



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño del sistema de agua potable y UBS, Sector Las Peñas y Poyo Colorado, Distrito  
Huamachuco, Provincia Sánchez Carrión, La Libertad”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Aguilar De La Cruz Jefferson Javier (ORCID: 0000-0003-4347-0988)  
Becerra Vasquez Deyvi Antony(ORCID: 0000-0002-2282-3994)

ASESORES:

Dr. Herrera Viloche Alex Arquímedes (ORCID: 0000-0001-9560-6846)

Mg. Farfan Córdova Marlon Gastón(ORCID: 0000-0001-9295-5557)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

TRUJILLO – PERÚ

2020

## DEDICATORIA

El presente proyecto de tesis lo dedico principalmente a Dios, por ser mi inspirador y por darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de mis anhelos más deseados.

A mis padres, Ronald Aguilar Delgado y Janet De La Cruz Baltazar, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Es un orgullo y privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

A mi hermana por estar siempre presente, acompañándome y por todo el apoyo moral que me brindo a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que este proyecto se realice con éxito, en especial a aquellos que me abrieron las puertas y me compartieron sus conocimientos.

Jefferson Aguilar.

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres, Américo Becerra Angulo y Elizabeth Vásquez Quiliche, ya que ellos son las personas que siempre me han apoyado, me han aconsejado y a la vez me brindaban su cariño y su amor para poder cumplir las metas trazadas.

A mis hermanos, Mirella y Darwin por estar conmigo en las buenas y malas durante toda la vida universitaria.

A mis abuelos, José y María por todo su apoyo incondicional y por todo el cariño que me brindan día a día.

Deyvi Becerra.

## **AGRADECIMIENTO**

Nos gustaría agradecer en estas líneas la ayuda que muchas personas y colegas nos han prestado durante el proceso de investigación y redacción de este proyecto. En primer lugar, quisiéramos agradecer a nuestros padres quienes nos han ayudado y apoyado en todo el proyecto, a nuestro asesor, Ing. Alex Arquímedes Herrera Viloche, por habernos orientado en todos los momentos que necesitamos sus consejos.

Así mismo, deseamos expresar nuestro reconocimiento a los sectores Las Peñas y Poyo Colorado, por darnos la oportunidad de apoyarles con la creación de este proyecto de investigación, al Agente municipal de estos sectores, quien nos brindó todas las facilidades y atenciones para acceder a este lugar y poder obtener la información necesaria para nuestro proyecto.

A todos nuestros amigos y futuros colegas que nos ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad. Al Ing. Marlon Farfán asesor metodológico, por toda la orientación prestada.

A la Universidad Privada César Vallejo por ser la sede de todo el conocimiento adquirido en estos años.

Los Autores.

## PÁGINA DEL JURADO

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Jefferson Javier Aguilar De La Cruz y Deyvi Antony Becerra Vásquez, estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificados con DNI N° 70235314 y 71253851; 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 el proyecto de tesis es de nuestra autoría y que toda la documentación, datos e información que en ella se presenta es veraz y auténtica.

En tal sentido, asumimos 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 nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.



---

Jefferson Aguilar De La Cruz

DNI: 70235314



---

Deyvi Becerra Vásquez

DNI: 71253851

## ÍNDICE

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del Jurado .....	iv
Declaratoria de Autenticidad .....	v
Índice .....	vi
Índice de Cuadros .....	xii
Índice de Figuras .....	xvi
RESUMEN .....	xviii
ABSTRACT .....	xix
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>28</b>
2.1 Tipo Y Diseño De La Investigación.....	28
2.2 Operacionalización de variables .....	29
2.3 Población, Muestra Y Muestreo.....	32
2.4 Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos, Validez, Confiabilidad .....	33
2.5 Método De Análisis De Datos .....	34
2.6 Aspectos Éticos.....	34
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....</b>	<b>35</b>
3.1.1. Generalidades .....	35
3.1.2. Objetivos.....	35
3.1.3. Reconocimiento de la zona de estudio .....	35
3.1.4. Metodología de trabajo .....	36
3.1.4.1. Preparación y organización .....	36
3.1.4.2. Trabajo de campo.....	38
3.1.4.2.1. Proceso de levantamiento topográfico .....	38
3.1.4.3. Trabajo de gabinete.....	38
3.1.4.3.1. Equipos y software .....	38
3.1.4.3.2. Procesamiento de datos.....	39
3.1.5. Análisis de resultados .....	42
<b>3.2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....</b>	<b>43</b>
3.2.1. Generalidades .....	43
3.2.2. Objetivos.....	43
3.2.3. Sismicidad .....	43
3.2.4. Trabajo de campo.....	44

3.2.4.1. Excavaciones .....	45
3.2.4.2. Toma y transporte de muestras.....	45
3.2.4.3. Registro de excavaciones.....	45
3.2.5. Trabajo de laboratorio.....	46
3.2.5.1. Análisis granulométrico .....	46
3.2.5.2. Contenido de humedad .....	47
3.2.5.3. Límite de Atterberg.....	47
3.2.5.4. Clasificación de suelos.....	49
3.2.6. Características del proyecto .....	56
3.2.6.1. Perfil estratigráfico.....	56
3.2.7. Análisis de los resultados de laboratorio .....	54
3.2.7.1. Análisis mecánico por tamizado.....	54
3.2.7.2. Resumen de contenido de humedad.....	55
3.2.7.3. Resumen de los límites de Atterberg.....	55
3.2.7.4. Análisis de peso unitario .....	55
3.2.7.5. Análisis de la capacidad portante .....	56
3.2.8. Análisis y parámetros resistentes .....	58
3.2.9. Conclusiones.....	62
<b>3.3. ESTUDIO FÍSICO-QUÍMICO Y BACTEREOLÓGICO DEL AGUA</b> <b>(CALIDAD DEL AGUA).....</b>	<b>63</b>
3.3.1. Generalidades .....	63
3.3.2. Objetivo .....	63
3.3.3. Marco legal.....	63
3.3.3.1. Estándares nacionales de calidad para el agua: DS 002- 2008-MINAM .....	63
3.3.4. Monitoreo .....	64
3.3.4.1. Parámetros de monitoreo de agua para consumo .....	64
3.3.4.1.1. Parámetros fisicoquímicos .....	64
3.3.4.1.2. Parámetros microbiológicos .....	64
3.3.4.2. Puntos de monitoreo.....	65
3.3.4.2.1. Punto N° 01 - captación 01 "Poyo Colorado" ..	65
3.3.4.2.2. Punto N° 02 - captación 02 "Las Peñas" .....	65
3.3.4.2.3. Punto N° 03 - captación 03 "Las Peñas" .....	65

