0	0	0	0.046	20%	0.06	0.09	0.12
5	2024	34	13	100%	34	0	34	0	13	13	13	0	0	0	0	13	0.047	0	0	0	0.047	20%	0.06	0.09	0.12
6	2025	35	14	100%	35	0	35	0	14	14	14	0	0	0	0	14	0.049	0	0	0	0.049	20%	0.06	0.09	0.12
7	2026	36	15	100%	36	0	36	0	15	15	15	0	0	0	0	15	0.050	0	0	0	0.050	20%	0.06	0.09	0.12
8	2027	37	16	100%	37	0	37	0	16	16	16	0	0	0	0	16	0.051	0	0	0	0.051	20%	0.06	0.09	0.12
9	2028	38	17	100%	38	0	38	0	17	17	17	0	0	0	0	17	0.053	0	0	0	0.053	20%	0.06	0.09	0.12
10	2029	39	18	100%	39	0	39	0	18	18	18	0	0	0	0	18	0.054	0	0	0	0.054	20%	0.07	0.11	0.14
11	2030	40	19	100%	40	0	40	0	19	19	19	0	0	0	0	19	0.056	0	0	0	0.056	20%	0.07	0.11	0.14
12	2031	41	20	100%	41	0	41	0	20	20	20	0	0	0	0	20	0.057	0	0	0	0.057	20%	0.07	0.11	0.14
13	2032	42	21	100%	42	0	42	0	21	21	21	0	0	0	0	21	0.058	0	0	0	0.058	20%	0.07	0.11	0.14
14	2033	43	22	100%	43	0	43	0	22	22	22	0	0	0	0	22	0.060	0	0	0	0.060	20%	0.07	0.11	0.14
15	2034	44	23	100%	44	0	44	0	23	23	23	0	0	0	0	23	0.061	0	0	0	0.061	20%	0.07	0.11	0.14
16	2035	45	24	100%	45	0	45	0	24	24	24	0	0	0	0	24	0.063	0	0	0	0.063	20%	0.08	0.12	0.16
17	2036	46	25	100%	46	0	46	0	25	25	25	0	0	0	0	25	0.064	0	0	0	0.064	20%	0.08	0.12	0.16
18	2037	47	26	100%	47	0	47	0	26	26	26	0	0	0	0	26	0.065	0	0	0	0.065	20%	0.08	0.12	0.16
19	2038	48	27	100%	48	0	48	0	27	27	27	0	0	0	0	27	0.067	0	0	0	0.067	20%	0.08	0.12	0.16
20	2039	49	28	100%	49	0	49	0	28	28	28	0	0	0	0	28	0.068	0	0	0	0.068	20%	0.08	0.12	0.16



## RESUMEN DE CAUDALES

	METODO ARITMETICO				
	AÑO	POBL.	N' viv.	Qp	Qaforo
<b>BASE</b>	2018	28	7	0.04	0.07
<b>0</b>	2019	29	8	0.04	0.07
<b>1</b>	2020	30	9	0.04	0.07
<b>2</b>	2021	31	10	0.04	0.07
<b>3</b>	2022	32	11	0.04	0.07
<b>4</b>	2023	33	12	0.05	0.07
<b>5</b>	2024	34	13	0.05	0.07
<b>6</b>	2025	35	14	0.05	0.07
<b>7</b>	2026	36	15	0.05	0.07
<b>8</b>	2027	37	16	0.05	0.07
<b>9</b>	2028	38	17	0.05	0.07
<b>10</b>	2029	39	18	0.05	0.07
<b>11</b>	2030	40	19	0.06	0.07
<b>12</b>	2031	41	20	0.06	0.07
<b>13</b>	2032	42	21	0.06	0.07
<b>14</b>	2033	43	22	0.06	0.07
<b>15</b>	2034	44	23	0.06	0.07
<b>16</b>	2035	45	24	0.06	0.07
<b>17</b>	2036	46	25	0.06	0.07
<b>18</b>	2037	47	26	0.07	0.07
<b>19</b>	2038	48	27	0.07	0.07
<b>20</b>	2039	49	28	0.07	0.07

## BALANCE HÍDRICO



## DEMANDA DE AGUA CASERÍO PARAÍSO: SECTOR LA PAMPA

PARAMETROS DISEÑO		
DATOS TECNICOS	A. BASE	A. 1
	27	29
N° de viviendas totales		
N° de viviendas c/conexiones domiciliarias	0	29
N° de viviendas con piletas publicas	27	0
N.v.sin agua	0	0
Cob. Ap%	100.00%	100%
Densidad	3.97	3.97
Pob. Total	108	112
Pob. Abastecida con agua c/conex. Dom.	0	112
Pob. Abastecida con agua c/piletas publicas	108	0
Pob. Sin servicio de agua potable	0	0
Pob. Referencia total	108	112
Pob. Demandante potencial	0	0
pob. Demandante efectiva	108	112
N° de lotes Ed. I-P	0	0
N° de lotes Ed. Sec.	0	0
Posta Médica	0	1
Pob. Escolar I-P	0	0
Pob. Escolar Sec.	0	0
Perdidas fisicas(%)	35%	20%
consumo de agua por conex. Domiciliaria	0	120
consumo de agua por pileta publica	30	30
consumo de agua de Ed. I-P	0	0
consumo de agua de Ed. Sec.	0	0
consumo de Posta Médica	0	0

Otros Consumos		
Posta	0	camas
Dotación del templo	0	lt/día/asiento
Institucion Educativa	0	lt/alumno/día

DEMANDA DE AGUA CASERÍO PARAÍSO: SECTOR LA PAMPA

TASA 1.50

DEMANDA DE AGUA

Qaforo 4 (l/s)

Tc 1.5 %

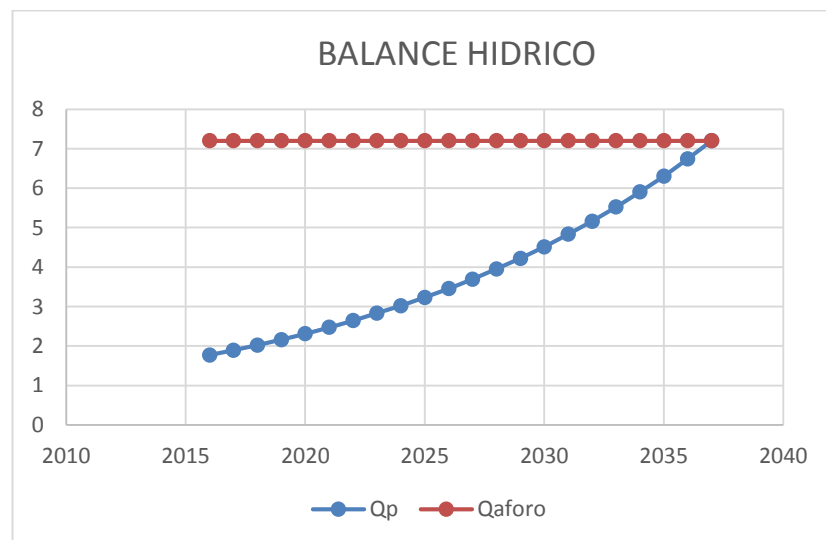
	METODO ARITMETICO				Poblacion Servida			Conexiones			N° de Viviendas		Conexiones			Total conex.	Consumo					Perdidas	Qpp	Qmd		Qmh
	AÑO	POBL.	N° viv.	Cobertura	CCD	Pileta	Total	Antiguas	Nuevas	Total	CCD	Pileta	IE-IP	IE-S	Locales		Domestico	Pileta	I - E	Locales	Total			k=1.5	k=2	
BASE	2018	108	27	100%	0	108	108	27	0	27	0	27	0	0	0	27	0	0.0375	0	0	0.038	35%	0.05	0.08	0.1	
0	2019	110	28	100%	0	110	110	28	0	28	0	28	0	0	0	28	0	0.0382	0	0	0.038	35%	0.05	0.08	0.1	
1	2020	112	29	100%	112	0	112	0	29	29	29	0	0	0	0	29	0.156	0	0	0	0.156	20%	0.19	0.29	0.38	
2	2021	114	30	100%	114	0	114	0	30	30	30	0	0	0	0	30	0.158	0	0	0	0.158	20%	0.19	0.29	0.38	
3	2022	116	31	100%	116	0	116	0	31	31	31	0	0	0	0	31	0.161	0	0	0	0.161	20%	0.19	0.29	0.38	
4	2023	118	32	100%	118	0	118	0	32	32	32	0	0	0	0	32	0.164	0	0	0	0.164	20%	0.2	0.3	0.4	
5	2024	120	33	100%	120	0	120	0	33	33	33	0	0	0	0	33	0.167	0	0	0	0.167	20%	0.2	0.3	0.4	
6	2025	122	34	100%	122	0	122	0	34	34	34	0	0	0	0	34	0.169	0	0	0	0.169	20%	0.2	0.3	0.4	
7	2026	124	35	100%	124	0	124	0	35	35	35	0	0	0	0	35	0.172	0	0	0	0.172	20%	0.21	0.32	0.42	
8	2027	126	36	100%	126	0	126	0	36	36	36	0	0	0	0	36	0.175	0	0	0	0.175	20%	0.21	0.32	0.42	
9	2028	128	37	100%	128	0	128	0	37	37	37	0	0	0	0	37	0.178	0	0	0	0.178	20%	0.21	0.32	0.42	
10	2029	130	38	100%	130	0	130	0	38	38	38	0	0	0	0	38	0.181	0	0	0	0.181	20%	0.22	0.33	0.44	
11	2030	132	39	100%	132	0	132	0	39	39	39	0	0	0	0	39	0.183	0	0	0	0.183	20%	0.22	0.33	0.44	
12	2031	134	40	100%	134	0	134	0	40	40	40	0	0	0	0	40	0.186	0	0	0	0.186	20%	0.22	0.33	0.44	
13	2032	137	41	100%	137	0	137	0	41	41	41	0	0	0	0	41	0.190	0	0	0	0.190	20%	0.23	0.35	0.46	
14	2033	140	42	100%	140	0	140	0	42	42	42	0	0	0	0	42	0.194	0	0	0	0.194	20%	0.23	0.35	0.46	
15	2034	143	43	100%	143	0	143	0	43	43	43	0	0	0	0	43	0.199	0	0	0	0.199	20%	0.24	0.36	0.48	
16	2035	146	44	100%	146	0	146	0	44	44	44	0	0	0	0	44	0.203	0	0	0	0.203	20%	0.24	0.36	0.48	
17	2036	149	45	100%	149	0	149	0	45	45	45	0	0	0	0	45	0.207	0	0	0	0.207	20%	0.25	0.38	0.5	
18	2037	152	46	100%	152	0	152	0	46	46	46	0	0	0	0	46	0.211	0	0	0	0.211	20%	0.25	0.38	0.5	
19	2038	155	47	100%	155	0	155	0	47	47	47	0	0	0	0	47	0.215	0	0	0	0.215	20%	0.26	0.39	0.52	
20	2039	158	48	100%	158	0	158	0	48	48	48	0	0	0	0	48	0.219	0	0	0	0.219	20%	0.26	0.39	0.52	



## RESUMEN DE CAUDALES

	METODO ARITMETICO				
	AÑO	POBL.	N° viv.	Qp	Qaforo
<b>BASE</b>	2018	108	27	0.15	0.22
<b>0</b>	2019	110	28	0.15	0.22
<b>1</b>	2020	112	29	0.16	0.22
<b>2</b>	2021	114	30	0.16	0.22
<b>3</b>	2022	116	31	0.16	0.22
<b>4</b>	2023	118	32	0.16	0.22
<b>5</b>	2024	120	33	0.17	0.22
<b>6</b>	2025	122	34	0.17	0.22
<b>7</b>	2026	124	35	0.17	0.22
<b>8</b>	2027	126	36	0.18	0.22
<b>9</b>	2028	128	37	0.18	0.22
<b>10</b>	2029	130	38	0.18	0.22
<b>11</b>	2030	132	39	0.18	0.22
<b>12</b>	2031	134	40	0.19	0.22
<b>13</b>	2032	137	41	0.19	0.22
<b>14</b>	2033	140	42	0.19	0.22
<b>15</b>	2034	143	43	0.20	0.22
<b>16</b>	2035	146	44	0.20	0.22
<b>17</b>	2036	149	45	0.21	0.22
<b>18</b>	2037	152	46	0.21	0.22
<b>19</b>	2038	155	47	0.22	0.22
<b>20</b>	2039	158	48	0.22	0.22

## BALANCE HÍDRICO





### **3.5. Diseño del sistema de agua potable**

#### **3.5.1. Captaciones**

##### **3.5.1.1. Mantenimiento de Captaciones**

En el presente proyecto se ha considera dar mantenimiento correctivo a la captación de cada sector, debido a que cuenta con estructura de captación. No obstante, carecen de cerco perimétrico; por ello se considera dentro del presupuesto la construcción de los cercos perimétricos para cada captación.

Caserío Paraíso: sector Paraíso Centro

- Mantenimiento de Captación Existente: CAP-01
- Construcción de cerco perimétrico.

Caserío Paraíso: sector Pedregal Alto

- Mantenimiento de Captación Existente: CAP-02
- Construcción de cerco perimétrico.

Caserío Paraíso: sector La Pampa

- Mantenimiento de Captación Existente: CAP-03
- Construcción de cerco perimétrico.

### **Actividades que comprende el mantenimiento correctivo de una captación**

Una de las actividades para dar inicio al mantenimiento correctivo de una captación es la limpieza de terreno. Esta actividad comprende los trabajos de limpieza inicial de forma manual, que permita deshacernos de todo tipo de obstáculos como rocas y malezas del área colindante a la captación, además de realizar un aseo al canal de escurrimiento y la salida de la tubería de desagüe. Todas estas actividades antes mencionadas se realizan externamente. La limpieza interna consta de la eliminación de sedimentos que se acumulan en el fondo de la estructura, desinfectando de manera que eliminemos todos los microbios que puedan quedar.

Actividad siguiente, se considera el tarrajeo interior con impermeabilizante y el tarrajeo en exteriores con el fin de vestir a la estructura, para lograr una zona de protección y que tenga un mejor aspecto por ello se considera también la aplicación de pintura en la estructura. Además, se considera el cambio de todos los accesorios de la caja de válvulas, para garantizar un buen funcionamiento de la estructura.

### 3.5.2. Línea de conducción

Las líneas de conducción para estos sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad se conforman por distintas estructuras (tuberías, válvulas, cámaras rompe presión, accesorios, etc.), que contribuyen a la conducción del caudal captado hasta la estructura de reserva. La ruta que siguen las tuberías de la conducción de cada sistema es según la topografía del terreno manteniendo una pendiente adecuada para la caída de agua por gravedad y el lograr el menor gasto posible.

#### 3.5.2.1. Criterios de diseño

- **Carga disponible**

Es la diferencia de niveles de un tramo, en el caso de este proyecto el tramo es de la estructura de captación al reservorio; la carga disponible sería la diferente de cota a cota respectivamente.

- **Gasto de diseño**

El gasto de diseño debe transportar como mínimo el caudal máximo diario (Qmd).