3.3.5. Metodología.....	65
3.3.5.1. Metodología para el muestreo .....	65
3.3.5.2. Metodología para el análisis .....	66
3.3.5.2.1. Equipos y materiales usados para el monitoreo .....	66
3.3.6. Resumen de resultados del estudio de la calidad de agua.....	67
<b>3.4. BASES DE DISEÑO.....</b>	<b>68</b>
<b>3.4.1. Generalidades .....</b>	<b>68</b>
3.4.1.1. Área de influencia .....	68
3.4.1.2. Horizonte de planeamiento .....	68
3.4.1.3. Periodo de diseño .....	70
3.4.1.4. Población actual.....	70
3.4.1.5. Tasa de crecimiento .....	70
3.4.1.6. Población de diseño .....	72
3.4.1.6.1. Población .....	72
3.4.1.6.2. Viviendas .....	75
3.4.1.6.3. Institución educativa .....	76
3.4.1.6.4. Local comunal.....	77
3.4.1.7. Dotaciones .....	77
3.4.1.8. Variaciones de consumo .....	78
<b>3.4.2. Sistema proyectado de agua potable.....</b>	<b>82</b>
3.4.2.1. Datos y parámetros de diseño.....	82
3.4.2.2. Resumen de la demanda .....	83
3.4.2.3. Análisis de la oferta (Aforo).....	88
3.4.2.3.1. Aforo volumétrico.....	88
3.4.2.4. Balance hídrico .....	89
<b>3.5. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE .....</b>	<b>92</b>
3.5.1. Generalidades .....	92
3.5.2. Captaciones .....	92
3.5.2.1. Diseño hidráulico y dimensionamiento.....	93
3.5.2.1.1. Captación 01 "Poyo Colorado" .....	93
3.5.2.1.2. Captación 02 y 03 "Las Peñas" .....	105
3.5.2.2. Diseño estructural de la captación de ladera .....	111

3.5.2.2.1. Captación 01 "Poyo Colorado" .....	111
3.5.2.2.2. Captación 02 y 03 "Las Peñas" .....	119
3.5.3. Línea de conducción .....	123
3.5.3.1. Criterios de diseño .....	123
3.5.3.2. Diseño de línea de conducción - Captación Poyo Colorado .....	124
3.5.3.3. Diseño de línea de conducción - Captación Las Peñas 01 y 02 .....	128
3.5.4. Reservoirio de almacenamiento.....	135
3.5.4.1. Consideraciones básicas .....	135
3.5.4.2. Cálculo de capacidad del reservoirio .....	136
3.5.4.3. Diseño del reservoirio cuadrado 01.....	138
3.5.4.3.1. Dimensionamiento del reservoirio .....	138
3.5.4.3.2. Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia .....	139
3.5.4.3.3. Análisis y diseño estructural.....	140
3.5.4.4. Diseño del reservoirio cuadrado 02.....	164
3.5.4.4.1. Dimensionamiento del reservoirio .....	164
3.5.4.4.2. Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia .....	165
3.5.4.4.3. Análisis y diseño estructural.....	166
3.5.5. Cámara rompe-presión .....	182
3.5.5.1. Consideraciones básicas .....	182
3.5.5.2. Diseño de la cámara rompe-presión.....	183
3.5.6. Red de distribución.....	196
3.5.6.1. Aspectos generales .....	196
3.5.6.2. Caudales de diseño .....	196
3.5.6.3. Velocidades admisibles.....	196
3.5.6.4. Presiones admisibles.....	197
3.5.6.5. Trazado.....	197
3.5.6.6. Materiales .....	197
3.5.6.7. Criterios de diseño .....	197
3.5.6.8. Línea de conducción .....	198

3.5.6.8.1. Línea de conducción - SECTOR A .....	199
3.5.6.8.2. Línea de conducción - SECTOR B.....	201
3.5.6.8.3. Línea de distribución - SECTOR A .....	203
3.5.6.8.4. Línea de distribución - SECTOR B .....	222
<b>3.6. DISEÑO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO .....</b>	<b>254</b>
<b>3.6.1. Generalidades .....</b>	<b>254</b>
<b>3.6.2. Parámetros de diseño .....</b>	<b>254</b>
3.6.2.1. Ámbito geográfico.....	254
3.6.2.2. Dispersión de la población .....	254
3.6.2.3. Inundabilidad del terreno .....	254
3.6.2.4. Posibilidad de descarga de agua.....	254
3.6.2.5. Permeabilidad del terreno .....	255
3.6.2.6. Profundidad del acuífero .....	255
<b>3.6.3. Opción tecnológica adoptada.....</b>	<b>255</b>
3.6.3.1. Criterio de diseño .....	255
3.6.3.2. Elementos .....	255
3.6.3.3. Parámetros de diseño de los elementos de la UBS.....	256
3.6.3.3.1. Caseta.....	256
3.6.3.3.2. Aparato sanitario (Inodoro) .....	256
3.6.3.3.3. Conducto de evacuación.....	256
3.6.3.3.4. Tubería de ventilación.....	257
3.6.3.3.5. Caja de registro.....	257
3.6.3.3.6. Biodigestor.....	257
<b>3.6.4. Seleccionamiento de biodigestor y diseño de poza de infiltración</b> .....	<b>257</b>
3.6.4.1. Diseño del biodigestor .....	257
3.6.4.2. Cálculo de la capacitación del biodigestor .....	259
<b>3.6.5. Diseño de las zanjas de infiltración .....</b>	<b>262</b>
3.6.5.1. Datos generales .....	262
3.6.5.2. Dimensionamiento de las zanjas.....	263
<b>3.7. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>265</b>
<b>3.7.1. Generalidades .....</b>	<b>265</b>
<b>3.7.2. Descripción del proyecto .....</b>	<b>264</b>

3.7.3. Área de influencia ambiental.....	265
3.7.4. Diagnóstico ambiental .....	266
3.7.4.1. Medio físico .....	266
3.7.4.2. Medio biótico.....	266
3.7.4.3. Medio socioeconómico.....	267
3.7.5. Identificación y evacuación de impacto socio ambientales .....	268
3.7.5.1. Características del proyecto .....	268
3.7.5.2. Identificación de posibles impactos ambientales .....	270
3.7.6. Plan de manejo ambiental.....	276
3.8. COSTOS Y PRESUPUESTOS.....	279
3.8.1. Presupuesto general.....	279
IV. DISCUSIÓN.....	285
V. CONCLUSIONES .....	287
VI. RECOMENDACIONES .....	288
VII. REFERENCIAS .....	289
ANEXOS .....	294

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Vías de acceso al sector en estudio.....	8
Cuadro 2: Cantidad de Alumnos en el nivel inicial.....	9
Cuadro 3: Cantidad de Alumnos según el nivel.....	10
Cuadro 4: Ensayos realizados en el laboratorio .....	17
Cuadro 5: Operacionalización de Variables.....	29
Cuadro 6: Características de DRONE PHANTOM .....	36
Cuadro 7: Características de MOBIL STATION.....	37
Cuadro 8: Registro de Calicatas.....	45
Cuadro 9: Sistema de clasificación de suelos AASHTO .....	50
Cuadro 10: Sistema de clasificación de suelos SUCS.....	51
Cuadro 11: Perfil Estratigráfico de las calicatas .....	53
Cuadro 12: Análisis granulométrico .....	54
Cuadro 13: Contenido de Humedad.....	55
Cuadro 14: Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad .....	55
Cuadro 15: Cálculo de la Falla Local por Corte del Reservorio 1 .....	57
Cuadro 16: Cálculo de la Falla Local por Corte del Reservorio 2 .....	57
Cuadro 17: Cálculo de la Falla Local por Corte de la línea de conducción .....	58
Cuadro 18: Factores de zona.....	59
Cuadro 19: Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso .....	60
Cuadro 20: Factor de suelo.....	60
Cuadro 21: Periodos $T_p$ y $T_L$ .....	60
Cuadro 22: Sistemas Estructurales.....	61
Cuadro 23: Irregularidades Estructurales en Altura.....	61
Cuadro 24: Irregularidades Estructurales en Planta .....	62
Cuadro 25: Parámetros de calidad de agua .....	67
Cuadro 26: Periodo de Diseño .....	70
Cuadro 27: Determinación de la tasa de crecimiento poblacional .....	71
Cuadro 28: Determinación de la densidad poblacional.....	72
Cuadro 29: Proyección de la población futura del sector A.....	73