- **Clase de tubería**

La clase de tubería dependerá de las máximas presiones que ocurran en la tubería, que está representada por la línea de gradiente hidráulica y el material más óptimo para redes de agua potable es el PVC.

- **Línea de gradiente hidráulica**

Esta línea (L.G.H.) indica la presión de agua a lo largo de la tubería bajo condiciones de operatividad, y se calcula como una sumatoria de la cota del terreno más la presión del tramo.

### 3.5.2.2. Diseño de la línea de conducción sector Paraíso Centro

## DETERMINACIÓN DEL DIAMETRO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN SECTOR PARAÍSO CENTRO

### PRIMER TRAMO DE CAPTACIÓN 01 A CRP T6-01

#### DATOS DE DISEÑO

Caudal máximo diario (Qmd) =	0.3972	lps
Longitud de la Línea =	1710.900	mt
Constante de "C" Hazen y Williams =	150.00	
Cota de Salida en Captación =	3607.00	msnm
Cota de Llegada a CRP - 01 =	3562.00	msnm

Accesorios Línea.	Cantidad	Long. Equiv.	Long. Total
Codos de PVC 11.25° =	18	0.38	6.75
Codos de PVC 22.50° =	7	0.75	5.25
Codos de PVC 45° =	0	1.50	0.00
Codos de PVC 90° =	0	3.40	0.00
V.Aire	2	17.00	34.00
V.Purga	2	17.00	34.00
			80.00

#### PARAMETROS DE DISEÑO OBTENIDOS

Según Bresse:

Diámetro Econ. de la Línea (propuesto)	27.9	mm
Diámetro Nominal de la Línea (seleccionado) =	40.00	mm
Diámetro interior en base a diámetro comercial Clase 10	36.20	
Pérdida de Carga	8.78	mt
Velocidad	0.400	m/s
Presión de llegada a C.R.P N°01	36.22	m.c.a.

DIÁMETRO DE TUB PVC C10- DN 1 1/2"- 1 710.90 m

## SEGUNDO TRAMO DE CRP T6-01 A RAE-01

### DATOS DE DISEÑO

Caudal máximo diario (Qmd) =	0.3972	lps
Longitud de la Línea =	1226.230	mt
Constante de "C" Hazen y Williams =	150.00	
Cota de Salida en CRP-01n =	3562.00	msnm
Cota de Llegada a RAE-01 =	3526.00	msnm

Accesorios Línea.	Cantidad	Long. Equiv.	Long. Total
Codos de PVC 11.25° =	6	0.38	2.25
Codos de PVC 22.50° =	2	0.75	1.50
Codos de PVC 45° =	0	1.50	0.00
Codos de PVC 90° =	0	3.40	0.00
V.Aire	1	17.00	17.00
V.Purga	1	17.00	17.00
			37.75

### PARAMETROS DE DISEÑO OBTENIDOS

Según Bresse:

Diámetro Econ. de la Línea (propuesto)	27.9	mm
Diámetro Nominal de la Línea (seleccionado) =	32.00	mm
<i>Diámetro interior en base a diámetro comercial Clase 10</i>	27.20	
Pérdida de Carga	24.92	mt
Velocidad	0.66	m/s
Presión de Llegada a RAE -01	11.08	m.c.a.

DIÁMETRO DE TUB PVC C10- DN 1"- 1 226.30 m

### 3.5.2.3. Diseño de la línea de conducción sector Pedregal Alto

## DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN SECTOR PEDREGAL ALTO

### PRIMER TRAMO DE CAPTACIÓN 02 A RAP - 01

#### DATOS DE DISEÑO

Caudal máximo diario (Qmd) =	0.1106	lps
Longitud de la Línea =	61.930	mt
Constante de "C" Hazen y Williams =	150.00	
Cota de Salida en Captación =	3543.00	msnm
Cota de Llegada a RAP - 01 =	3535.00	msnm

Accesorios Línea.	Cantidad	Long. Equiv.	Long. Total
Codos de PVC 11.25° =	0	0.38	0.00
Codos de PVC 22.50° =	0	0.75	0.00
Codos de PVC 45° =	0	1.50	0.00
Codos de PVC 90° =	0	3.40	0.00
V.Aire	0	17.00	0.00
V.Purga	0	17.00	0.00
			0.00

#### PARAMETROS DE DISEÑO OBTENIDOS

Según Bresse:

Diámetro Econ. de la Línea (propuesto)	15.7	mm
Diámetro Nominal de la Línea (seleccionado) =	25.00	mm
<i>Diámetro interior en base a diámetro comercial Clase 10</i>	22.60	
Pérdida de Carga	0.28	mt
Velocidad	0.30	m/s
Presión de llegada a RAP - 01	7.72	m.c.a.

DIÁMETRO DE TUB PVC C10- DN 3/4"- 61.93 m

### 3.5.2.4. Diseño de la línea de conducción sector La Pampa

## DETERMINACIÓN DEL DIAMETRO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN SECTOR LA PAMPA

### PRIMER TRAMO DE CAPTACIÓN 03 A RAP - 02

#### DATOS DE DISEÑO

Caudal máximo diario (Qmd) =	<input type="text" value="0.3566"/>	lps
Longitud de la Línea =	<input type="text" value="117.020"/>	mt
Constante de "C" Hazen y Williams =	<input type="text" value="150.00"/>	
Cota de Salida en Captación =	<input type="text" value="3488.00"/>	msnm
Cota de Llegada a RAP -02 =	<input type="text" value="3464.00"/>	msnm

Accesorios Línea.	Cantidad	Long. Equiv.	Long. Total
Codos de PVC 11.25° =	0	0.38	0.00
Codos de PVC 22.50° =	0	0.75	0.00
Codos de PVC 45° =	0	1.50	0.00
Codos de PVC 90° =	0	3.40	0.00
V.Aire	0	17.00	0.00
V.Purga	0	17.00	0.00
			0.00

#### PARAMETROS DE DISEÑO OBTENIDOS

Según Bresse:		mm
Diámetro Econ. de la Línea (propuesto)	<input type="text" value="26.6"/>	
Diámetro Nominal de la Línea (seleccionado) =	<input type="text" value="32.00"/>	mm
<i>Diámetro interior en base a diámetro comercial Clase 10</i>	<input type="text" value="27.20"/>	
Pérdida de Carga	<input type="text" value="1.89"/>	mt
Velocidad	<input type="text" value="0.60"/>	m/s
Presión de Llegada a RAP - 02	<input type="text" value="22.11"/>	m.c.a.

DIÁMETRO DE TUB PVC C10- DN 1"- 117.02 m

## RESUMEN DE LAS LINEAS DE CONDUCCION

LINEAS DE CONDUCCION - SISTEMA 01															
LABEL	LONGITUD (m)	NODO INICIAL	NODO FINAL	COTA INICIAL	COTA FINAL	DIAMETRO (Pulg)	Mate rial	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	C.G.H inicial (msnm)	C.G.H final (msnm)	perdida de carga	Presion inicial (m.c.a)	Presion final (m.c.a)
TRAMO-01	1710.90	CAP-01	CRP-01	3607.00	3562.00	1.5	PVC	150.00	0.397	0.40	3,607.00	3,598.22	8.78	0.00	36.22
TRAMO-02	1226.23	CAP-01	RAE-01	3562.00	3526.00	1.0	PVC	150.00	0.397	0.66	3,562.00	3,537.08	24.92	0.00	11.08

LINEAS DE CONDUCCION - SISTEMA 02															
LABEL	LONGITUD (m)	NODO INICIAL	NODO FINAL	COTA INICIAL	COTA FINAL	DIAMETRO (Pulg)	Mate rial	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	C.G.H inicial (msnm)	C.G.H final (msnm)	perdida de carga	Presion inicial (m.c.a)	Presion final (m.c.a)
TRAMO-01	61.93	CAP-01	RAP-01	3543.00	3535.00	3/4	PVC	150.00	0.111	0.30	3,543.00	3,542.72	0.28	0.00	7.72

LINEAS DE CONDUCCION - SISTEMA 03															
LABEL	LONGITUD (m)	NODO INICIAL	NODO FINAL	COTA INICIAL	COTA FINAL	DIAMETRO (Pulg)	Mate rial	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	C.G.H inicial (msnm)	C.G.H final (msnm)	perdida de carga	Presion inicial (m.c.a)	Presion final (m.c.a)
TRAMO-01	117.02	CAP-01	RAP-02	3488.00	3464.00	1.0	PVC	150.00	0.357	0.60	3,488.00	3,486.11	1.89	0.00	22.11



### 3.5.3. Reservoirio de almacenamiento

Para el presente proyecto solo se diseñarán 2 reservorios apoyados en los sectores Pedregal Alto y La Pampa, puesto que el sector de Paraíso Centro cuenta con un reservorio de 9m<sup>3</sup> de capacidad que satisface la demanda de la población del sector, al cual se le dará un mantenimiento. El presente cuadro indica la proyección de reservorios y los trabajos a considerar en el presupuesto.

**Cuadro 11.** Código de Reservorios

RESERVORIOS			
CÓDIGO	CONDICIÓN	SECTOR	CAPACIDAD
RAE - 01	Existente	Paraíso Centro	9m <sup>3</sup>
RAP - 01	Proyectado	Pedregal Alto	5m <sup>3</sup>
RAP - 02	Proyectado	La Pampa	8m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

#### 3.5.3.1. Consideraciones básicas

- **Capacidad de Reservoirio**

Durante el diseño del reservorio es necesario tener en cuenta la compensación del servicio durante variaciones horarias, emergencias de incendios, previsión de interrupciones del servicio. En este caso no se considerará volumen contra incendio porque la población es menor a 10 000 habitantes.

- **Tipo de reservorio**

Depende de la cantidad de población, pero se opta por un reservorio apoyado rectangular por ser de bajo costo y una población mediana.

- **Ubicación del reservorio**

Se tendrá en cuenta la cota de terreno de la vivienda con mayor altitud de la población, ubicando el reservorio de manera estratégica a mayor cota que dicha vivienda para garantizar la caída de agua a la presión mínima y el buen servicio.

### 3.5.3.2. Cálculo de Capacidad del Reservorio

#### DIMENSIONAMIENTO DEL RESERVORIO PEDREGAL ALTO - RAP - 01

##### Volumen de Almacenamiento

Para el Volumen de Almacenamiento no se considerará el Volumen Contra Incendio, ya que el RNE OS 100 establece que no es obligatorio considerarlo en poblaciones menores a 10 000 habitantes.

$$\text{Vol. Almacenamiento} = \text{Vol Regulación} + \text{Vol Reserva}$$

##### Volumen de Regulación

Para calcular el Volumen de Regulación se usará el Qpp, para un suministro de abastecimiento de la fuente de 24 horas. Se utilizará un porcentaje de regulación continua de 20%. Como lo establece la "Guía de orientación para Elaboración de Expedientes técnicos de proyectos de Saneamiento".

Datos		
Qpp	0.0851	Lts/seg
Porcentaje	20.00	%
Factor de Convs.	86.40	
<b>Vol Regulación</b>	<b>1.47</b>	<b>m3</b>

##### Volumen de Reserva

Datos		
Qpp	0.0851	Lts/seg
Tiempo	6.00	Horas
Factor de Convs.	3.60	seg
<b>Vol Reserva</b>	<b>1.84</b>	<b>m3</b>

<i>Vol. Almacenamiento</i> =	<b>3.31</b>	<b>m3</b>
------------------------------	-------------	-----------

Entonces asumimos como Volumen de Almacenamiento del Reservorio de Agua Potable

<i>Vol. Almacenamiento</i> =	<b>5.00</b>	<b>m3</b>
------------------------------	-------------	-----------

## Dimensiones internas del reservorio

Para calcular el diametro del reservorio se considerará 6m

$$Vol = \frac{hD^2\pi}{4}$$

Datos	
Área (3.5*3.5)	4.00
Volumen (Vol)	5.00
Altura (h)	1.25

Asumir un lado interior de:  
Asumir una Altura de:

2.00 m
1.25 m (sin Borde libre)

## Tubería de desagüe

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

Para calcular este diámetro se aplicará el teorema de torricelli

$$v = Cd \times ( 2 \times g \times h ) ^{0.5}$$

donde:

- v velocidad de salida de la tubería de desagüe
- g aceleración de la gravedad (9.81m/s)
- h carga hidráulica (m)
- Cd coeficiente de descarga (0.585)

Caudal

$$Q = v \times A$$

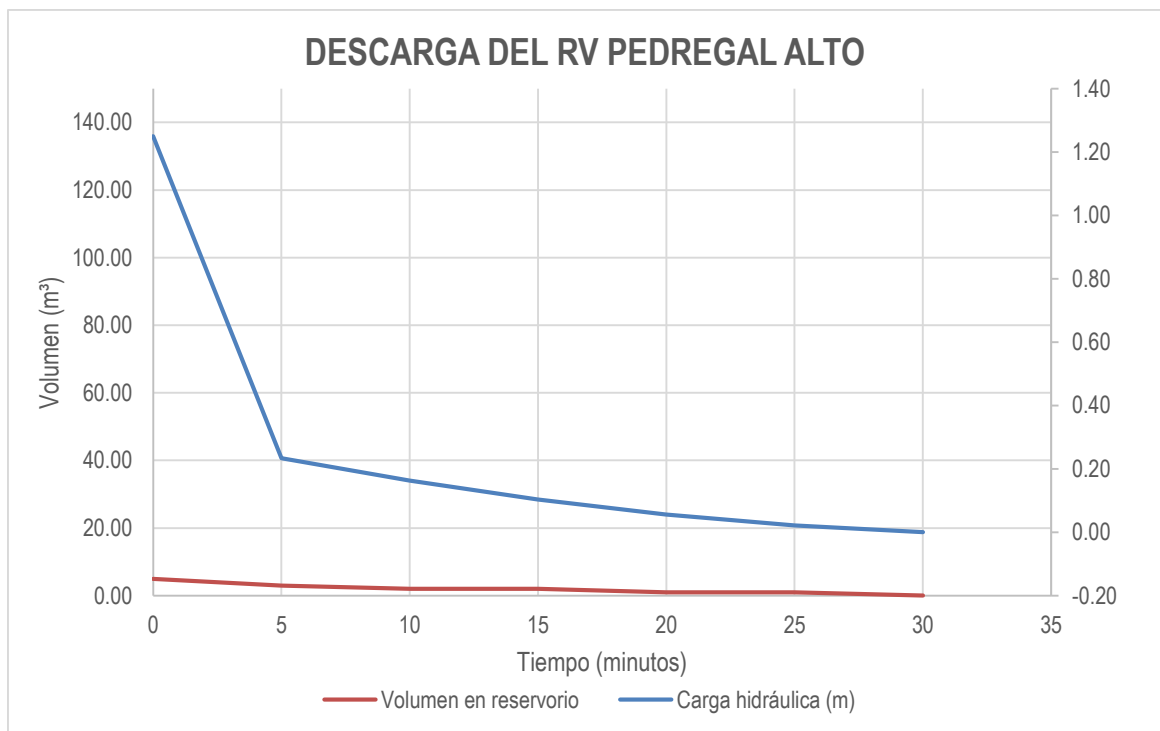
donde:

- v velocidad del agua en punto de desagüe
- A área de la sección transversal de la tubería de desagüe

Datos	
DN asumido (mm)	63.00
Área (m <sup>2</sup> )	0.0024

Tiempo (horas)	Tiempo (min)	Carga hidráulica (m)	Velocidad de salida (m/s)	Caudal de salida (m <sup>3</sup> /s)	Volumen descargado	Volumen restante	Volumen en reservorio
0.00	0	1.25	0.00	0.000	0.00	5.00	5.00
0.08	5	0.23	2.90	0.007	2.06	2.94	3.00
0.17	10	0.16	1.25	0.003	0.89	2.04	2.00
0.25	15	0.10	1.04	0.002	0.74	1.30	2.00
0.33	20	0.06	0.83	0.002	0.59	0.70	1.00
0.42	25	0.02	0.61	0.001	0.44	0.27	1.00
0.50	30	0.00	0.38	0.001	0.27	0.00	0.00

Se asumió una tubería de DN 63 mm y el tiempo de vaciado es de 30 minutos, menor a lo que indica el reglamento.



## DIMENSIONAMIENTO DEL RESERVORIO LA PAMPA- RAP - 02

### Volumen de Almacenamiento

Para el Volumen de Almacenamiento no se considerará el Volumen Contra Incendio, ya que el RNE OS 100 establece que no es obligatorio considerarlo en poblaciones menores a 10 000 habitantes.

$$\text{Vol. Almacenamiento} = \text{Vol Regulación} + \text{Vol Reserva}$$

### Volumen de Regulación

Para calcular el Volumen de Regulación se usará el Qpp, para un suministro de abastecimiento de la fuente de 24 horas.

Se utilizará un porcentaje de regulación continua de 20%. Como lo establece la "Guía de orientación para Elaboración de Expedientes técnicos de proyectos de Saneamiento".

Datos		
Qpp	0.2740	Lts/seg
Porcentaje	20.00	%
Factor de Convs.	86.40	
<b>Vol Regulación</b>	<b>4.73</b>	<b>m3</b>

### Volumen de Reserva

Datos		
Qpp	0.2740	Lts/seg
Tiempo	2.50	Horas
Factor de Convs.	3.60	seg
<b>Vol Reserva</b>	<b>2.47</b>	<b>m3</b>

<i>Vol. Almacenamiento</i> =	<b>7.20</b>	<b>m3</b>
------------------------------	-------------	-----------

Entonces asumimos como Volumen de Almacenamiento del Reservoirio de Agua Potable

<i>Vol. Almacenamiento</i> =	<b>8.00</b>	<b>m3</b>
------------------------------	-------------	-----------

## Dimensiones internas del reservorio

Para calcular el diametro del reservorio se considerará 6m

$$Vol = \frac{hD^2\pi}{4}$$

Datos	
Area (3.5*3.5)	6.25
Volumen (Vol)	8.00
Altura (h)	1.28

Asumir un lado interior de:

Asumir una Altura de:

<b>2.50 m</b>	(sin Borde libre)
<b>1.30 m</b>	

## Tubería de desagüe

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

Para calcular este diámetro se aplicará el teorema de torricelli

$$v = Cd \times ( 2 \times g \times h ) ^{ 0.5 }$$

donde:

- v velocidad de salida de la tubería de desagüe
- g aceleración de la gravedad (9.81m/s)
- h carga hidráulica (m)
- Cd coeficiente de descarga (0.585)

Caudal

$$Q = v \times A$$

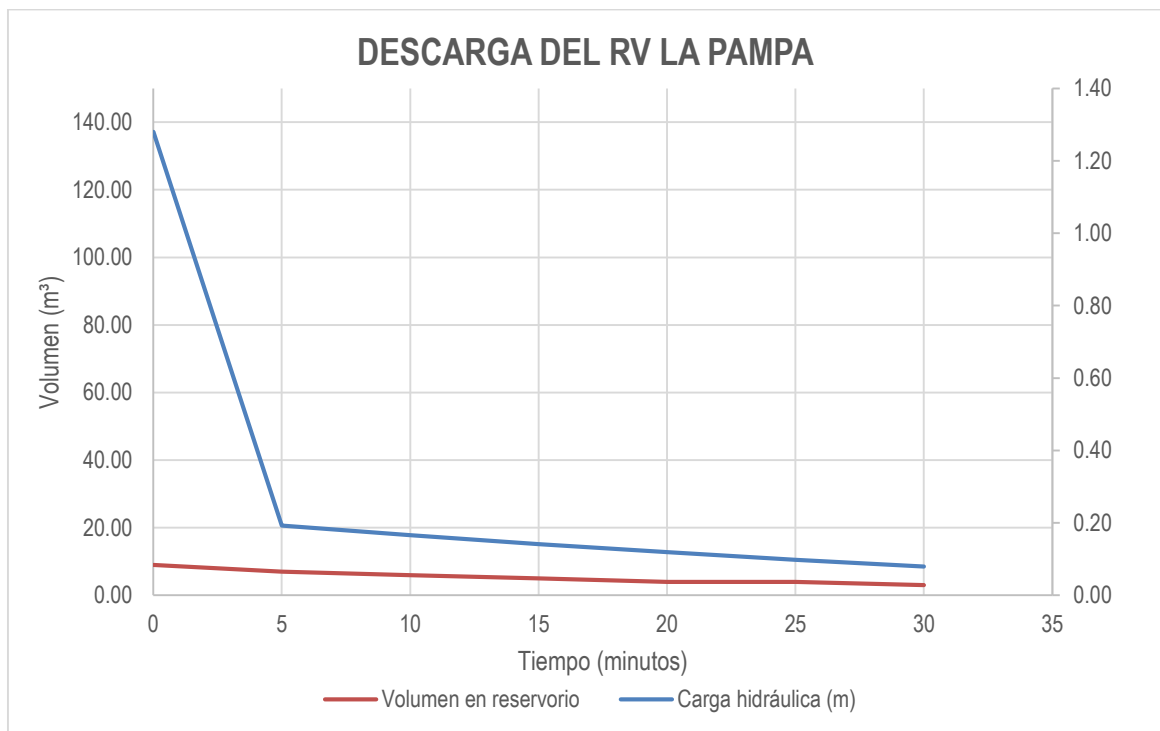
donde:

- v velocidad del agua en punto de desagüe
- A área de la sección transversal de la tubería de desagüe

Datos	
DN asumido (mm)	63.00
Área (m <sup>2</sup> )	0.0024

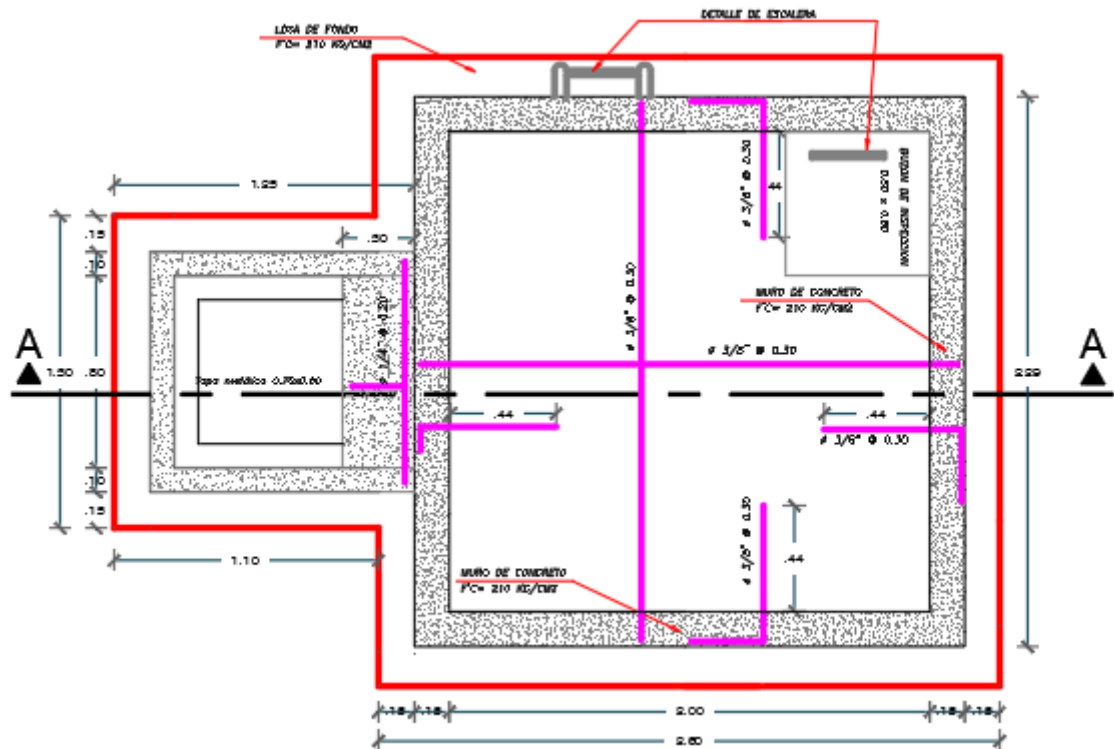
Tiempo (horas)	Tiempo (min)	Carga hidráulica (m)	Velocidad de salida (m/s)	Caudal de salida (m <sup>3</sup> /s)	Volumen descargado	Volumen restante	Volumen en reservorio
0.00	0	1.28	0.00	0.000	0.00	8.00	9.00
0.08	5	0.19	2.93	0.007	2.09	5.91	7.00
0.17	10	0.17	1.14	0.003	0.81	5.10	6.00
0.25	15	0.14	1.06	0.003	0.75	4.35	5.00
0.33	20	0.12	0.98	0.002	0.70	3.65	4.00
0.42	25	0.10	0.89	0.002	0.64	3.01	4.00
0.50	30	0.08	0.81	0.002	0.58	2.44	3.00

Se asumió una tubería de DN 63 mm y el tiempo de vaciado es de 30 minutos, menor a lo que indica el reglamento.



### 3.5.3.3. Diseño Estructural del reservorio

#### DISEÑO DEL RESERVORIO RECTANGULAR (MET. DE PORTLAND CEMENT ASSOCIATION) PEDREGAL ALTO RAP - 01 - 5M3



#### 1. DIMENSIONAMIENTO RAP-01 5M3

DESCRIPCION	VALOR
Volumen de Reservorio (m <sup>3</sup> )	5
Borde libre adoptado (m)	0.20
Altura de agua sugerida	1.08
Altura de agua adoptada (m)	1.25
Long. Int. Paredes predimensionada:	2.15
Long. Int. Paredes Adoptado (m)	2.00
Relación altura/ancho	0.63
Volumen Resultante (m <sup>3</sup> )	5.00

#### 2. ESPECIFICACIONES TECNICAS

DESCRIPCION	VALOR
Resistencia del Concreto f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	280
Resistencia del Acero f'y (Kg/cm <sup>2</sup> )	4200
Recubrimiento mínimo losa superior (cms)	2
Recubrimiento mínimo losa de fondo (cms)	4
Recubrimiento mínimo muros (cms)	2



### 3. DISEÑO DE PAREDES

DESCRIPCION	REFUERZO VERT.	REFUERZO HORIZ.
Relación Ancho/Altura agua	1.60	1.60
<b>Max. Coef. Absoluto de Momento</b>	<b>0.086</b>	<b>0.062</b>
Máx. Momento Absoluto (Kg-m)	168.75	121.09
<i>Espesor predimensionado (cms)</i>	<b>8.4</b>	<b>7.1</b>
<b>Espesor adoptado (cms)</b>	<b>15</b>	15
Espesor Util d	13	13
fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	900	900
Relación modular n	8	8
fc (kg/cm <sup>2</sup> )	126	126
$k=1+(fs/(nfc))$	0.528	0.528
$j=1-(k/3)$	0.824	0.824
Area de acero requerido (cm <sup>2</sup> )	1.75	1.26
Acero mínimo (cm <sup>2</sup> )	3.63	3.63
<b>Acero adoptado (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>3.63</b>	<b>3.63</b>
Distribución de Acero con 1/4" (cms)	8.8	8.8
Distribución de Acero con 3/8" (cms)	19.6	19.6
Distribución de Acero con 1/2"	35.6	35.6
<b>Diámetro adoptado (pulgadas)</b>	<b>3/8</b>	<b>3/8</b>
<b>Distribución As Adoptada (cms)*</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
Area de varilla adoptada	0.71	0.71
Long. desarr. básica por área vlla. (cms)	11	11
Long. desarr. básica por diám. vlla. (cms)	24	24
Long. de desarrollo mínima (cms)	30	30
<b>Long. mín de desarrollo adoptada (cms)</b>	<b>30</b>	<b>30</b>

\* Para espesores de muro > ó = a 20 cms. se distribuirá el acero en las dos caras del muro.

#### 4. DISEÑO DE LOSA DE TECHO

DESCRIPCION	VALOR
Luz de cálculo (m)	2.15
<b>Espesor predimensionado (cm)</b>	<b>6.0</b>
<b>Espesor adoptado (cm)</b>	<b>10</b>
Peso propio losa (Kg/m <sup>2</sup> )	240
Carga viva (Kg/m <sup>2</sup> )	150
Carga sobre losa (Kg/m <sup>2</sup> )	390.00
Momento Actuante Positivo(Kg-m)	64.90
Momento Actuante Negativo(Kg-m)	21.63
R	27.42
Espesor útil	1.5
Esp. útil adoptado diseño (cm) - Chequeo	8
<b>CALCULO DEL As(+) (Abajo)</b>	
Acero positivo requerido (cm <sup>2</sup> )	0.66
Acero positivo mínimo (cm <sup>2</sup> )	2.23
<b>Acero positivo adoptado (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>2.23</b>
Distribución de Acero con 1/4" (cms)	14.3
Distribución de Acero con 3/8"	31.8
Distribución de Acero con 1/2"	57.8
<b>Diámetro adoptado (pulgadas)</b>	<b>3/8</b>
<b>Dist. As Adoptada (cms)</b>	<b>30</b>
Area de varilla adoptada	0.71
Long. desarr. básica por área vlla. (cms)	11
Long. desarr. básica por diám. vlla. (cms)	24
Long. de desarrollo mínima (cms)	30
<b>Long. mín de desarrollo adoptada (cms)</b>	<b>30</b>
Long. mín. gancho (cms)	18.10
Long. mín gancho por diám. (cms)	7.62
Long. gancho mínima (cms)	15
<b>Long. de gancho adoptada (cms)</b>	<b>30</b>
<b>CALCULO DEL As(-) (Arriba)</b>	
Area de Acero negativo (cm <sup>2</sup> )	0.22
Acero negativo mínimo (cm <sup>2</sup> )	2.23
<b>Acero negativo adoptado (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>2.23</b>
Distribución de Acero con 1/4" (cms)	14.3
Distribución de Acero con 3/8"	31.8
Distribución de Acero con 1/2"	57.8
<b>Diámetro adoptado (pulgadas)</b>	<b>3/8</b>
<b>Dist. As Adoptada (cms)</b>	<b>30</b>
CALC. DE LONG. DEL As(-)	
Coeficiente a	74.88
Coeficiente b	-64.90
y	0.00
x	0.93
Longitud predimensionada de As(-)* (cms)	14
<b>Longitud adotada de As(-) (cms)</b>	<b>30</b>