Cuadro 30: Proyección de la población futura del sector B .....	74
Cuadro 31: Proyección de viviendas futuras del sector A.....	75
Cuadro 32: Proyección de viviendas futuras del sector B.....	76
Cuadro 33: Proyección estudiantil del sector B .....	77
Cuadro 34: Proyección futura del local comunal .....	77
Cuadro 35: Dotaciones según la región.....	77
Cuadro 36: Dotaciones según centros educativos .....	78
Cuadro 37: Dotaciones según usos.....	78
Cuadro 38: Consumo Promedio diario anual del sector A.....	79
Cuadro 39: Consumo Promedio diario anual del sector B .....	79
Cuadro 40: Consumo Promedio diario anual del sector A, incluyendo pérdidas.....	80
Cuadro 41: Consumo Promedio diario anual del sector B, incluyendo pérdidas .....	80
Cuadro 42: Consumo Máximo Diario del Sector A .....	81
Cuadro 43: Consumo Máximo Diario del Sector B .....	81
Cuadro 44: Consumo Máximo Horario del Sector A.....	81
Cuadro 45: Consumo Máximo Horario del Sector B .....	81
Cuadro 46: Parámetros básicos del diseño de agua potable en el Sector A .....	82
Cuadro 47: Parámetros básicos del diseño de agua potable en el Sector B .....	83
Cuadro 48: Resumen de la Demanda sector A.....	84
Cuadro 49: Resumen de la Demanda sector .....	86
Cuadro 50: Aforo de la captación “Poyo Colorado” .....	88
Cuadro 51: Aforo de la captación “Las Peñas” .....	88
Cuadro 52: Aforo de la captación “Las Peñas” .....	89
Cuadro 53: Resumen del Aforo.....	89
Cuadro 54: Balance Hídrico del Sector A.....	90
Cuadro 55: Balance Hídrico del Sector B .....	91
Cuadro 56: Ubicación de las captaciones en estudio .....	92
Cuadro 57: Valores de fricción superficial entre suelos y materiales de construcción .....	111
Cuadro 58: Dimensiones de la captación “Poyo Colorado” .....	111
Cuadro 59: Momentos de estabilización y peso “Poyo Colorado” .....	114

Cuadro 60: Dimensiones de la captación “Las Peñas” .....	119
Cuadro 61: Momentos de estabilización y peso “Las Peñas” .....	121
Cuadro 62: Máximas presiones hidrostáticas .....	124
Cuadro 63: Ubicación de reservorios en estudio .....	136
Cuadro 64: Factores de Zona .....	143
Cuadro 65: Factores de Uso .....	144
Cuadro 66: Factores de Suelo.....	144
Cuadro 67: Tp y TL.....	145
Cuadro 68: Modelo Dinámico para tanque de pared rígido .....	152
Cuadro 69: Factor de modificación de respuesta R.....	152
Cuadro 70: Momentos flexionante en la base del reservorio 01 .....	157
Cuadro 71: Momentos de volteo en la base del reservorio 01 .....	157
Cuadro 72: Verificación por contracción y temperatura en el reservorio 01 .....	160
Cuadro 73: Cargas que se transmiten al suelo en el reservorio 01 .....	162
Cuadro 74: Resumen de colocación de acero en el reservorio 01 .....	164
Cuadro 75: Momentos flexionante en la base del reservorio 02 .....	176
Cuadro 76: Momentos de volteo en la base del reservorio 02 .....	176
Cuadro 77: Verificación por contracción y temperatura en el reservorio 02 .....	178
Cuadro 78: Cargas que se transmiten al suelo en el reservorio 02.....	180
Cuadro 79: Resumen de colocación de acero en el reservorio 02.....	182
Cuadro 80: Ubicación de la CRP-T6.....	183
Cuadro 81: Momentos de estabilización y peso “CRP T-6” .....	192
Cuadro 82: Carga estática máxima en la línea de conducción del Sector A .....	199
Cuadro 83: Tramos de la línea de conducción del Sector A .....	199
Cuadro 84: Pérdidas de carga en la línea de conducción del Sector A .....	200
Cuadro 85: Presiones en la línea de conducción del Sector A .....	200
Cuadro 86: Carga estática máxima en la línea de conducción del Sector B .....	201
Cuadro 87: Tramos de la línea de conducción del Sector B.....	201
Cuadro 88: Pérdidas de carga en la línea de conducción del Sector B.....	202
Cuadro 89: Presiones en la línea de conducción del Sector B .....	202

Cuadro 90: Tramos de la línea de distribución Sector A .....	203
Cuadro 91: Verificación de las velocidades Sector A.....	208
Cuadro 92: Verificación de las presiones Sector A.....	215
Cuadro 93: Tramos de la línea de distribución Sector B.....	222
Cuadro 94: Verificación de las velocidades Sector B .....	230
Cuadro 95: Verificación de las presiones Sector B.....	242
Cuadro 96: Unidades de descarga de los aparatos sanitarios .....	258
Cuadro 97: Tiempo de retención en el biodigestor .....	258
Cuadro 98: Volumen de sedimentación .....	259
Cuadro 99: Volumen de digestión y almacenamiento.....	259
Cuadro 100: Volumen total del biodigestor .....	260
Cuadro 101: Medidas estandarizadas del biodigestor Rotoplas .....	261
Cuadro 102: Coeficiente de infiltración .....	262
Cuadro 103: Submatriz de evaluación de posibles impactos en el suelo .....	271
Cuadro 104: Submatriz de evaluación de posibles impactos en el suelo .....	272
Cuadro 105: Submatriz de evaluación de posibles impactos en el agua .....	273
Cuadro 106: Submatriz de evaluación de posibles impactos en medio biótico (flora y fauna).....	274
Cuadro 107: Submatriz de evaluación de posibles impactos en el medio socioeconómico-cultural .....	276
Cuadro 108: Acciones de prevención o mitigación.....	277

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación regional de la libertad .....	4
Figura 2: Ubicación departamental de la libertad .....	4
Figura 3: Ubicación provincial de Sánchez Carrión .....	5
Figura 4: Ubicación distrital de Huamachuco .....	5
Figura 5: Ubicación de los sectores.....	6
Figura 6: Esquema del Diseño de Agua Potable en zonas rurales .....	20
Figura 7: Limpieza a la cámara de captación .....	21
Figura 8: Unidad Básica de Saneamiento.....	24
Figura 9: Diseño de Investigación.....	28
Figura 10: Trípode.....	37
Figura 11: Ortofoto .....	40
Figura 12: Modelo Digital de Superficie (DSM) .....	41
Figura 13: Modelo Digital de Terreno (DTM).....	42
Figura 14: Mapa de Zonas Sísmicas del Perú .....	44
Figura 15: Carga Disponible y perdida de carga en el punto de afloramiento .....	94
Figura 16: Ancho de la pantalla de la captación .....	97
Figura 17: Altura de la cámara húmeda .....	99
Figura 18: Dimensiones de la canastilla.....	101
Figura 19: Fuerzas que actúan en la estructura de la captación “Poyo Colorado” .....	112
Figura 20: Fuerzas que actúan en la estructura de la captación “Las Peñas” .....	119
Figura 21: Vista en planta del reservorio cuadrado 01.....	142
Figura 22: Vista frontal del reservorio cuadrado 01 (cambiar la descripción de la figura 21).....	142
Figura 23: Ajuste a la presión hidrostática debido a la aceleración vertical .....	154
Figura 24: Vista en planta del reservorio cuadrado 02.....	167
Figura 25: Vista frontal del reservorio cuadrado 02 (cambiar descripción de la figura 24).....	167
Figura 26: Ajuste a la presión hidrostática debido a la aceleración vertical .....	174
Figura 27: Esquema de la CRP-T6.....	186