\*Medida desde el borde interior de muro al extremo interior de la varilla

## 5. DISEÑO DE LOSA DE FONDO

DESCRIPCION	VALOR
Luz de cálculo	2.15
<b>Espesor adoptado (cm)</b>	<b>15</b>
Peso propio losa (Kg/m <sup>2</sup> )	360.00
Peso de Agua (Kg/m <sup>2</sup> )	1250
Carga sobre losa (Kg/m <sup>2</sup> )	1610.00
Mom. Empotramiento Extremos (Kg-m)	38.76
Momento al Centro (Kg-m)	26.21
Momento Final de Empotramiento	20.50
Momento Final al Centro	1.34
Espesor necesario (cm)	2.94
Recubrimiento (cm)	4
<b>Espesor total mínimo necesario</b>	<b>6.94</b>
<b>Peralte efectivo de diseño</b>	<b>11.00</b>
Chequeo de Espesor Adoptado	OK
Area de Acero (cm <sup>2</sup> )	0.24
Acero mínimo (cm <sup>2</sup> )	3.07
<b>Acero adoptado (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>3.07</b>
Distribución de Acero con 1/4" (cms)	10.4
Distribución de Acero con 3/8" (cms)	23.1
Distribución de Acero con 1/2" (cms)	42.1
<b>Diámetro adoptado (pulgadas)</b>	<b>3/8</b>
<b>Dist. As Adoptada (cms)</b>	<b>30</b>

## 6. CHEQUEO POR CORTE

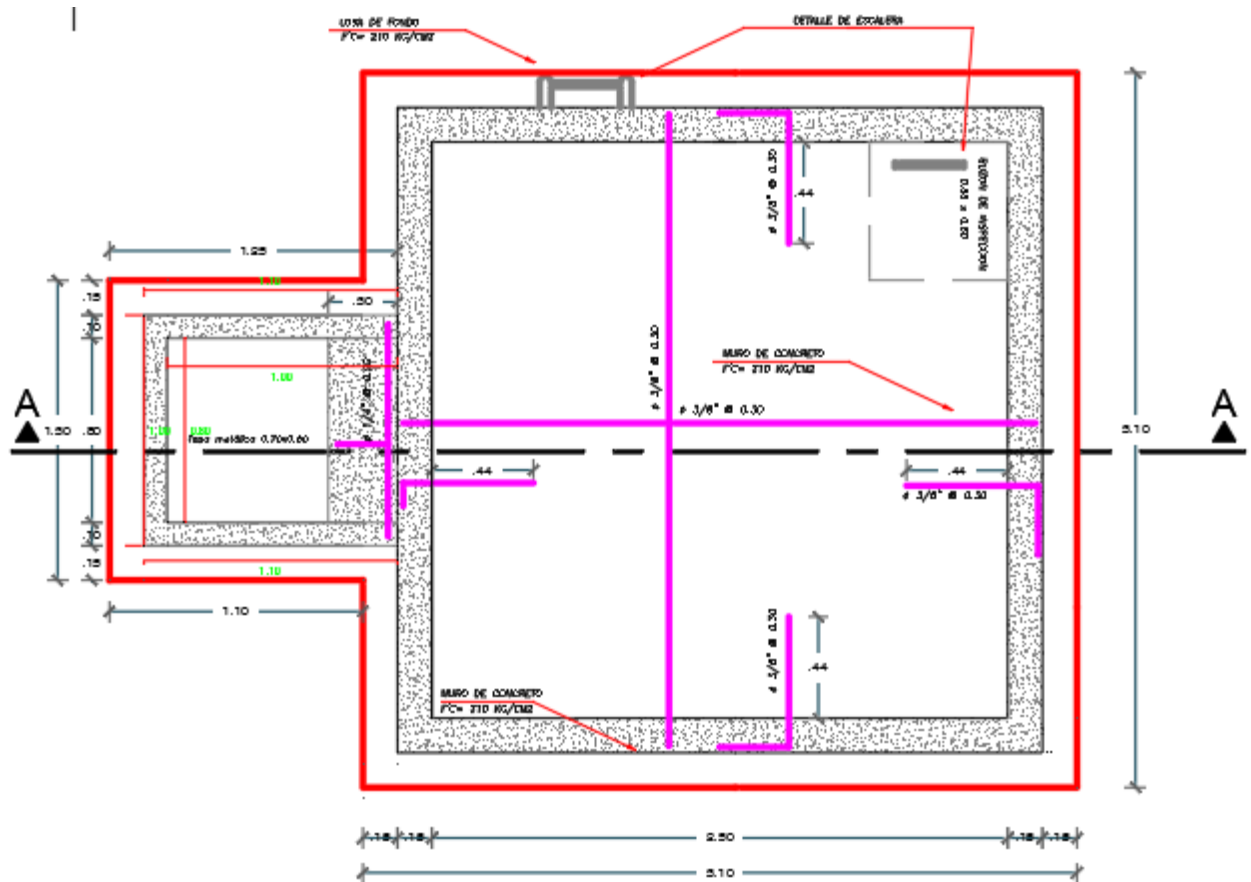
DESCRIPCION	VALOR
<b>PAREDES</b>	
Fuerza cortante máxima (Kg)	781.25
Esfuerzo cortante nominal (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.69
Esfuerzo permisible nominal máx (Kg/cm <sup>2</sup> )	3.50
Chequeo por corte	OK
<b>LOSA SUPERIOR</b>	
Fuerza cortante máxima (Kg)	390.00
Esfuerzo cortante unitario (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.39
Máx. esf. Cortante unitario permisible	4.85
Chequeo por corte	OK
<b>LOSA INFERIOR</b>	
Carga viva losa techo (Kg/m <sup>2</sup> )	150.00
Peso losa techo (Kg/m <sup>2</sup> )	240.00
Peso muros (Kg/m <sup>2</sup> )	3480.00
Presión agua (Kg/m <sup>2</sup> )	1250.00
Peso propio losa fondo (Kg/m <sup>2</sup> )	360.00
Carga última (Kg/m <sup>2</sup> )	8265.00
Fuerza cortante actuante (Kg)	26186.83
Fuerza cortante resistente (Kg)	46675.23
Chequeo por corte	OK

## 7. CHEQUEO DE CAPACIDAD PORTANTE DE SUELO

DESCRIPCION	VALOR
Carga factorizada (Kg/m)	8265.00
Esfuerzo transmitido al suelo (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.61
Capacidad portante asumida (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.00
Chequeo capacidad portante	OK

- El máximo coeficiente de Momento absoluto se obtendrá manualmente del cuadro adjunto, de acuerdo a la relación long. Pared/altura de agua.
- La máxima separación del refuerzo es 3 veces el ancho de losa o muro, sin sobrepasar los 45 cms.

## DISEÑO DEL RESERVORIO RECTANGULAR (MET. DE PORTLAND CEMENT ASSOCIATION) LA PAMPA RAP - 02 - 8M3



### 1. DIMENSIONAMIENTO RAP-02 8M3

DESCRIPCION	VALOR
Volumen de Reservoirio (m <sup>3</sup> )	8
Borde libre adoptado (m)	0.40
Altura de agua sugerida	1.26
Altura de agua adoptada (m)	1.3
Long. Int. Paredes predimensionada:	2.52
Long. Int. Paredes Adoptado (m)	2.50
Relación altura/ancho	0.52
Volumen Resultante (m <sup>3</sup> )	8.13

## 2. ESPECIFICACIONES TECNICAS

DESCRIPCION	VALOR
<b>Resistencia del Concreto f'c (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>280</b>
<b>Resistencia del Acero f'y (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>4200</b>
Recubrimiento mínimo losa superior (cms)	2
Recubrimiento mínimo losa de fondo (cms)	4
Recubrimiento mínimo muros (cms)	2

## 3. DISEÑO DE PAREDES

DESCRIPCION	REFUERZO VERT.	REFUERZO HORIZ.
Relación Ancho/Altura agua	1.92	1.92
<b>Max. Coef. Absoluto de Momento</b>	<b>0.086</b>	<b>0.062</b>
Máx. Momento Absoluto (Kg-m)	189.82	136.21
<b>Espesor predimensionado (cms)</b>	<b>8.9</b>	<b>7.6</b>
<b>Espesor adoptado (cms)</b>	<b>15</b>	15
Espesor Util d	13	13
fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	900	900
Relación modular n	8	8
fc (kg/cm <sup>2</sup> )	126	126
$k=1(1+fs/(nfc))$	0.528	0.528
$j=1-(k/3)$	0.824	0.824
Area de acero requerido (cm <sup>2</sup> )	1.97	1.41
Acero mínimo (cm <sup>2</sup> )	3.63	3.63
<b>Acero adoptado (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>3.63</b>	<b>3.63</b>
Distribución de Acero con 1/4" (cms)	8.8	8.8
Distribución de Acero con 3/8" (cms)	19.6	19.6
Distribución de Acero con 1/2"	35.6	35.6
<b>Diámetro adoptado (pulgadas)</b>	<b>1/2</b>	<b>1/2</b>
<b>Distribución As Adoptada (cms)*</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
Area de varilla adoptada	1.29	1.29
Long. desarr. básica por área vlla. (cms)	19	19
Long. desarr. básica por diám. vlla. (cms)	32	32
Long. de desarrollo mínima (cms)	30	30
<b>Long. mín de desarrollo adoptada (cms)</b>	<b>30</b>	<b>30</b>

\* Para espesores de muro > ó = a 20 cms. se distribuirá el acero en las dos caras del muro.

#### 4. DISEÑO DE LOSA DE TECHO

DESCRIPCION	VALOR
Luz de cálculo (m)	2.65
<b>Espesor predimensionado (cm)</b>	<b>7.4</b>
<b>Espesor adoptado (cm)</b>	<b>10</b>
Peso propio losa (Kg/m <sup>2</sup> )	240
Carga viva (Kg/m <sup>2</sup> )	150
Carga sobre losa (Kg/m <sup>2</sup> )	390.00
Momento Actuante Positivo(Kg-m)	98.60
Momento Actuante Negativo(Kg-m)	32.87
R	27.42
Espesor útil	1.9
Esp. útil adoptado diseño (cm) - Chequeo	8
<b>CALCULO DEL As(+)</b> (Abajo)	
Acero positivo requerido (cm <sup>2</sup> )	1.00
Acero positivo mínimo (cm <sup>2</sup> )	2.23
<b>Acero positivo adoptado (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>2.23</b>
Distribución de Acero con 1/4" (cms)	14.3
Distribución de Acero con 3/8"	31.8
Distribución de Acero con 1/2"	57.8
<b>Diámetro adoptado (pulgadas)</b>	<b>3/8</b>
<b>Dist. As Adoptada (cms)</b>	<b>30</b>
Area de varilla adoptada	0.71
Long. desarr. básica por área vlla. (cms)	11
Long. desarr. básica por diám. vlla. (cms)	24
Long. de desarrollo mínima (cms)	30
<b>Long. mín de desarrollo adoptada (cms)</b>	<b>30</b>
Long. mín. gancho (cms)	18.10
Long. mín gancho por diám. (cms)	7.62
Long. gancho mínima (cms)	15
<b>Long. de gancho adoptada (cms)</b>	<b>30</b>
<b>CALCULO DEL As(-)</b> (Arriba)	
Area de Acero negativo (cm <sup>2</sup> )	0.33
Acero negativo mínimo (cm <sup>2</sup> )	2.23
<b>Acero negativo adoptado (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>2.23</b>
Distribución de Acero con 1/4" (cms)	14.3
Distribución de Acero con 3/8"	31.8
Distribución de Acero con 1/2"	57.8
<b>Diámetro adoptado (pulgadas)</b>	<b>3/8</b>
<b>Dist. As Adoptada (cms)</b>	<b>30</b>
CALC. DE LONG. DEL As(-)	
Coefficiente a	74.88
Coefficiente b	-98.60
y	0.00
x	1.15
Longitud predimensionada de As(-)* (cms)	18
<b>Longitud adotada de As(-) (cms)</b>	<b>30</b>

\*Medida desde el borde interior de muro al extremo interior de la varilla

## 5. DISEÑO DE LOSA DE FONDO

DESCRIPCION	VALOR
Luz de cálculo	2.65
<b>Espesor adoptado (cm)</b>	<b>15</b>
Peso propio losa (Kg/m <sup>2</sup> )	360.00
Peso de Agua (Kg/m <sup>2</sup> )	1300
Carga sobre losa (Kg/m <sup>2</sup> )	1660.00
Mom. Empotramiento Extremos (Kg-m)	60.72
Momento al Centro (Kg-m)	41.05
Momento Final de Empotramiento	32.12
Momento Final al Centro	2.11
Espesor necesario (cm)	3.68
Recubrimiento (cm)	4
<b>Espesor total mínimo necesario</b>	<b>7.68</b>
<b>Peralte efectivo de diseño</b>	<b>11.00</b>
Chequeo de Espesor Adoptado	OK
Area de Acero (cm <sup>2</sup> )	0.38
Acero mínimo (cm <sup>2</sup> )	3.07
<b>Acero adoptado (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>3.07</b>
Distribución de Acero con 1/4" (cms)	10.4
Distribución de Acero con 3/8" (cms)	23.1
Distribución de Acero con 1/2" (cms)	42.1
<b>Diámetro adoptado (pulgadas)</b>	<b>3/8</b>
<b>Dist. As Adoptada (cms)</b>	<b>30</b>

## 6. CHEQUEO POR CORTE

DESCRIPCION	VALOR
<b>PAREDES</b>	
Fuerza cortante máxima (Kg)	845.00
Esfuerzo cortante nominal (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.74
Esfuerzo permisible nominal máx (Kg/cm <sup>2</sup> )	3.50
Chequeo por corte	OK
<b>LOSA SUPERIOR</b>	
Fuerza cortante máxima (Kg)	487.50
Esfuerzo cortante unitario (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.49
Máx. esf. Cortante unitario permisible	4.85
Chequeo por corte	OK
<b>LOSA INFERIOR</b>	
Carga viva losa techo (Kg/m <sup>2</sup> )	150.00
Peso losa techo (Kg/m <sup>2</sup> )	240.00
Peso muros (Kg/m <sup>2</sup> )	4080.00
Presión agua (Kg/m <sup>2</sup> )	1300.00
Peso propio losa fondo (Kg/m <sup>2</sup> )	360.00
Carga última (Kg/m <sup>2</sup> )	9240.00
Fuerza cortante actuante (Kg)	48033.22
Fuerza cortante resistente (Kg)	59786.25
Chequeo por corte	OK



## 7. CHEQUEO DE CAPACIDAD PORTANTE DE SUELO

DESCRIPCION	VALOR
Carga factorizada (Kg/m)	9240.00
Esfuerzo transmitido al suelo (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.58
Capacidad portante asumida (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.00
Chequeo capacidad portante	OK

- El máximo coeficiente de Momento absoluto se obtendrá manualmente del cuadro adjunto, de acuerdo a la relación long. Pared/altura de agua.
- La máxima separación del refuerzo es 3 veces el ancho de losa o muro, sin sobrepasar los 45 cms.

### 3.5.4. Red de distribución

#### 3.5.4.1. Consideraciones básicas

Para el diseño de las redes de distribución es necesario el cálculo de caudales realizado cuando se calculó la tasa de crecimiento y la población de diseño. En el cuadro 12 se muestra un resumen de los caudales máximos horarios por sector.

**Cuadro 12:** Caudal Máximo Horario

CAUDAL MÁXIMO HORARIO		
SISTEMA	SECTOR	Qmh (l/s)
1	Paraíso Centro	0.6111
2	Pedregal Alto	0.1701
3	La Pampa	0.5486

**Fuente:** Elaboración propia

La presión mínima depende de las necesidades de consumo, y la máxima influye en el mantenimiento de la red, ya que con presiones elevadas se originan pérdidas por fugas y fuertes golpes de ariete. Las Normas Generales del Ministerio de Salud, recomiendan que la presión mínima de servicio en cualquier parte de la red no sea menor de 5 m. y que la presión estática no exceda de 50 m.

#### 3.5.4.2. Tipo de redes de distribución

En el diseño de redes de distribución podemos clasificar en dos tipos de diseño, las redes cerradas que se presentan en donde la población es aglomerada y las redes abiertas o de ramales, donde la población se encuentra dispersa.

En este proyecto los tres sistemas de agua potable son de tipo abierta o de ramales.

### 3.5.4.3. Diseño de la red de distribución

#### CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCION PARAÍSO CENTRO

$$Q_{mh} = 0.611 \text{ l/s}$$

NUDOS	COTA	LONGITUD ML	Q (Entrada)	PRESION (M H2O)
J-1	3509.21	184.03	0.037	16.1
J-2	3508.03	110.57	0.022	17
J-3	3498.97	95.96	0.019	26
J-4	3507.39	486.47	0.097	16.9
J-5	3500.66	219.56	0.044	24.5
J-6	3507.48	139.29	0.028	17.7
J-7	3493.00	117.51	0.023	32.1
J-8	3496.84	54.74	0.011	28.2
J-9	3499.88	45.91	0.009	25.2
J-10	3497.57	66.04	0.013	27.5
J-11	3467.93	937.31	0.187	44.8
J-12	3441.36	210.82	0.042	71.2
J-13	3468	393.99	0.079	44.3
		3062.2	0.611	

LINEAS DE CONDUCCION - SISTEMA 01									
Label	LONGITUD (m)	NODO INICIAL	NODO FINAL	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO (Pulg)	MATERIAL	Hazen- Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)
P-1	184.03	T-1	J-1	57.00	2"	PVC	150	0.611	0.44
P-2	110.57	J-1	J-2	27.20	1"	PVC	150	0.138	0.44
P-3	95.96	J-2	J-3	27.20	1"	PVC	150	0.019	0.3
P-4	486.47	J-2	J-4	27.20	1"	PVC	150	0.097	0.37
P-5	219.56	J-1	J-5	57.00	2"	PVC	150	0.436	0.37
P-7	139.29	J-5	J-6	27.20	1"	PVC	150	0.028	0.55
P-8	117.51	J-5	J-7	57.00	2"	PVC	150	0.364	0.34
P-9	54.74	J-7	J-8	27.20	1"	PVC	150	0.033	0.36
P-10	45.91	J-8	J-9	27.20	1"	PVC	150	0.009	0.32
P-11	66.04	J-8	J-10	27.20	1"	PVC	150	0.013	0.32
P-12	937.31	J-7	J-11	27.20	1"	PVC	150	0.308	0.53
P-13	210.82	J-11	J-12	27.20	1"	PVC	150	0.042	0.47
P-14	393.99	J-11	J-13	27.20	1"	PVC	150	0.079	0.34

3062.20

**CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCION PEDREGAL ALTO**

**Qmh = 0.17 l/s**

NUDOS	COTA	LONGITUD (m)	Q (Entrada)	PRESION (M H2O)
J-1	3515.5	149	0.021	18.90
J-2	3516.78	345	0.048	17.50
J-3	3513.12	427	0.059	20.60
J-4	3514.05	21	0.003	19.70
J-5	3496.4	285	0.039	37.20
		1227	0.17	

LINEAS DE CONDUCCION - SISTEMA 02									
Label	LONGITUD (m)	NODO INICIAL	NODO FINAL	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO (Pulg)	MATERIAL	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)
P-1	148.77	T-1	J-1	57.00	2"	PVC	150	0.170	0.37
P-2	344.62	J-1	J-2	27.20	1"	PVC	150	0.048	0.38
P-3	427.43	J-1	J-3	27.20	1"	PVC	150	0.101	0.57
P-4	20.99	J-3	J-4	27.20	1"	PVC	150	0.003	0.31
P-5	285.38	J-3	J-5	27.20	1"	PVC	150	0.039	0.37

1227.19

**CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCION LA PAMPA**

**Qmh = 0.549 l/s**

NUDOS	COTA	LONGITUD ML	Q (Entrada)	PRESION (M H2O)
J-1	3455.67	39	0.007	7.9
J-2	3437.05	207	0.038	26.4
J-3	3433.58	220	0.041	29.7
J-4	3409.89	547	0.101	53.3
J-5	3410.02	83	0.015	53.1
J-6	3359.84	266	0.049	16.2
J-7	3359.01	99	0.018	17
J-8	3337.21	137	0.025	38.8
J-9	3425.17	139	0.026	38.1
J-10	3422.73	42	0.008	40.5
J-11	3422.91	203	0.037	40.3
J-12	3422.38	260	0.048	40
J-13	3383.97	226	0.042	78.3
J-14	3404.82	286	0.053	57.4
J-15	3426.89	218	0.040	36.3
		2972	0.549	

**LINEAS DE CONDUCCION - SISTEMA 03**

Label	LONGITUD (m)	NODO INICIAL	NODO FINAL	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO (Pulg)	MATERIAL	Hazen-Williams C	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)
P-1	39.15	T-1	J-1	57.00	2"	PVC	150	0.548	0.61
P-2	206.54	J-1	J-2	27.20	1"	PVC	150	0.038	0.37
P-3	220.32	J-1	J-3	57.00	2"	PVC	150	0.503	0.3
P-4	547.17	J-3	J-4	57.00	2"	PVC	150	0.208	0.38
P-5	83.28	J-4	J-5	27.20	1"	PVC	150	0.015	0.33
P-7	98.82	J-6	J-7	27.20	1"	PVC	150	0.018	0.33
P-8	137.43	J-6	J-8	27.20	1"	PVC	150	0.025	0.34
P-9	139.09	J-3	J-9	57.00	2"	PVC	150	0.254	0.5
P-10	42.36	J-9	J-10	27.20	1"	PVC	150	0.008	0.51
P-11	202.54	J-9	J-11	57.00	2"	PVC	150	0.220	0.49
P-12	260.28	J-11	J-12	27.20	1"	PVC	150	0.143	0.55
P-13	225.91	J-12	J-13	27.20	1"	PVC	150	0.042	0.57
P-14	286.42	J-12	J-14	27.20	1"	PVC	150	0.053	0.59
P-15	218.16	J-11	J-15	57.00	2"	PVC	150	0.040	0.32
P-16	193.71	J-4	CRP-T7-1	27.20	1"	PVC	150	0.092	0.36
P-17	72.51	PRV-1	J-6	27.20	1"	PVC	150	0.092	0.36

2973.69

## RESUMEN DEL DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN POR SECTOR

REDES DE DISTRIBUCION - SISTEMA 01	
TUBERIA PVC D = 2" CLASE 10	521.10 m.
TUBERIA PVC D = 1" CLASE 10	2541.10 m.
	<b>3062.20 m.</b>

REDES DE DISTRIBUCION - SISTEMA 02	
TUBERIA PVC D = 2" CLASE 10	148.77 m.
TUBERIA PVC D = 1" CLASE 10	1078.42 m.
	<b>1227.19 m.</b>

REDES DE DISTRIBUCION - SISTEMA 03	
TUBERIA PVC D = 2" CLASE 10	1366.43 m.
TUBERIA PVC D = 1" CLASE 10	1607.26 m.
	<b>2973.69 m.</b>

### **3.6. Sistema de saneamiento**

#### **3.6.1. Generalidades**

Se planteó el diseño de unidades básicas de saneamiento (UBS) con arrastre hidráulico.

Se realiza el diseño arquitectónico con los elementos que lo componen.

Se realiza el diseño de la red de agua y la red de desagüe conectados a biodigestores, caja de lodos y pozos percoladores.

#### **3.6.2. Letrinas con arrastre hidráulico y biodigestor**

La caseta de la letrina con arrastre hidráulico se ubicará preferentemente al interior de la vivienda. En el caso que se ubique externamente, la distancia a la vivienda no debe ser mayor a 5 m.

Los hoyos de la letrina con arrastre hidráulico, destinados al almacenamiento de los líquidos residuales, deberán ubicarse en el exterior de la vivienda y a no menos de 1m del muro exterior de la vivienda.

Las letrinas con arrastre hidráulica sólo podrán ser construidas en terrenos cuyas características favorezcan su excavación e infiltración de las aguas empleadas en el arrastre de los desechos fisiológicos.

Las letrinas con arrastre hidráulico no podrán ser construidas en áreas pantanosas, fácilmente inundables, en suelos impermeables o con presencia de arcillas expansivas.

Las letrinas con arrastre hidráulico podrán ser construidos en terrenos calcáreos o con presencia de rocas fisuradas, siempre que se tomen las medidas de seguridad especificadas en el presente documento.

En los lugares donde se proyecte construir los pozos de la letrina no deberán existir sistemas de extracción de agua para consumo humano en un radio de 30 metros alrededor de ellas, y en todos los casos las letrinas

deberán ubicarse aguas debajo de cualquier pozo o manantial de agua destinada al abastecimiento para consumo humano.

En las letrinas con arrastre hidráulico sólo se podrá disponer de papel suave de limpieza anal.

Los hoyos de la letrina con arrastre hidráulico deben ser fácilmente accesibles para facilitar su limpieza.

#### **3.6.1.1. Componentes**

La letrina se compone de ocho elementos:

##### **Aparato sanitario**

- Podrán emplearse aparatos sanitarios del tipo turco o tipo tazas dotados de sifón para la formación del sello hidráulico.
- El aparato sanitario deberá ser un accesorio independiente, de una sola pieza y con un acabado lo más liso posible.
- El aparato sanitario, bien sea tipo turco o taza, deberá ser herméticamente unido a la losa del piso de la caseta para impedir el ingreso de insectos o salida de malos olores.
- El hoyo de la tasa será aproximadamente de 350 mm, en tanto que la profundidad del sello de agua se encontrará entre 20 a 30 mm y el tamaño del pasaje es de 70 mm (esto variará dependiendo del fabricante).

Para el proyecto se considera un inodoro tipo tasa hecho a base de mármol al igual que el lavamanos, implementados sus accesorios (caño, tapa de inodoro, etc).

##### **Letrina**

Cuando está en el interior de la vivienda, las dimensiones corresponderán a lo establecido en el R.N.E. (Reglamento Nacional de Edificaciones) para servicios higiénicos. Para casetas situadas al exterior de la vivienda, ellas deberán cumplir con los siguientes requisitos:



- El área interior que ocupa la letrina será de un metro cuadrado como mínimo, debiendo tener un ancho mínimo de 0,85 m.
- El alto de la letrina no debe ser menor a 1,90 m y el ancho de la puerta no menor de 0,60 m.
- La puerta debe ser instalada de manera que pueda cerrarse automáticamente.
- El material de construcción empleado en la fabricación de la letrina debe adecuarse a las condiciones climáticas del lugar, de modo que no exponga al usuario a condiciones de incomodidad.
- En los lugares donde llueve, será necesario que el techo tenga una inclinación mayor al 10% y tener un voladizo alrededor de la letrina de por lo menos 0,10 m.
- Para iluminación y ventilación de la caseta deberá contar con ventanas altas cuyas dimensiones no deben afectar la privacidad del usuario.

Para el proyecto consideramos UBS con paredes de ladrillo, con dimensiones internas de 2.00 metros de largo por 1.30 metros de ancho, midiendo 1,90 metros de altura (según el reglamento el área debe ser mayor a 2 m<sup>2</sup>). También tienen pisos de cemento reforzado pulido coloreado, techos con cobertura de teja andina sostenidos por listones de madera seca de 2"x2", y puertas de madera. Internamente, las unidades disponen de un inodoro con arrastre hidráulico que conecta a una tubería de drenaje de 4" de diámetro con conexión a un pozo percolador para infiltración de las aguas servidas; una ducha y lavadero exterior conectados por una tubería de 63mm hacia el pozo de infiltración.

### **Conducto**

- El conducto de evacuación de las aguas residuales deberá tener como mínimo 100 mm de diámetro.
- La pendiente del conducto entre el aparato sanitario y la caja repartidora y de ésta al hoyo no deberá ser menor de 3%.
- Se instalará directamente sobre el conducto de evacuación, una tubería de ventilación de 50 mm de diámetro adosada a la pared de la caseta, que deberá prolongarse 0,50 m por encima del techo de la letrina o de la casa según se encuentre ubicada en el exterior o interior de la vivienda.
- En la parte superior del conducto de ventilación, preferentemente deberá instalarse un sombrero de protección.

Para el proyecto se considera una tubería de drenaje de 2" de diámetro con conexión a un pozo percolador para infiltración de las aguas servidas; una ducha y lavadero exterior conectados por una tubería de 63mm hacia el pozo de infiltración.

### **Caja de registro de desagüe**

Las Cajas de registro sirven como recolectores de desagüe con lo que se facilita su mantenimiento y limpieza.

- Para el proyecto se tomará en cuenta una caja de registro de desagüe de 30 x 60 para cada tubería de evacuación.
- En total son 3 cajas de registro que se emplea en el proyecto:
- Medidas internas: 30 x 60.
- Altura: 45 cm.

### **Biodigestor**

Este sistema es una variante de los pozos sépticos que considera la construcción de un módulo sanitario, con un biodigestor pre-fabricado y zanja de infiltración para el tratamiento de las aguas residuales producidas.

- Las aguas residuales generadas son conducidas a un biodigestor con capacidad de 600 litros y posteriormente transferidas a una zanja de infiltración. El biodigestor es un equipo de tratamiento de aguas residuales, autolimpiable, que no necesita instrumentos para la extracción de lodos sino solo abrir una válvula para extraerlos cada 18 a 24 meses. Las aguas residuales tratadas en el biodigestor van a zanjas de infiltración, pozos absorbentes o se pueden reusar para pequeños sembríos.

### **Caja de lodos**

La caja para Lodo está diseñada para ser instalada en conjunto con biodigestores, con la finalidad de recibir el lodo generado y permitir su deshidratación y extracción.

- Para el proyecto se empleará una caja de lodos de 1.00m x 1.00m de área y una altura de 1.00m para facilitar la extracción de los lodos tratados.

### **Pozo de infiltración o absorción**

Cámara cubierta, de paredes porosas, que permite que el agua se filtre lentamente al terreno. El efluente sedimentado proveniente de una tecnología de Recolección y Almacenamiento/Tratamiento o de Tratamiento (Semi) Centralizado es descargado en la cámara subterránea de donde se infiltra al terreno que la circunda.

- Para el proyecto se empleará un pozo de infiltración de 1.00 x 1.00 de área y una altura de 1.80m. Llenado con material filtrante (piedras) hasta 1.50m y 0.30m cubierto de tierra.