Figura 28: Muro de la CRP, sometido a empuje de la tierra .....	191
Figura 29: Medidas estandarizadas del biodigestor Rotoplas .....	260
Figura 30: Dimensiones de la cámara de lodo .....	261
Figura 31: Dimensiones de la zanja de infiltración.....	263
Figura 32: Flujograma del proceso de ejecución del proyecto.....	270
Figura 33: Presupuesto .....	279

## RESUMEN

La construcción de un eficiente Sistema Integral de Agua y Saneamiento, es un ente primordial para los Gobiernos, en tal sentido se plantea el presente proyecto “Diseño del sistema de agua potable y UBS, Sector Las Peñas y Poyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia Sánchez Carrión, La Libertad”, con la finalidad que los pobladores mejoren su calidad de vida. El tipo de investigación es de tipo no experimental-transversal, que abastece en el sector A, una población inicial de 306 habitantes y una futura de 351 habitantes, para el sector B, una población inicial 540 habitantes y una futura de 620 habitantes. Se diseñó el Sistema de Agua Potable y Saneamiento Rural, compuesto por tres captaciones tipo ladera, línea de conducción con PVC de 1”, 01 Reservoirio Cuadrado apoyado de 10 m<sup>3</sup> y 01 Reservoirio Cuadrado apoyado de 15 m<sup>3</sup> con su caseta de cloración respectivamente, redes de distribución con tuberías de 2”, 1”, ¾” de diámetro, 01 cámara rompe-presión tipo VI, válvulas de control, aire y purga. Para el sistema de saneamiento se cuenta con Unidades Básicas de Saneamiento con arrastre hidráulico, empleando biodigestores de 600 lt para las 234 viviendas y 1300 lt para la Institución Educativa, Inicial y Local Comunal, con zanjas de infiltración para la deposición de las aguas y excretas, teniendo en cuenta los parámetros establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones en el rubro de Obras de Saneamiento así como en la norma técnica de opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. El proyecto tiene un costo final de S/. 2’ 360’ 474. 74

Palabras clave: Diseño, Agua Potable, Saneamiento Rural

## ABSTRACT

The construction of an efficient Integral System of Water and Sanitation, is a primary entity for the Governments, in this sense the present project is proposed “Design of the potable water system and UBS, Sector Las Peñas and Poyo Colorado, District Huamachuco, Province Sánchez Carrión, La Libertad ”, with the purpose that the inhabitants improve their quality of life. The type of research is of a non-experimental-transversal type, which supplies in sector A, an initial population of 306 inhabitants and a future population of 351 inhabitants, for sector B, an initial population 540 inhabitants and a future population of 620 inhabitants. The Potable Water and Rural Sanitation System was designed, consisting of three hillside-type catchments, 1 ”PVC conduction line, 01 10 m<sup>3</sup> Square Reservoir supported and 01 15 m<sup>3</sup> Square Reservoir supported with their chlorination booth respectively, networks of distribution with pipes of 2 ”, 1”, tuberías ”in diameter, 01 pressure-breaking chamber type VI, control valves, air and purge. For the sanitation system there are Basic Sanitation Units with hydraulic drag, using biodigesters of 600 lt for the 234 homes and 1300 lt for the Educational Institution, Initial, Local Communal, with infiltration ditches for the deposition of water and excreta , taking into account the parameters established in the National Building Regulations in the category of Sanitation Works as well as in the technical standard of technological options for sanitation systems in the rural area of the Ministry of Housing Construction and Sanitation. The project has a final cost of S /. 2 ’360’ 474. 74.

Keywords: Design, Potable Water, Rural Sanitation

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA**

El agua es el factor que tiene que predominar en todas las sociedades, debido a que es un elemento que es indispensable para la existencia de todo ser humano, hablar de acceso a este recurso es hablar de un derecho, ya que este elemento forma parte de nuestro derecho a la alimentación, salud y a un medio ambiente saludable y sostenible. Si las personas no pueden acceder a estos beneficios se puede decir que no ven satisfecho este derecho. Debido a ello se puede afirmar que gracias al agua y a los diversos sistemas que nos permiten su conservación y distribución se hace posible el desarrollo sostenible de la población.

De acuerdo con Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS,2018), hoy en día podemos apreciar que en la gran parte de las zonas rurales de nuestro país se presentan diversos problemas sociales que necesitan una intervención inmediata, como uno de los mayores problemas en las comunidades tenemos la falta de abastecimiento de agua potable donde se describe que al interior del país 1 de cada 5 peruanos no cuentan con acceso a agua potable, esto se ve mayormente evidenciado en las zonas rurales donde el 98.8% de la población no consume agua potable de calidad, es decir más de 6 millones de peruanos aquejan este problema y a su vez no cuentan con un adecuado sistema de eliminación de excretas, por ende más de 4 millones de personas aquejan diversas enfermedades gastrointestinales. Por otra parte, diversos estudios realizados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO,2016), nuestro país se encuentra dentro de los 10 primeros países que contienen una de las mayores reservas de agua dulce en todo el planeta, sin embargo, los servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento son muy precarios, deficientes e inexistentes en algunas zonas de nuestro Perú, esta realidad se ve más evidente en el interior de nuestro país. Es decir, zonas rurales, la diferencia entre los sistemas de muchas zonas urbanas con respecto a las zonas rurales es muy grande, esto se debe a que la población rural al ser dispersa no se considera como primordial debido a las dificultades que presentan en su acceso territorial.

Según Gerencia Regional de Vivienda Construcción y Saneamiento (GRVCS,2014) nos indica que nuestra Región es considerada como una de las que más déficits presenta en los servicios de agua potable y saneamiento. Si hablamos de zonas rurales en nuestra región en el primer caso se trata de 253 mil personas con un aproximado de 63% y cuanto a saneamiento se trata de 362 mil personas con un aproximado de 91%, es por ello que son muy pocas las que podemos identificar con acceso a estos servicios, y las que presentan estos accesos son de baja calidad y algunas no cumplen con los estándares de Saneamiento, ya sea porque algunos fueron mal diseñados o simplemente porque ya cumplieron su periodo de vida.