### **3.6.1.2. Ventajas y Desventajas**

Lo favorable a un sistema de saneamiento con arrastre hidráulico y biodigestor es:

- Aumenta la salud de los pobladores
- Aumenta el aseo personal, debido a las duchas, lavamanos y lavaderos empleados en las letrinas.
- Usa los excrementos como una energía renovable y sustentable.
- Aprovecha la producción natural del biogás.
- Es posible utilizar los productos secundarios como abono o fertilizante.
- Redirige y aprovecha los gases de efecto invernadero producidos por los vertederos y granjas industriales, lo cual reduce la huella de carbono de estos establecimientos y disminuye su contribución al cambio climático.
- Impide la contaminación de mantos acuíferos.
- Al depositar los residuos en un depósito hermético, se soluciona decididamente el problema de los insectos, la rotura de bolsas de residuos. Se evita la contaminación de las napas de agua. En el campo, se eliminan en un 80% los olores indeseables provenientes de las heces de animales, con el importante valor agregado de la drástica reducción de las enfermedades causadas por roedores e insectos.

### **Riesgos y consideraciones especiales:**

- La instalación del biodigestor debe de estar cerca de donde se recolecta la biomasa.
- La temperatura de la cámara de digestión debe mantenerse entre 20° C y 60° C; puede ser limitante en lugares extremos.
- El biogás contiene un subproducto llamado sulfato de hidrógeno, el cual es un gas corrosivo y toxico para los seres humanos.
- Al igual a cualquier otro gas combustible, existe el riesgo de explosión o incendios por un mal funcionamiento, mantenimiento o seguridad.

### **3.6.1.3. Importancia del Mantenimiento**

#### **Importancia:**

El saneamiento se define como el medio para recoger y eliminar higiénicamente las excretas y las aguas residuales (aguas de pilas y de inodoros) de la población, de manera que no se ponga en peligro la salud de los habitantes y de la comunidad en su conjunto.

La eliminación inadecuada y antihigiénica de las heces humanas infectadas, da lugar a la contaminación del suelo y de las fuentes de agua. A menudo, a causa de estos hábitos inapropiados, hay criaderos de ciertas especies de moscas y mosquitos, los que además pueden poner huevos y multiplicarse o alimentarse del material expuesto y transmitir la infección. También atraen a los animales domésticos, roedores y otros animales, que transportan consigo las heces y sus posibles enfermedades. Además, esa situación crea a veces molestias intolerables para el olfato y para la vista.

Hay toda una serie de enfermedades relacionadas con las heces y las aguas residuales, que afectan a todos los habitantes de la comunidad, y éstas se subdividen en enfermedades transmisibles y no transmisibles.

Es por todo esto que se debe mantener el sistema en buenas condiciones para su buen funcionamiento de recolectar las excretas tratadas y filtrar debidamente el agua contaminada.

### **Mantenimiento:**

La operación del sistema se refiere a la forma de realizar una labor con la finalidad que las unidades de tratamiento funcionen de manera correcta para lograr el rendimiento para los cuales fueron diseñados. el mantenimiento es la labor de reparar o restaurar los componentes del sistema de tal forma que el rendimiento sea el esperado.

El mantenimiento puede comprenderse en tres niveles básicos:

- Mantenimiento correctivo con acciones no programadas dirigidas a devolver al equipo o infraestructura, proceso u operación averiada a su estado operacional que tiene antes que el defecto fuera descubierto.
- Mantenimiento preventivo Con intervenciones periódicas de inspección programadas para evitar las fallas y prolongar el funcionamiento del sistema.
- Mantenimiento predictivo \$s la sustitución de pie-as cuando es posible predecir su falla por antigüedad o condiciones de trabajo.

Para lograr lo anterior, debemos disponer de las siguientes herramientas que nos permitan llevar un procedimiento adecuado de la operación y mantenimiento del sistema:

- No contaminen ningún abastecimiento de agua
- No estén al alcance de insectos, roedores u otro posibles vectores, que en un momento dado tenga contacto con el agua o alimento que será ingerido por los humanos.
- Que las aguas se traten y se dispongan adecuadamente.

**Letrinas:** mantener limpias diariamente, usando escobas para barrer el polvo ingresado, trapos para limpiar accesorios sanitarios, teniendo en cuenta no usar ningún desinfectante en el inodoro debido a que se pueda eliminar los microorganismos que están cumpliendo su función dentro del biodigestor.

**Tubería de evacuación:** en caso de atorarse la tubería de evacuación, se debe abrir adecuadamente la caja de registro del desagüe e introducir un alambre o una wincha para desatorar la tubería.

**Caja de registro:** Las cajas de registro y distribuidoras de caudales de desagües, son operadas y mantenidas a través de procesos y cánones sencillos pre-establecidos que se basan en dos puntos principalmente: Las cajas de registro, y otros componentes del sistema deben ser inspeccionados periódicamente (mensualmente) para verificar el normal drenaje de los desagües. Para ello, al abrir la caja de distribución se debe dejar ventilar para que los gases que se producen por la descomposición de los desagües se dispersen, y así evitar cualquier accidente durante la operación.

**Biodigestor:** Una vez instalado el biodigestor y llenado con agua, se podrá utilizar dicho sistema, cabe recordar las aguas residuales que ingresen no deberán tener restos de productos químicos como ácido muriático, residuos de legía, detergente, de manera que afectan el tratamiento anaerobio, además la unidad no debe recibir papel, toallas sanitarias, plásticos u otro material que pueda obstruir las entradas o salida del sistema.

- Por lo que se deberá inspeccionar la buzoneta que se encuentra a la entrada del biodigestor.
- La tapa de registro de la unidad debe permanecer bien cerrada durante su funcionamiento.

La limpieza de biodigestor deberá realizarse después de 11 a 18 meses iniciado sus operaciones.

- Primero deberá abrirse la válvula de purga de lodos, luego de algunos segundos saldrán lodos de ser el caso ayudarse con una varilla flexible abriendo el registro roscado.
- Cerrar la válvula una vez que empiece a salir agua residual.
- Llenar con agua después de una desobstrucción y de haberse extraído el lodo.
- La experiencia del operador le indicará que otras actividades deben ser ejecutadas.

Una vez realizada la limpieza los lodos quedaran almacenados en la caja de registro hasta que se sequen por un periodo aproximado de 34 meses, para que puedan ser utilizados como mejorador de suelo en áreas como jardines.

**Pozo de infiltración o absorción:** Un Pozo de Absorción de buen tamaño debe durar entre 3 y 5 años sin mantenimiento. Para extender la vida de un Pozo de Absorción, se debe tener cuidado de asegurar que el efluente ha sido clarificado y/o filtrado para evitar la acumulación excesiva de sólidos.

El Pozo de Absorción debe mantenerse lejos de las áreas de mucho tráfico de manera que el terreno por encima y alrededor del pozo no esté compactado.



Cuando el desempeño del Pozo de Absorción se deteriora, el material dentro del pozo puede ser excavado y rellenado. Para permitir futuros accesos, se debe usar una tapa removible (preferentemente de concreto) para sellar el pozo hasta que requiera mantenimiento.

### **3.6.3. Selección de biodigestor, dimensionamiento de caja de lodos y diseño de pozo de percolación**

#### **Selección de biodigestor:**

Para seleccionar el biodigestor adecuado nos basamos en la densidad de la población, en el proyecto contamos con 3 sectores diferentes los cuales cuentan con una densidad de:

- PARAÍSO SECTOR “PEDREGAL ALTO”:  
Densidad: 3.97 habitantes / vivienda.
  
- PARAÍSO SECTOR “PARAÍSO CENTRO”:  
Densidad: 3.97 habitantes / vivienda.
  
- PARAÍSO SECTOR “LA PAMPA”:  
Densidad: 3.97 habitantes / vivienda.

Como podemos notar la densidad de los tres sectores esta entre 4 aproximadamente, es por eso que consideramos una densidad de 4 habitantes / vivienda.

Ya conociendo la densidad poblacional del caserío de paraíso, procedemos a seleccionar el biodigestor apropiado para esta densidad:

Primero procedemos a calcular la población futura en cada vivienda con la tasa de crecimiento de 1.5%:

- PARAÍSO SECTOR “PEDREGAL ALTO”:

Población futura: 49 habitantes.

- PARAÍSO SECTOR “PARAÍSO CENTRO”:

Población futura: 176 habitantes.

- PARAÍSO SECTOR “LA PAMPA”:

Población futura: 158 habitantes.

Teniendo la misma población futura en los tres sectores de paraíso, procedemos a seleccionar adecuadamente el biodigestor pre fabricado:

<b>Número de usuarios servidos en función de las capacidades:</b>				
<b>Capacidades</b>	<b>600.00 Lt</b>	<b>1300.00 Lt</b>	<b>3000.00 Lt</b>	<b>7000.00 Lt</b>
<b>Solo inodoro y lavadero de Cocina</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>23</b>
<b>Desagues totales hab.</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>57</b>
<b>vol. Lodos a evacuar (max)</b>	<b>100.00 Lt</b>	<b>184.00 Lt</b>	<b>800.00 Lt</b>	<b>1500.00 Lt</b>

Como nuestra población futura es de 383 habitantes, seleccionamos el biodigestor de 600.00 lts para los tres sectores de paraíso.

El biodigestor de 600.00 lts tiene dimensiones de:

<b>DIMENSIONES:</b>						
<b>Capacidad</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
<b>600.00 Lt</b>	0.88 mt	1.64 mt	0.25 mt	0.35 mt	0.48 mt	0.32 mt
<b>1300.00 Lt</b>	1.15 mt	1.93 mt	0.23 mt	0.33 mt	0.48 mt	0.45 mt
<b>3000.00 Lt</b>	1.46 mt	2.75 mt	0.25 mt	0.40 mt	0.62 mt	0.73 mt
<b>7000.00 Lt</b>	2.42 mt	2.83 mt	0.35 mt	0.45 mt	0.77 mt	1.16 mt

**CÁLCULO BIODIGESTOR PARA EL PROYECTO DE "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RURAL DEL CASERÍO PARAÍSO, DISTRITO DE AGALLPAMPA, PROVINCIA DE OTUZCO, LA LIBERTAD"**

**UNIDAD DE TRATAMIENTO: TANQUE BIODIGESTOR Y POZO DE PERCOLACIÓN**

**Ingreso de datos básicos para el dimensionamiento**

<b>Población equivalente de diseño (P) =</b>	4.0	habitantes
Dotación de agua (D)	120	litros/(habitante.día)
Coefficiente de retorno al alcantarillado (C)	80%	
Período de limpieza de lodos (N)	1	años

**Cálculos**

Contribución unitaria de aguas residuales (q)

$$q = D \times C = 96 \text{ litros}/(\text{habitante.día})$$

Caudal de aguas residuales (Q)

$$Q = P \times q / 1000 =$$

0.38 m3/día

NOTA: EL VALOR MÁXIMO PERMISIBLE ES 20 m3/día

### 1) CALCULO DEL TIEMPO DE RETENCION HIDRAULICA (PR)

Período de retención hidráulico (PR)

$$PR = 1,5 - 0,3 \log (P \times q) =$$

17 horas

NOTA: EL PERÍODO DE RETENCIÓN MÍNIMO ES DE 6 HORAS

Período de retención hidráulico de diseño, PR =

17 horas

Período de retención hidráulico recomendable =

6 horas

### 2) CALCULO DEL VOLUMEN DE SEDIMENTACION (Vs)

Volumen para la sedimentación (Vs)

$$Vs = 0,001 (P \times q) \times PR/24 =$$

0.10 m3

### 3) CALCULO DEL VOLUMEN DE DIGESTION Y ALMACENAMIENTO DE LODOS (Vd)

Volumen de digestión y almacenamiento de lodos, Vd

$$Vd = 65 \times 0,001 \times P \times N =$$

0.26 m3

#### 4) CALCULO DEL VOLUMEN DE NATAS (Vn)

Como valor normal se considerará un Volumen Mínimo de 0.07m3

$$Vn =$$

0.07 m3

#### 5) CALCULO DEL VOLUMEN EFECTIVO (Ve)

Volumen total efectivo del Biodigestor (Ve)

$$Ve = Vs + Vd + Vn$$

0.42	m3
0.60	m3
600.00	lts

#### 5) TUBERIAS DE ENTRADA Y SALIDA:

a) TUBERIA DE ENTRADA: Hacia el tanque biodigestor:

Para el caso: Diámetro Tubería Entrada =

4" Pulgada

a) TUBERIA DE SALIDA: Desde el tanque biodigestor:

Para el caso: Diámetro Tubería Salida =

2" Pulgada

## 6) CALCULO DE LOS REQUERIMIENTOS DEL AREA DE INFILTRACION

Valor obtenido del test de percolación en el área disponible:

Tiempo en minutos para el descenso de un centímetro

Coefficiente de infiltración (Ci)

56.00 L/(m<sup>2</sup>.día)

Área requerida para la infiltración (Ai)

$$Ai = Q/Ci$$

6.81 m<sup>2</sup>

### Pozo de absorción

Diámetro útil del pozo (Dp); Diámetro interior

1.2

Diámetro Exterior

1.5

Profundidad total requerida para pozos de absorción (Hp)

$$Hp = Ai / (\pi \times Dp)$$

1.81 m

1.5 m

### **3.7. Estudio de impacto ambiental**

#### **3.7.1. Aspectos generales**

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) tiene como objetivo principal servir como herramienta para prevenir los posibles problemas ambientales que se puedan generar y lograr sostenibilidad y desarrollo de los proyectos en armonía con el medio ambiente. La EIA equilibra las relaciones entre las acciones de desarrollo y el medio ambiente.

La EIA tiene como finalidad identificar, analizar, predecir y evaluar de forma integral las eventuales consecuencias ambientales que un proyecto pueda generar durante las etapas de diseño, ejecución, operación y/o mantenimiento, con el objetivo de disponer medidas de prevención, corrección y mitigación.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar de manera detallada los impactos ambientales que se puedan generar durante la construcción, y recomendar las medidas de mitigación que correspondan o evitar que se afecte adversamente. Con ese fin se llevó a cabo las siguientes actividades específicas.

- Identificar las fuentes de contaminación del proyecto y otros factores que disminuyan la calidad del medio ambiente para proponer métodos y técnicas que mitiguen estos riesgos.
- Analizar conflictos y problemas socioeconómicos, previniendo la propagación de enfermedades que se puedan generar por condiciones insalubres inadecuadas.
- Dar viabilidad al proyecto con el adecuado sustento ambiental en relación con aspectos técnicos y normativos.

### **3.7.2. Descripción del proyecto**

#### **Ubicación:**

El sistema de agua potable y Unidades Básicas de Saneamiento (UBS), del caserío de Paraíso, se encuentra dentro del ámbito territorial del distrito de Agallpampa, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad.

#### **Características técnicas de diseño:**

Mejoramiento de un adecuado sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad y un eficiente sistema de saneamiento básico rural tendrá como resultado el siguiente planteamiento:

Sistema de abastecimiento de agua potable:

Caserío Paraíso: sector Paraíso Centro

- Mantenimiento Captación de Manantial y construcción de cerco perimétrico.
- 01 Cámara Rompe Presión Tipo 6.
- 03 Cámaras de aire y de 03 de purga.
- Línea de Conducción con una longitud de 2 937.13 m
- Mantenimiento de Reservoirio de Agua Potable Existente 9m<sup>3</sup>.
- Red de Distribución de 5 733.84 m.
- Conexiones domiciliarias 518.96 m.

Caserío Paraíso: sector Pedregal Alto

- Mantenimiento Captación de Manantial y construcción de cerco perimétrico.
- Línea de Conducción con una longitud de 61.93 m
- Reservoirio de Agua Potable Proyectado 5m<sup>3</sup>.
- Red de Distribución de 1 227.19 m.
- Conexiones domiciliarias 52.70 m.

Caserío Paraíso: sector La Pampa



- Mantenimiento Captación de Manantial y construcción de cerco perimétrico.
- Línea de Conducción con una longitud de 117.02 m
- Reservorio de Agua Potable Proyectado 8m3.
- Red de Distribución de 2 973.69 m.
- Conexiones domiciliarias 617.00 m.

Sistema de saneamiento básico rural (UBS):

Caserío Paraíso: sector Paraíso Centro

- Conexión de 30 unidades básicas de saneamiento tipo arrastre hidráulico.
- Suministro e instalación de 30 Biodigestores de 600 litros de capacidad.
- Construcción de 30 losas de concreto para cajas de lodos.
- Excavación y construcción 30 pozos de percolación.

Caserío Paraíso: sector Pedregal Alto

- Conexión de 7 unidades básicas de saneamiento tipo arrastre hidráulico.
- Suministro e instalación de 7 Biodigestores de 600 litros de capacidad.
- Construcción de 7 losas de concreto para cajas de lodos.
- Excavación y construcción 7 pozos de percolación.

Caserío Paraíso: sector La Pampa

- Conexión de 27 unidades básicas de saneamiento tipo arrastre hidráulico.
- Suministro e instalación de 27 Biodigestores de 600 litros de capacidad.
- Construcción de 27 losas de concreto para cajas de lodos.
- Excavación y construcción 27 pozos de percolación.

### **3.7.3. Área de influencia ambiental**

El área de influencia ambiental está conformada por dos áreas definidas como: el área de influencia directa (AID), que lo constituyen las 64 familias beneficiadas, 01 posta médica y 01 colegio de nivel inicial, primaria y secundaria y se afectaran directamente los ecosistemas existentes dentro de su ámbito, y la otra más alejada que corresponde al área de influencia indirecta (AII), donde los efectos de la obra sobre el entorno se ejercen en forma inducida.

### **3.7.4. Diagnóstico ambiental**

El impacto ambiental del presente proyecto resulta del cambio de los parámetros ambientales en el espacio y el tiempo comparados con el caso en que el proyecto no se hubiese llevado a cabo. Estos parámetros forman la línea base del proyecto y el diagnóstico ambiental, los cuales incluyen información respecto a calidad del aire, calidad del agua, vegetación, fauna, uso de tierras, niveles de ruido, entre otros.

Un impacto negativo se dará cuando el proyecto durante su ejecución u operación y mantenimiento genere por -ejemplo- residuos sólidos, produzca erosión, pérdida de suelo, reducción de la productividad, reducción del número de especies presentes en el área o que produzca desempleo.

En contraposición a los impactos negativos, el impacto positivo se dará cuando el proyecto permita el mejoramiento de la productividad de la zona o incremente las posibilidades de empleo, permita un mejor desarrollo social a la población, entre otros.

### **3.7.5. Identificación y evaluación de impactos socio ambientales**

A continuación, detallamos los Impactos Positivos y Negativos del Proyecto con sus respectivas mitigaciones:

### **Impactos positivos**

- Con la elaboración de la tesis “Diseño para el mejoramiento del sistema de agua potable y saneamiento básico rural del caserío paraíso, distrito de Agallpampa, provincia de Otuzco, La Libertad”, se proyecta contribuir al desarrollo óptimo de la comunidad.
- La ejecución del proyecto permitirá a la comunidad del caserío de Paraíso, contar con un adecuado sistema de abastecimiento de agua potable y un eficiente sistema de saneamiento básico rural, el cual tendrá como función primordial brindar un óptimo servicio de agua potable y saneamiento a la población.
- La ejecución de la obra es una fuente de trabajo durante el proceso constructivo que permitirá a una parte de la población obtener ingresos que mejoren su economía.
- La obra culminada mejorara el sistema de agua potable, llegando a mas hogares y optimizando el uso de los recursos.

### **Impactos negativos y sus mitigaciones**

- Impacto 1: El proceso constructivo genera contaminación del aire, producto de las excavaciones, carga y descarga del material de construcción.
- Mitigación 1: Antes de ejecutar estas partidas donde existe la posibilidad de que se levante polvo, se procederá a humedecer los materiales antes de ser removidos, cargados y/o descargados.
- Impacto 2: La obra dejará residuos producto de los desperdicios de materiales de construcción.
- Mitigación 2: Los residuos producto de la construcción serán eliminados en el relleno sanitario.

### **Costos ambientales de mitigación de impactos**

- El Presupuesto del proyecto tiene que cubrir los costos de la prevención de los impactos que serán originados como consecuencia de la ejecución del mismo.
- Durante el periodo de la construcción de las obras, el costo de la mitigación de los impactos que se generen por las labores y las actividades propias de la construcción, es de cargo del ejecutor del proyecto.
- Durante la operación del sistema por la administración del Centro Educativo las medidas de prevención van a minimizar los costos ambientales y deberán ser presupuestados.

### **3.7.6. Plan de manejo ambiental**

Para el desarrollo del Plan de Manejo Ambiental se han considerado las siguientes fases del proyecto:

1. Fase de Construcción: Es aquella que contempla la construcción, adecuación o instalación de estructuras y obras.
2. Fase de Operación y Mantenimiento: Se considera a la fase cuyas etapas comprenden, el mantenimiento de las redes (limpieza de tuberías, mantenimiento de cajones de captación). Esta fase estará a cargo de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) del caserío de Paraíso, distrito de Agallpampa, provincia de Otuzco, La Libertad.
3. Fase de Cierre: Corresponde al momento en que terminan las obras de adecuación y queda operativa en el lugar. Esta fase incluye actividades generales como limpieza, desalojo de escombros y en algunos casos, la reposición de la capa vegetal o pavimento. Esto debido a que la vida útil de las estructuras está proyectada para 25 a 30 años, por lo cual únicamente se puede someter a mantenimientos y/o reemplazo de estas estructuras.

## ACCIONES CONSIDERADAS EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

En los siguientes cuadros se han conformado los registros de las acciones más representativas para este tipo de proyectos.

**Tabla N° 01** Acciones para la fase de adecuación y mejoramiento

N°	Acción	Definición
1	Instalación de bodegas y oficinas	Instalación de facilidades del proyecto, para el personal, maquinarias, herramientas, equipos y materiales entre otros. Esto dependerá del equipamiento del sector a intervenir, en la mayoría de los casos estas instalaciones son arrendadas en sitios cercanos al proyecto.
2	Operación de bodegas y oficinas	Generación de residuos sólidos y líquidos producto de las labores a desarrollarse al interior de las bodegas, oficinas y frentes de obra.
3	Limpieza y desbroce	<p>Las operaciones de limpieza y desbroce tienen como objeto permitir la adecuación de la infraestructura básica del Proyecto, estas operaciones deberán dejar el terreno libre de obstáculos, maleza, árboles, arbustos, tocones, raíces y cualquier material indeseable, de modo que dichas zonas queden aptas.</p> <p>El desbroce consiste en efectuar las actividades siguientes: cortar, desenraizar cualquier vegetación comprendida dentro del área de construcción.</p>

4	Nivelación y replanteo	Actividad necesaria antes de iniciar el proyecto. Principalmente en el área donde se va a construir el nuevo tanque de reserva.
5	Levantamiento de capas de rodadura y veredas	Se realiza en el área y extensión que se va a intervenir. Este proyecto no requiere retirar bordillos, adoquines o pavimento ya que las vías son de tercer orden.
6	Transporte de materiales	El transporte de materiales se lo realizará con maquinaria, hacia los lugares predeterminados, de acuerdo a la programación.
7	Ubicación de áreas de acopio de materiales	Consiste en la selección de los lugares donde se depositan provisionalmente materiales diversos: áridos, cemento, tierras vegetales, entre otros, para su posterior uso y/o desalojo en el proyecto. De preferencia se lo realizarán en el predio donde se construirá el tanque de reserva.
8	Desalojo y transporte de escombros y residuos de construcción	Se realiza mediante volquetes que transportan los escombros de excavación y construcción hasta escombreras autorizadas.
9	Excavación en zanja	Mediante el uso de maquinaria y/o de forma manual, se ejecuta dicha excavación en ancho y profundidad predeterminados en el proyecto.
10	Instalación de tubería	Actividad que se realiza con ayuda de maquinaria o manualmente.
11	Cortes y Relleno Compactado	Los cortes son necesarios para preparar la base y las paredes de los diferentes lugares por los cuales se va a colocar la tubería. Los rellenos compactados, se efectuarán bajo normativas de

		calidad de suelo existente y normativas de compactación.
12	Operación de maquinaria	Corresponde al uso de maquinaria para efectuar acciones como excavación, retiro de tierra, escombros y traslado de material.
13	Disposición de escombros	Los escombros deben ser dispuestos en escombreras autorizadas (Las escombreras requieren actividades de remoción de vegetación y suelo, la instalación de drenes interiores y perimetrales).
14	Uso de combustibles, aditivos y lubricantes	Almacenamiento y manejo de combustibles para el funcionamiento diario de la maquinaria y equipos en la etapa de construcción únicamente del tanque de reserva.
15	Instalación de válvulas y anclajes de tubería	Se realiza mediante excavación manual o con maquinaria, y con estructura de hormigón armado.

**Tabla N° 02** Acciones para la fase de operación y mantenimiento

N°	Acción	Definición
1	Operación del sistema de agua potable	Es la actividad que justifica la construcción del sistema, y que garantiza la dotación del servicio al caserío paraíso, distrito de Agallpampa, provincia de Otuzco, La Libertad. Al momento no implica ningún riesgo de afectación ambiental.

2	Inspección, mantenimiento y reparación de redes, válvulas, hidrantes y tanques de distribución.	Se relaciona con la buena operación de los componentes del sistema, con aspectos como la generación de gases, riesgo de sobrepresiones, roturas de tuberías, infiltraciones de aguas lluvia en tanques o redes, fogueo de hidrantes y bocas de fuego, fisuras de estructuras, contaminación del agua potable por descargas o roturas de tuberías, que pueden afectar la seguridad y salud del personal a cargo de la actividad. Se realiza con una frecuencia anual en todo el sistema.
3	Limpieza y desinfección de tuberías	Es una actividad permanente y periódica que realizará la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) del caserío de Paraíso, Agallpampa, con el objeto de mantener el buen estado del sistema y la operatividad de estos elementos. Se aumenta la frecuencia en cuando existe un corte del servicio.

**Tabla N° 03** Acciones para la fase de cierre.

N°	Acción	Definición
1	Reposición o reparación de capas de rodadura, aceras y bordillos	Actividad que se cumple antes de finalizar la obra, en caso de que existió afectación.
2	Retiro de bodegas y oficinas	Se realiza al finalizar la obra con el objeto de restituir el área de ocupación.
3	Limpieza y ordenamiento del área intervenida	Se realiza al finalizar la obra con el objeto de retirar del área restos de escombros de construcción y residuos de origen doméstico.



### 3.8. Costos y presupuestos

#### 3.8.1. Resumen de metrados

RESUMEN DEL PROYECTO						
Proyecto	"DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RURAL DEL CASERÍO PARAÍSO, DISTRITO DE AGALLPAMPA, PROVINCIA DE OTUZCO, LA LIBERTAD"					
Lugar	CASERÍO PARAÍSO- AGALLPAMPA- OTUZCO - LA LIBERTAD					
Elab. Por	ING. YULISA ROJAS VASQUEZ					
Fecha	JULIO DEL 2018					
ITEM	PARTIDAS	UND	SISTEMA 1	SISTEMA 2	SISTEMA 3	TOTAL
<b>1</b>	<b>OBRAS PROVINCIONALES Y SEGURIDAD EN OBRA</b>					
<b>1.01</b>	<b>OBRAS PROVINCIONALES Y SEGURIDAD EN OBRA</b>					
<b>01.01.01</b>	<b>OBRAS PROVINCIONALES</b>					
01.01.01.01	CARTEL DE OBRA DE 4.20 X 7.20 ml	UND	1.00	-	-	1.00
01.01.01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE HERRAMIENTAS Y/O EQUIPAMIENTO	VJE	2.00	-	-	2.00
01.01.01.03	CAMPAMENTO DE OBRA	M2	36.00	-	-	36.00
<b>2</b>	<b>ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</b>					
<b>2.01</b>	<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>					
<b>02.01.01</b>	<b>CAPTACION TIPO LADERA</b>					
02.01.01.01	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	4.85	4.85	4.85	14.55
02.01.01.15	TARRAJEO INT. C/IMPERMEABILIZANTE, MEZCLA 1:2, E=1.5 CM	M2	4.65	4.65	4.65	13.95
02.01.01.16	TARRAJEO EN EXTERIORES (MORTERO 1:5)	M2	6.18	6.18	6.18	18.54
02.01.01.17	PINTURA CON ESMALTE	M2	6.18	6.18	6.18	18.54
02.01.01.20	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS EN CAPTACION	GLB	1.00	1	1	3.00
<b>02.01.02</b>	<b>CERCO DE CAPTACION (02 UND)</b>					0.00
02.01.02.01	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	19.12	19.12	19.12	57.36
02.01.02.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	19.12	19.12	19.12	57.36
02.01.02.03	EXCAVACION MASIVA MANUAL	M3	0.29	0.29	0.29	0.87
02.01.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 30 MTS (A MANO)	M3	0.36	0.36	0.36	1.08
02.01.02.05	CONCRETO FC=140 KG/CM2, SIN MEZCLADORA	M3	0.29	0.29	0.29	0.87
02.01.02.06	PALO DE EUCALIPTO D=10 CM; H= 2.20 M	UND	8.00	8	8	24.00
02.01.02.07	ALAMBRE DE PUAS	M	181.20	181.2	181.2	543.60
02.01.02.08	PUERTA DE MADERA CON MALLA (1.00 X 2.00)	UND	1.00	1	1	3.00

### 3.8.2. Presupuesto general

#### PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO

**Proyecto** "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RURAL DEL CASERÍO PARAÍSO, DISTRITO DE AGALLPAMPA, PROVINCIA DE OTUZCO, LA LIBERTAD"