Dentro de todo el territorio de la provincia de Sánchez Carrión, el recurso hídrico se presenta con muchas variaciones en su caudal a lo largo de todo el año, debido a ello en las zonas donde existe la presencia de muchos manantiales y riachuelos, el agua empieza a ascender en los meses de Noviembre hasta el mes de Mayo, posterior a este mes el caudal empieza a descender, manteniéndose bajo hasta el mes de Setiembre, considerando este último como el mes con el punto más bajo en lo que concierne a estiaje, por esta razón las diversas autoridades se ven obligadas a la racionalización de la distribución de agua. Esta problemática no es indiferente en los sectores Las Peñas y Poyo Colorado, en donde se puede observar que el abastecimiento de agua para el consumo en épocas de estiaje, es muy deficiente.

Sector Las Peñas y Poyo Colorado, se encuentran ubicados en el Caserío de Yanac, perteneciente al distrito de Huamachuco, Las Peñas y Poyo Colorado cuentan con 234 viviendas, 1 local comunal y 2 instituciones educativas y una población de 846 habitantes. Hoy en día, estos sectores se abastecen mediante un manantial que se encuentra a la intemperie y a su vez, este punto de abastecimiento no es el adecuado para cumplir con la demanda de toda la población.

El sistema del cual hacen uso es de un proyecto realizado en el año 2012, el cual cuenta con un solo punto de captación y un pequeño reservorio, los cuales evidencian la falta de mantenimiento y de limpieza. En cuanto a las tuberías se puede apreciar que en varios tramos ya se encuentra rotas, en algunas ocasiones cuando se produce algún tipo de rotura los que buscan una forma de solucionarla son los mismos pobladores, por lo que en

algunas ocasiones improvisan debido al poco conocimiento en este tema y esto dificulta la buena distribución del agua hacia todas las viviendas. Por otro lado, el sistema de eliminación de excretas existente en este sector es el de letrinas de tipo hoyo seco, las cuales se encuentran en malas condiciones para su uso y lejos de las viviendas, demostrando así que estos sistemas no son aptos para el uso de los pobladores.

La creación de este proyecto se da debido a diversos pedidos ejercidos por la población del sector Las Peñas y Poyo Colorado. A quienes las autoridades han dejado de lado y ahora gracias a las gestiones que viene realizando el agente municipal de dichos sectores, surge este proyecto que busca el diseño de un sistema de agua potable eficiente y unidades básicas de saneamiento, generando así un impacto positivo en toda la población que se beneficiara con este proyecto.

### **1.1.1 ASPECTOS GENERALES**

#### **1.1.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

El Sector Las Peñas y Poyo Colorado se ubican políticamente en el Caserío de Yanac, perteneciente al distrito de Huamachuco, en la provincia de Sánchez Carrión, siendo estos sectores que más déficits presentan en cuanto al acceso de los servicios de agua potable y unidades básicas de saneamiento.

#### **1.1.1.2 UBICACIÓN POLÍTICA**

Región	:	La Libertad
Departamento	:	La Libertad
Provincia	:	Sánchez Carrión
Distrito	:	Huamachuco
Caserío	:	Yanac
Sectores	:	Las Peñas y Poyo Colorado

En las figuras 1,2,3,4,5 se indica la ubicación de los Sectores Las Peñas y Poyo Colorado en los diferentes niveles de los mapas políticos de nación.

### 1.1.1.2.1 UBICACIÓN REGIONAL

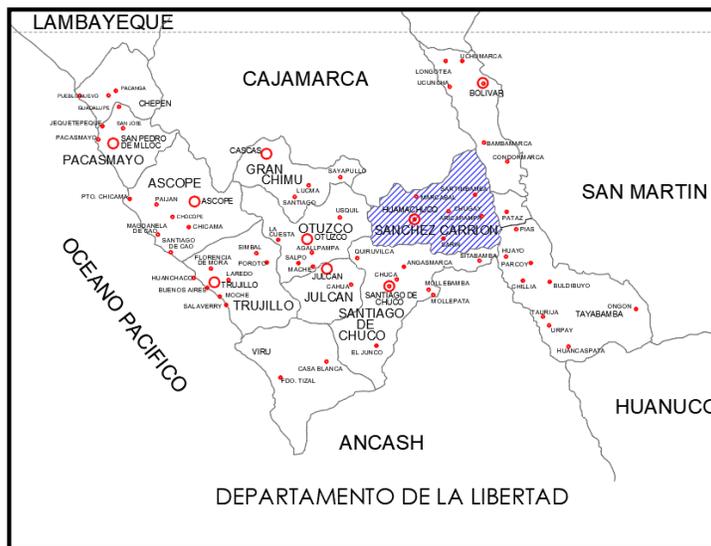
FIGURA 1: Ubicación regional de la libertad



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 1.1.1.2.2 UBICACIÓN DEPARTAMENTAL

FIGURA 2: Ubicación departamental de la libertad



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 1.1.1.2.3 UBICACIÓN PROVINCIAL

FIGURA 3: Ubicación provincial de Sánchez Carrión



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 1.1.1.2.4 UBICACIÓN DISTRITAL

FIGURA 4: Ubicación distrital de Huamachuco



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 1.1.1.2.5 UBICACIÓN DE LOS SECTORES EN ESTUDIO

FIGURA 5: Ubicación de los sectores.



FUENTE: GOOGLE EARTH

### 1.1.1.3 LÍMITES

El sector las Peñas y Poyo Colorado ubicado en el caserío de Yanac presenta las siguientes delimitaciones territoriales.

- **Este:** colinda con el caserío de Pampatac, distrito de Huamachuco provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad.
- **Oeste:** colinda con el caserío de Sausacocha, distrito de Huamachuco provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad.
- **Norte:** colinda con el caserío de La Conga, distrito de Huamachuco provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad.
- **Sur:** colinda con el caserío de Yanac Centro, distrito de Huamachuco provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad.

Todos estos caseríos limitantes al sector Las Peñas y Poyo Colorado también pertenecen al distrito de Huamachuco.

#### **1.1.1.4 EXTENSIÓN**

Se encuentran ubicados en la parte oeste del distrito de Huamachuco, de la provincia de Sánchez Carrión, departamento de la libertad, cuentan con una extensión territorial de 105 hectáreas. Su orografía, nos permite identificar diversos manantiales que se encuentran esparcidos por los cerros.

#### **1.1.1.5 TOPOGRAFÍA**

El terreno presente en esta zona es accidentada y escarpada, con presencia de muy pocas llanuras. Esta zona presenta pendientes muy pronunciadas en diversas partes del sector. la mayor parte de su orografía es de forma accidentada. con respecto al riesgo sísmico, el tipo de suelo de Las Peñas y Poyo Colorado al pertenecer al distrito de Huamachuco se le considera como una zona de mediano riesgo. La pendiente predominante en la zona está dentro del 0 a 60%, la mayor parte del suelo es de cultivo, otra parte es de arcilla y conglomerados.

#### **1.1.1.6 ALTITUD**

La altitud promedio de la zona del proyecto es de 3225.00 m.s.n.m

#### **1.1.1.7 CLIMA**

El clima, varía por tres factores que intervienen en su desarrollo, entre ellos la altitud, la posición de los rayos solares, y el cambio estacional, en esta zona no se experimenta el calor que se da en la costa, lo que resalta es la presencia de humedad. En estas zonas se dan todas las estaciones del año, en los meses de noviembre hasta el mes de mayo, se presenta el invierno con las constantes lluvias, desde junio hasta Julio se da la primavera, desde mediados de Julio hasta setiembre se da el verano, y en los inicios del mes de noviembre se desarrolla el otoño, con la presencia de fuertes vientos.

### 1.1.1.8 SUELO

El tipo de suelo existente en estas zonas está conformado en gran parte por materia orgánico, debido a la agricultura presente, así mismo otras partes de la zona están formadas por material arcillosa, con presencia de gravas, lo que hace que el tipo de suelo de esta zona sea muy estable.

### 1.1.1.9 VÍAS DE COMUNICACIÓN

Para poder llegar y acceder al sector Las Peñas y Poyo Colorado se tiene que realizar un viaje terrestre, tomando como punto de partida la ciudad de Trujillo, se tiene que desarrollar el siguiente recorrido que se observa en el cuadro 1:

#### 1.1.1.9.1 RECORRIDO AL SECTOR LAS PEÑAS

DESDE	HASTA	Km	TIPO DE VÍA	TIEMPO APROX.
TRUJILLO	HUAMACHUCO	176.00	carretera asfaltada	04:30 hr.
HUAMACHUCO	YANAC	13.00	carretera asfaltada	0:50 hr.
YANAC	LAS PEÑAS	3.00	trocha carrozable	0:20 hr.
TRUJILLO - LOS SECTORES		192.00		5:40 hr.

Cuadro 1: Vías de acceso al sector en estudio

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

## 1.1.2 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

### 1.1.2.1 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

La población donde se desarrollará el proyecto es de zona rural, con recursos muy limitados, debido a la falta de inversión por parte de las autoridades y a la poca presencia de los avances tecnológicos, por eso esta zona se dedica a las actividades productivas y entre esas actividades destaca la agricultura, con cultivos como la oca, el maíz, la papa, además diferentes hortalizas y algunas frutas. Con respecto a la ganadería sobresale la crianza del ganado ovino, con los cuales aprovechan la comercialización de sus carnes y les dan un uso textil a sus pieles, estos ganados son considerados como las fuentes de ingresos de las familias.

### **1.1.2.2 VIVIENDA**

Con respecto a sus edificaciones, la mayoría de viviendas están construidas con material rustico, las paredes son echas de adobes y de tapial, con respecto a sus techos, son de madera y están cubiertos por tejas que son elaboradas artesanalmente en la misma zona, también se puede observar que algunas viviendas no cuentan con tejas y simplemente cubren sus casas con pajas y calaminas.

### **1.1.3 SERVICIOS PÚBLICOS**

#### **1.1.3.1 SALUD**

Según Gerencia Regional de Salud – La Libertad (2014), en el tema de salud, seis de cada diez habitantes no tiene acceso a ningún tipo de seguro, este se nota más en las zonas rurales, ya que podemos evidenciar que más del 50% de la población no tiene accesos a ningún servicio de salud, es por esta razón que la población en estos lugares está acostumbrada a buscar atención es sus propios familiares o amigos, en esta zona el centro de salud más cercano se encuentra en el caserío de Yanac Centro que está a unos 20 minutos a pie.

#### **1.1.3.2 EDUCACIÓN**

Existe un jardín, la cual cuenta con nivel inicial. El jardín tiene dos aulas y actualmente cuenta con dos docentes. En el cuadro 2, se observa la cantidad de alumnos en el nivel inicial.

<b>Nivel</b>	<b>N° Alumnos</b>
INICIAL	15

Cuadro 2: Cantidad de Alumnos en el nivel inicial

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Además, existe una escuela, la cual cuenta con nivel primario y secundario. El local cuenta con dos niveles, uno para el nivel primario y el restante para el nivel secundario. Actualmente se cuenta con una plana docente de diez profesores, cinco son para el nivel primario y cinco para el nivel secundario. En el cuadro 3, se observa la cantidad de alumnos que existen por cada nivel.

<b>Nivel</b>	<b>N° Alumnos</b>
PRIMARIO	45
SECUNDARIO	75

Cuadro 3: Cantidad de Alumnos según el nivel

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

## 1.2 TRABAJOS PREVIOS

Para la realización de este proyecto de investigación, contamos con estudios que anteriormente han sido diseñados y ejecutados en diferentes zonas del país, estas referencias o antecedentes, nos sirven como base y guía, para la aplicación de diferentes teorías y procesos en el diseño y mejoramiento del sistema de agua potable y unidades básicas de saneamiento rural. Toda la recopilación de datos e información, nos servirá como material de referencia.

Gonzales (2012), en la revista geográfica titulada, “Distribución geográfica de la disponibilidad e inversión en infraestructura del sistema de agua potable y saneamiento en Costa Rica”, propuso en el documento la disponibilidad actual de los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento en Costa Rica, tomando énfasis en las áreas que están bajo supervisión del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, en las necesidades de inversión. Por otro lado, se centra en programas y proyectos que surgen con la finalidad de mejorar las condiciones actuales de la sociedad. Como conclusión afirma que para el periodo 2012 – 2014 se desarrollaran programas y proyectos importantes con un presupuesto aproximado de 125 millones de dólares, esto significara un gran avance para toda la población que no cuente con servicios de agua potables y saneamiento.

Alvarado (2013), en su tesis titulada, “Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio san Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanama”, trabajo elaborado para titulación en Ingeniería Civil de la Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador, consideró como objetivo la realización del estudio y el posterior diseño de todo el sistema de abastecimiento de agua para la población de San Vicente, Gonzanama, provincia de Loja. Este proyecto benefició a 55 familias residentes en

dicha comunidad, la infraestructura hidrológica diseñada fue proyectada para un periodo de 20 años, al momento del desarrollo de ese proyecto el número de habitantes era de 202, y considerando los 20 años de vida del proyecto se estimó que la población futura sería de 281 habitantes. El tipo de suelo para la captación y la planta de tratamiento está formado por granos de arcilla y de baja plasticidad, con una carga admisible de  $0.771 \text{ kg/cm}^2$  y  $1.20 \text{ kg/cm}^2$ , respectivamente, lo que evidencia una buena resistencia. El sistema de aducción se diseñó con una tubería de Policloruro de Vinilo (PVC), de 1" de diámetro, la velocidad está dentro de los rangos de la normativa Ecuatoriana, de  $0.45 - 2.5 \text{ m/s}$ .

Argueta (2014), en su tesis titulada, "Diseño del abastecimiento de agua potable por bombeo y del alcantarillado sanitario para la aldea Amatillo, Ipala Chiquimula", proyecto realizado con el objetivo de obtener el título en ingeniería civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento dos diseños realizados tanto para el abastecimiento de agua, como para el sistema de saneamiento. El sistema de agua presenta un punto de captación a través de un poso mecánico que es impulsado por un sistema de bombeo, hasta el tanque de distribución de unos  $90 \text{ m}^3$ , el diseño de este proyecto está basado en un periodo de vida de 20 años, y cubrirá la necesidad de 2,395 habitantes. El sistema de alcantarillado está basado en 87 pozos de visita y 5 fosas sépticas, las cuales fueron diseñadas con un periodo de vida de 30 años, este sistema beneficiará a 290 viviendas.