**Lugar** CASERIOS: PARAISO, DISTRITO: AGALLPAMPA, PROVINCIA: OTUZCO, REGION: LA LIBERTAD

**Fecha** JULIO DEL 2018

PARTIDA	PARGAL
<b>01 OBRAS PROVINCIONALES Y SEGURIDAD EN OBRA</b>	<b>28 787.20</b>
<b>01.01 OBRAS PROVINCIONALES Y SEGURIDAD EN OBRA</b>	<b>28 787.20</b>
<b>01.01.01 OBRAS PROVINCIONALES</b>	<b>28 787.20</b>
<b>02 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	<b>549 424.67</b>
<b>02.01 SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>	<b>7 324.67</b>
<b>02.01.01 CAPTACION TIPO LADERA (02 UND)</b>	<b>3 451.05</b>
<b>02.01.02 CERCO DE CAPTACION (02 UND)</b>	<b>3 873.62</b>
<b>02.02 LINEA DE CONDUCCION</b>	<b>136 622.51</b>
<b>02.02.01 LINEA DE CONDUCCION (LONG. 3,116.08 ML)</b>	<b>123 038.30</b>
<b>02.02.02 VALVULA DE AIRE (3.00 UND)</b>	<b>4 555.56</b>
<b>02.02.03 VALVULAS DE PURGA (3.00 UND)</b>	<b>4 428.39</b>
<b>02.02.04 CAMARA ROMPE PRESION TIPO 06 (1.00 UND)</b>	<b>4 600.26</b>
<b>02.03 ALMACENAMIENTO DE AGUA</b>	<b>46 860.83</b>
<b>02.03.01 RESERVORIO</b>	<b>36 542.86</b>
<b>02.03.02 CASETA DE CLORACION (02 UND)</b>	<b>7 735.55</b>
<b>02.03.03 CERCO PARA RESERVORIO (02 UND)</b>	<b>2 582.42</b>
<b>02.04 RED DE DISTRIBUCION</b>	<b>303 423.90</b>
<b>02.04.01 RED DE DISTRIBUCION (LONG. 7,263.08MTS)</b>	<b>303 423.90</b>
<b>03 UNIDADES BASICAS DE SANEAMIENTO</b>	<b>255 482.99</b>
<b>03.01 UNIDADES BASICAS DE SANEAMIENTO (64 UND)</b>	<b>255 482.99</b>
<b>03.01.01 UBS CON ARRASTRE HIDRAULICO</b>	<b>128 972.18</b>
<b>03.01.02 CAJA DE LODOS</b>	<b>29 937.02</b>
<b>03.01.03 POZO DE PERCOLACION</b>	<b>96 573.79</b>
<b>04 MITIGACION AMBIENTAL</b>	<b>6 961.28</b>
<b>04.01 MITIGACION AMBIENTAL</b>	<b>6 961.28</b>
<b>04.01.01 MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS</b>	<b>2 784.08</b>
<b>04.01.02 MANEJO DE CONTINGENCIAS AMBIENTALES</b>	<b>4 177.20</b>
<b>05 TRANSPORTE DE MATERIALES A LA OBRA</b>	<b>49 669.95</b>
<b>05.01 FLETE TERRESTRE</b>	<b>49 669.95</b>
<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>890,326.06</b>
<b>GASTOS GENERALES (8% CD)</b>	<b>71,226.09</b>
<b>UTILIDAD (5%)</b>	<b>44,516.30</b>
<b>SUB TOTAL (ST)</b>	<b>1,006,068.45</b>
<b>IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (18%)</b>	<b>181,092.32</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>1,187,160.77</b>

### 3.8.3. Análisis de costos unitarios

Para el detalle de costos unitarios, ver anexo I.

### 3.8.4. Relación de insumos

Para el detalle de costos unitarios, ver anexo J.

### 3.8.5. Fórmula polinómica

Sistemas RW7pro

#### DETERMINACION DE LA FORMULA POLINOMICA

Proyecto : DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO  
 Lugar : CÁSERIOS: PARAISO, DISTRITO: AGALLPAMPA, PROVINCIA: OTUZCO, REGION: LA LIBERTAD  
 Elab. Por : ING. YULISA ROJAS VASQUEZ  
 Fecha : JULIO DEL 2018

#### AGRUPACION PRELIMINAR

Nº	IU	ELEMENTO	PARCIAL	% INCID.	AGR. 1	COEF. ACUM.1	AGR. 2	COEF. ACUM.2	Orden. Mono m.
1	47	Mano de obra (Incluido leyes sociales)	424769.71	44.175	1	0.442	J	0.442	1
2	72	Tubería de PVC para agua	211352.12	21.980	2	0.221	T	0.221	2
3	32	Flete terrestre	49669.95	5.166	4	0.052	F	0.052	3
4	49	Maquinaria y equipo importado	43027.00	4.475	5	0.045	MPM	0.072	4
5	51	Perfil de acero liviano	13971.20	1.453	11	0.015	MPM		4
6	50	Marco y tapa de fierro fundido	11378.15	1.183	12	0.012	MPM		4
7	37	Herramienta manual	29700.90	3.089	6	0.044	HMB	0.076	5
8	45	Madera terciada para carpintería	16626.47	1.729	9	0.017	HMB		5
9	17	Bloque y ladrillo	14413.57	1.499	10	0.015	HMB		5
10	05	Agregado grueso	27063.41	2.815	7	0.036	AC	0.063	6
11	21	Cemento portlan tipo I	21588.58	2.245	8	0.027	AC		6
12	39	Indice General de Precios al Consumidor	72642.09	7.555	3	0.075	G	0.075	7
	04	Agregado fino	7882.77	0.820	7				
	77	Válvula de bronce nacional	4190.13	0.436	8				
	02	Acero de construcción liso	3896.69	0.405	6				
	48	Maquinaria y equipo nacional	3254.56	0.338	6				
	03	Acero de construcción corrugado	2961.55	0.308	6				
	46	Malla de acero	1475.00	0.153	6				
	54	Pintura látex	978.85	0.102	2				
	65	Tubería de acero negro y/o galvanizado	503.85	0.052	6				
	10	Aparato sanitario con grifería	118.00	0.012	8				
	52	Perfil de aluminio	87.63	0.009	6				
<b>TOTAL</b>			<b>961552.18</b>	<b>100.000</b>		<b>1.000</b>		<b>1.000</b>	

#### CONFORMACION DE MONOMIOS

NºM	Nº IU	IU	ELEMENTO	COEF. INICIAL	SIMB. AGRUP.	% INCID.	COEF. ACUM.
1	1	47	Mano de obra (Incluido leyes sociales)	0.442	J	100.00	0.442
2	2	72	Tubería de PVC para agua	0.221	T	100.00	0.221
3	3	32	Flete terrestre	0.052	F	100.00	0.052
4	4	49	Maquinaria y equipo importado	0.045	MPM	62.50	0.072
	5	51	Perfil de acero liviano	0.015	MPM	20.83	
	6	50	Marco y tapa de fierro fundido	0.012	MPM	16.67	
5	7	37	Herramienta manual	0.044	HMB	57.89	0.076
	8	45	Madera terciada para carpintería	0.017	HMB	22.37	
	9	17	Bloque y ladrillo	0.015	HMB	19.74	
6	10	05	Agregado grueso	0.036	AC	57.14	0.063
	11	21	Cemento portlan tipo I	0.027	AC	42.86	
7	12	39	Indice General de Precios al Consumidor	0.075	G	100.00	0.075
<b>TOTAL</b>				<b>1.000</b>			<b>1.000</b>

#### FORMULA POLINOMICA:

$K =$	$\frac{Jr}{Jo}$	$+$	$0.221 \frac{Tr}{To}$	$+$	$0.052 \frac{Fr}{Fo}$	$+$	$0.072 \frac{MPMr}{MPMo}$	$+$	$0.076 \frac{HMBr}{HMBo}$	$+$	$0.063 \frac{ACr}{ACo}$	$+$	$0.075 \frac{Gr}{Go}$
-------	-----------------	-----	-----------------------	-----	-----------------------	-----	---------------------------	-----	---------------------------	-----	-------------------------	-----	-----------------------

#### IV. DISCUSIÓN

Para el desarrollo del presente proyecto se han tomado algunas referencias bibliográficas de trabajos previos acerca del mismo tema, aplicados a zonas y poblaciones rurales en el Perú. Los parámetros básicos de diseño de cada componente del sistema de agua potable como de saneamiento fueron tomados del reglamento nacional de edificaciones, en todos los casos.

El resultado del levantamiento topográfico y del estudio de mecánica de suelos indicó que el terreno del caserío de Paraíso es de calidad regular con pendientes pronunciadas alrededor de 15%, lo cual se asemeja a lo obtenido en el expediente técnico de Municipalidad Distrital de Usquil (2017), en su proyecto desarrollado en la localidad de Cuyuchugo de la misma provincia de Otuzco en la sierra liberteña. En cuanto al diseño de los reservorios proyectados el volumen calculado es de 5m<sup>3</sup> en el sector Pedregal Alto para una población proyectada de 49 habitantes y de 8m<sup>3</sup> en el sector La Pampa con una población proyectada de 158 habitantes. Comparando esta proyección con la de Diaz y Zavaleta (2015), que calcularon un reservorio de 15m<sup>3</sup> para una población proyectada de 402 habitantes; se consideran resultados similares y aceptables.

Los diámetros de la red de distribución calculados varían entre 1" y 2" con un caudal de aforo de 5 l/s., para la población proyectada del caserío de Paraíso Centro de 176 habitantes, datos similares a los encontrados por Meza (2010), quien para una población de 412 habitantes con un caudal de 3 l/s., la tubería de la red de distribución va desde los ¾" hasta las 2". En cuanto a las tuberías de las conexiones domiciliarias son de ½" tanto en el presente proyecto como en el de Meza (2010).

Los criterios para la selección del tipo de UBS se tomaron del reglamento nacional de edificaciones; se optó por UBS de arrastre hidráulico debido a la dotación de agua de población, el mismo tipo de UBS se escogió en el expediente técnico de Municipalidad Distrital de Usquil (2017).

## V. CONCLUSIONES

- Se realizó el levantamiento topográfico de la zona de estudio, donde se encontraron pendientes 5% - 15%, interpretándose que el terreno presenta una topografía ondulada a accidentada.
- Se realizó el estudio de mecánica de suelos a las muestras extraídas de la zona, mediante 9 calicatas, obteniendo como resultados de laboratorio, suelos arcillosos, grava y arena limo o arcilloso.  
Sector Paraíso: Arcilla limosa arenosa (CL).  
Sector Pedregal: Arena arcillosa con grava (SC).  
Sector La Pampa: Arena arcillosa con grava (SC).
- Se consideró el mantenimiento de las captaciones existentes de los sectores Paraíso, Pedregal y la Pampa. Asimismo, se realizó el diseño de la línea de conducción de los sectores: Paraíso con una longitud de 1710.90 m del primer tramo y 1226.23 m del segundo tramo, Pedregal con una longitud de 61.93 m y La Pampa con una longitud de 117.02 m. Se optó por dar mantenimiento al reservorio del sector Paraíso, y el diseño de dos reservorios, para el sector La Pampa, el volumen del reservorio es de 8m<sup>3</sup> y para el sector de Pedregal un volumen de 5m<sup>3</sup>.
- Se diseñó la red de distribución de los sectores: Paraíso diámetro de 2" (tramo 521.10m) y 1" (tramo 2541.10m), Pedregal diámetro de 2" (tramo 148.77m) y 1" (tramo 1078.42m) y La Pampa diámetro de 2" (tramo 1366.43) y 1" (tramo 1607.26 m).
- Además, el diseño de las UBS se escogió arrastre hidráulico y se terminó el volumen total efectivo del biodigestor 0.42 m<sup>3</sup>, optándose por 600 litros de capacidad. La profundidad de absorción del pozo es de 1.5m.

- Se realizó el estudio de impacto ambiental, con el fin de implementar medidas de mitigación de los impactos ambientales negativos en la zona de influencia del proyecto.
- El costo directo del proyecto es de S/. 890,326.06 y el presupuesto total es S/.1'187,160.77

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Para realizar el levantamiento topográfico se recomienda tener en cuenta las temporadas de lluvias de la zona para no tener imprevistos que retrasen la labor debido a lluvias o mal clima.
- En cuanto a realizar el estudio de mecánica de suelos, se recomienda seguir al pie de la letra las instrucciones sobre la toma de muestras que son llevadas a laboratorio.
- En cuanto al diseño de la red de agua potable se recomienda tener en cuenta la zona de estudio, la dotación de agua según el clima y la región según como indica el reglamento nacional de edificaciones.
- Para la selección del tipo de unidad básica de saneamiento se recomienda, tener en cuenta la conformación del terreno según los resultados del EMS, para garantizar un buen desempeño de la UBS.

## VII. REFERENCIAS

- CASANOVA, Leonardo. Curso completo de topografía, 2010. 289pp.
- DIAZ Esquivel, Martin y ZAVALETA Beltrán, Fredy. Diseño del mejoramiento y ampliación de servicio de agua potable e instalación de letrinas sanitarias en el caserío Shiracmaca- sector Maragosdy, distrito de Huamachuco, provincia Sánchez Carrión- La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2015.
- HUMANCHUMO Venegas, Henry. Modelo de control estratégico para el sector saneamiento en el Perú. Perú, 2013.
- INSTITUTO Peruano de Economía. Estudios de Impacto Ambiental. 2014. Disponible en: <http://www.ipe.org.pe/content/estudios-de-impacto-ambiental>.
- LÁRRAGA Jurado, Bolivar. Diseño del sistema de agua potable para Augusto Valencia, Cantón Vinces, Provincia de Los Ríos. Tesis (Ingeniero Civil). Quito: Pontificia Universidad Católica de Ecuador, Facultad de Ingeniería, 2016.
- LUDEÑA Cárdenas, Jahir. Diseño de la ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado de los sectores El Olivo, Cruz Blanca y San Agustín de la localidad de Otuzco, provincia de Otuzco, región La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2013.
- MENDOZA Dueñas. Topografía Técnicas Modernas, 2012.
- MEZA De La Cruz, Jorge. Diseño de un sistema de agua potable para la comunidad nativa de Tsoroja, analizando la incidencia de costos siendo una

- comunidad de difícil acceso. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2010.
- MINISTERIO de Economía y Finanzas (Perú): Guía para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Saneamiento Básico en el Ámbito Rural, a Nivel de Perfil. Dirección General de Programación Multianual del Sector Público, 2007, 339pp.
  - MINISTERIO de Salud (Perú): Saneamiento Básico Rural.
  - MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú): Manual de hidrología, hidráulica y drenaje. Dirección general de caminos y ferrocarriles, 2014, 222pp.
  - MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento, NTP OS.010: Captación y conducción de agua para consumo humano. Lima, 2009.
  - MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento, NTP OS.030: Almacenamiento de agua para consumo humano. Lima, 2009.
  - MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento, NTP OS.050: Redes de distribución de agua para consumo humano. Lima, 2009.
  - MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento, NTP IS.010: Instalaciones sanitarias para edificaciones. Lima, 2009.
  - MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento, NTP IS.020: Tanques sépticos. Lima, 2009.
  - MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento, NTP E.050: Suelos y cimentaciones. Lima, 2006.



- MUNICIPALIDAD Distrital de Usquil. Mejoramiento, ampliación de los servicios de agua potable y saneamiento básico rural en el centro poblado Cuyuchugo, distrito de Usquil - Otuzco - La Libertad. La Libertad, 2017.
- OLIVARES, Maximiliano. Especialista de ANEAS. Un mejor tratamiento para un mayor aprovechamiento. México, 2017. p.30.