Silva (2018), en su tesis, "Diseño del sistema de agua potable y unidades de saneamiento básico en el Caserío Chugursillo, centro poblado Llaucan, distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc – Cajamarca", indico que la implantación de todo proyecto de agua y saneamiento por parte de cualquier autoridad, es muy beneficiosa para cualquier población, ya que eso impulsa al desarrollo sostenible de toda comunidad, debido a ello, Silva se planteó el objetivo de determinar todos los criterios técnicos necesarios para poder desarrollar este proyecto en la localidad mencionada, como topografía identifico que el punto de captación es un terreno accidentado, y la población se encuentra en medio de un terreno ondulado, con pendientes de hasta 22%, el diseño de la red de agua potable está basada en una

población de 290 personas, con una tasa de crecimiento del 1.52%, en cuanto a la línea de aducción es de tubería PVC, y de 1", la capacidad del reservorio es de 10 m<sup>3</sup>, con un caudal de 0.6 lt/seg.

Cajo (2018), en su tesis titulada, "Diseño del sistema de agua potable y saneamiento básico en el centro poblado de Corral de Piedra, distrito de Salas, provincia de Lambayeque, región Lambayeque", indico que el desarrollo de su proyecto busca mejorar la calidad de vida de los habitantes de la localidad de Corral de Piedra, debido a que será un gran avance en lo que concierne a sistema de agua y saneamiento, con respecto al estudio de la calidad de agua, esta se encontró dentro de las especificaciones dadas por el Decreto Supremo DS031-2010-SA y 001-2015-MINAN-PERÚ. La topografía presente en esta localidad es accidentada con una presencia de pendientes muy variadas, el área total del proyecto es de 30 hectáreas, y se encuentra sobre los 1,801 m.s.n.m. La distribución de agua se dio por medio de un sistema de gravedad, los componentes de dicho sistema son: el punto de captación. Línea de conducción, reservorio, red de distribución y las instalaciones domiciliarias, el periodo de diseño está basado en 20 años y la población futura beneficiada será de 483 habitantes. Para el sistema de saneamiento se optó por excretas con arrastre hidráulico, este sistema está conformado por: caseta, red de colección. Biodigestor y un pozo de percolación.

Bances (2018), en su tesis "Diseño del mejoramiento del servicio de saneamiento básico del centro poblado de Bonanza , del distrito de Zorritos, provincia de Contralmirante, Villar – Tumbes", tesis desarrollada con el fin de obtener el título en ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo, tuvo como objetivo realizar el diseño para mejorar la infraestructura existente en los servicios de saneamiento de su localidad, de acuerdo a las muestras obtenidas mediante las calicatas se determinó que el tipo de suelo es Arena probablemente granulada con Limos, la excavación de las calicatas se dio hasta una profundidad de 1.20, y hasta ese punto no se logró identificar la presencia de Aguas Freáticas, para el tema de las excavaciones se recomendó cortar el terreno a una profundidad de 20 – 25 cm y eliminar el material

suelto y posteriormente realizar una excavación para la cimentaciones con una profundidad de 0.40 m.

Gamarra (2017), en su tesis titulada, “Diseño para el mejoramiento y ampliación de los servicios de agua potable y unidades básicas de saneamiento del sector Colcapampa, Caserío Carracmaca, Distrito de Sanagóran, Provincia de Sánchez Carrión, Departamento de la Libertad”, investigación realizada con el fin de obtener el título de ingeniero civil de la Universidad César Vallejo, tuvo como factor predominante en su tesis la elaboración del diseño del sistema para servicio de saneamiento, debido a que el 68% de la población contaba con sistema de agua, pero ninguna parte contaba con servicios de saneamiento, debido a ello se diseñó el mejoramiento del sistema de agua y el diseño de unidades básicas de saneamiento, por conclusión obtuvo que: las características presentes en el terreno demuestran que la topografía contiene pendientes muy pronunciadas, llegando al 60%, lo que hace referencia a un terreno accidentado, con respecto al diseño de la red de agua se obtiene resultados en las presiones de las viviendas no mayores a 40 metros de columna de agua, la cámara rompe presión elegida para este proyecto es de tipo 7 con el fin de evitar pérdidas, en el tema de saneamiento un sistema de alcantarillado no sería conveniente debido a que las viviendas presentan distancias considerables unas de otras y este sistema no sería el adecuado económicamente, por ello se optó por las unidades básicas de saneamiento.

Salirrosas (2018), en su tesis titulada, “Diseño del mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y de unidades básicas de saneamiento en el caserío de Uningambalito, distrito de Santiago de Chuco, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad”, proyecto desarrollado con el fin de lograr la titulación de ingeniero civil de la Universidad César Vallejo, tuvo como objetivo la creación de un sistema eficiente de agua potable y la ampliación de la red de saneamiento, con la finalidad de brindar una mejor calidad de vida a toda la población, mediante lo expuesto se dio inicio al desarrollo de este proyecto, el cual presenta una topografía diversa, ya que en las zonas de captación (zona alta), el terreno es accidentado, mientras que en la zona céntrica (zona baja), el terreno es ondulado con unas pendientes de hasta el 15%,

por el estudio realizado a las muestras de suelo extraído se determinó que el terreno está formado por Limos Arcillosos, el sistema de distribución de agua, se diseñó con un periodo de 20 años, con una población de 133 habitantes, el reservorio diseñado es apoyado y circular y su capacidad es de 5 m<sup>3</sup>, con un caudal de 0.092 lt/seg. En cuanto al sistema de saneamiento, se proyectó la colocación de biodigestores, los cuales son de 600 lt para las que están ubicados en las viviendas y 1300 lt para las del centro educativo.

Moreno (2018), en su tesis “Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable y saneamiento básico rural del caserío Pampa Hermosa Alta, distrito de Usquil – Otuzco - La Libertad”, tesis desarrollada con el propósito de lograr la titulación de ingeniero civil de la Universidad César Vallejo, consistió en la realización de un nuevo diseño para la distribución de agua potable, debido a que el actual sistema ya cumplió con su periodo de diseño, y ya no es la apta para el abastecimiento del caserío, el nuevo diseño se construyó considerando una población futura de 508 habitantes, el punto de captación es de un material de ladera, desde este punto se llevó el agua hasta el reservorio mediante líneas de conducción y cámaras rompe presión, el volumen total del reservorio es de 15 m<sup>3</sup>, en cuanto al sistema de saneamiento, debido a las grandes distancias existentes entre las viviendas, se optó por las unidades básicas de saneamiento (UBS), instalas de una manera adecuada para un buen uso en cada vivienda.

Carbajal (2018), en su tesis titulada “Diseño para el mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable y saneamiento en los caseríos Cruz de Chuca y Huacascorral, distrito de Angasmarca – Santiago de Chuco – La Libertad”, proyecto desarrollado con el fin de poder obtener el título de ingeniero civil de la Universidad César Vallejo, tuvo como objetivo determinar todos los aspectos teóricos y técnicos que influyen en el diseño y realización de proyectos de agua y saneamiento, en este proyecto el punto de captación es un punto subterráneo, aprovechada mediante la captación en una ladera, a través del estudio realizado al agua se determinó que podía ser apta para el consumo humano, con respecto a la topografía, los estudios arrojaron resultados de un terreno accidentado con pendientes mayores al 30% en muchas zonas, para el

diseño de la red de agua se utilizó tubería de PVC, sumando 17723.8 m de tubería en total, para controlar todo el acceso de agua se utilizaron válvulas de control y en total se emplearon 7 cámaras rompe presión tipo 7, para el sistema de saneamiento se realizaron las excavaciones de 8 calicatas, posteriormente se llevó a cabo el diseño, utilizando unidades básicas de saneamiento con arrastre hidráulico, constituidas por casetas, biodigestores y pozos de percolación de 0.50 m de radio.

### **1.3 TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA**

Para la realización del diseño de este proyecto se ejecutan diversos procedimientos que nos permiten realizar la elaboración de todos los sistemas que están incluidos en este proyecto las cuales se describen a continuación:

#### **1.3.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

El levantamiento topográfico es un estudio muy importante porque podemos determinar la orografía del lugar en estudio. Para García (1994), la topografía, constituye una aplicación de la geometría por lo que, no se podría cumplir con el cometido asignado sin conocimientos Geométricos; así mismo a la topografía se le considera una de las herramientas básicas de la ingeniería civil.

De acuerdo con Mendoza (2008), el estudio de la topografía se divide en tres ramas fundamentales las cuales son: topografía integral, planimetría y altimetría. La rama de planimetría se encarga de estudiar y representar gráficamente la superficie de un terreno, sobre el cual se consideran los desniveles que existen en el terreno, por otra parte, la altimetría estudia y brinda la representación gráfica de los desniveles y alturas respecto a la superficie de un terreno, y por último la topografía integral, la cual se encarga de representar los puntos en una superficie, considerando su planimetría y altimetría.

Asimismo, para poder determinar la forma del terreno a estudiar nos basamos en el relieve que presenta el mismo, gracias a la obtención de las curvas de nivel, gracias a ello es que podemos determinar la topografía de un terreno, mediante la determinación de las pendientes existentes en ella, si la pendiente va desde 0° a 10° el terreno es llano, si va desde 10° a 20° es un terreno ondulado, si esta entre 20° a 30° es un terreno accidentado,

y por ultimo si las pendientes sobrepasan los 30° se puede decir que es un terreno montañoso o escarpado.

Según Paul R. (1994), la fotogrametría puede definirse como la técnica para obtener información cuantitativa y cualitativamente valida, a partir de fotografías. Es decir, es una técnica para obtener mapas y planos de grandes extensiones de terreno por medio de la fotografía aérea.

Para el desarrollo del levantamiento topográfico del sector Las Peñas y Poyo Colorado hemos considerado que la técnica que vamos a utilizar es la fotogrametría debido que en la actualidad este método tiene un menor margen de error que los métodos tradicionales, y se basa en conocer las propiedades geométricas de un objeto o una superficie a partir de varias imágenes aéreas con información redundante.

### **1.3.2 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

Por otra parte, otro estudio fundamental para el desarrollo de este proyecto, es el estudio que se realiza al suelo, también conocido como (mecánica de suelos). De acuerdo con Terzaghi, este estudio se define como el área de la ingeniería que es responsable de estudiar todas las fuerzas o capacidades de cargas que la superficie terrestre puede soportar, para el estudio de los suelos se necesita la aplicación de las leyes de la mecánica y de la hidráulica.

Según Rodríguez Serquén (2016, p.3), proporciona un diagnóstico detallado de las condiciones del lugar de la construcción. Desde el punto de vista geotécnico, nos proporciona los parámetros de diseño, y las recomendaciones a considerar para evitar los peligros del suelo.

Para poder obtener las muestras necesarias para desarrollar este estudio, se deben realizar calicatas dentro de la zona que se verán beneficiada con el proyecto. Acorde con el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo las calicatas que se deben de realizar son seis. Dos calicatas para dos de las tres captaciones, una calicata para una casa de un sector y la otra calicata la casa del sector restante, dos calicatas para la ubicación de los dos reservorios. Las medidas de las calicatas, son: para las captaciones y casas de 1.20 x 1.20 m de ancho, con una profundidad de 1.50 m, para el caso de los reservorios el ancho es

el mismo 1.20 x 1.20 m, mientras que la profundidad incrementa, siendo de 3.00 m, la cantidad de muestra a recoger es de 5 kg por cada calicata y el material se tiene que almacenar en bolsas herméticas, donde no se vea alterada su composición, posteriormente se traslada al laboratorio para su respectivo estudio. Para ello debemos regirnos a lo estipulado en la Norma E-0.50 de suelos y cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones "RNE E-0.50".

En el cuadro 4, se indica los ensayos a tener cuenta con las muestras de suelos obtenidas de las calicatas del lugar en estudio, las cuales nos sirve para el diseño de estructuras que realizamos en nuestro proyecto.

<b>ENSAYO</b>	<b>NORMA APLICABLE</b>
Contenido de Humedad	NTP 339.127 (ASTM D2216)
Análisis Granulométrico	NTP 339.128 (ASTM D422)
Limite Liquido y Limite Plástico	NTP 339.129 (ASTM D4318)
Peso Específico Relativo de Sólidos (Peso Unitario)	NTP 339.131 (ASTM D854)
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D2487)
Densidad Relativa (Capacidad Portante)	NTP 339.138 (ASTM D4254)

Cuadro 4: Ensayos realizados en el laboratorio

FUENTE: RNE – “E-0.50”- 2016

Para Botía (2015), el contenido de humedad es la relación que existe entre la masa de agua que existe dentro del suelo, y la masa propia del suelo. Existen diversos métodos para calcular, pero el más utilizado es el método por secado al horno.

El ensayo de granulometría tiene como finalidad la separación de partículas por tamaños, para ellos se debe hacer uso de mallas o tamices que se encuentran en los laboratorios de suelos donde cada tamiz está codificado con números. El proceso para separar las partículas es mediante el zarandeo, las cuales después se pesan y el material retenido se expresa en porcentajes de la muestra total. La malla N° 200 define los límites de la clasificación de suelos que pueden ser finos o gruesos. (P. 25 – 54).

Según Lambe y Whitman (2004, p.45), los límites de Atterberg se basan en que un suelo de grano fino puede existir en cuatro estados de consistencia según su humedad y estos pueden ser sólidos, semisólidos, plásticos y líquidos: el Límite Líquido es el porcentaje de humedad de un suelo y lo determina el número de golpes usando el método de Casa Grande. Límite Plástico se basa midiendo el contenido de humedad del suelo cuando se empieza a caerse pequeñas partes de suelo de 3mm de diámetro.

Para Juárez y Rico (2005, p.77), el Peso Específico Relativos de los Sólidos o también denominados Peso Unitario del suelo se determina haciendo uso de un matraz con marca de enrase; en la mayoría de casos solo se determina el valor promedio del peso específico de la materia sólida; su valor varía entre 2.60 a 2.90.

Según Rodríguez Serquén (2016, p.9), la capacidad portante es la facultad que tiene un suelo de soportar una estructura y las cargas que este mismo genere al suelo. Mayormente se utiliza la teoría de Terzaghi, el equipo de penetración estándar(SPT), ensayos in situ.

### **1.3.3 ESTUDIO DEL AGUA**

Otro estudio necesario en este proyecto, es la verificación de la calidad del agua, ya que este es el elemento predominante en la construcción de este sistema, este estudio se define como la determinación de los componentes físico-químicos del agua, dentro de estos componentes puede resaltar su PH, color, contenido de aceites, entre otras características. Aparte del estudio de composición físico-químico, se debe analizar bacteriológicamente, puesto que esta agua es para el consumo humano, debido a ello se tienen que realizar todos los estudios necesarios para brindar agua en óptimas condiciones.

De acuerdo con MINSA (2011), nos refiere que la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), tiene la capacidad de gestionar la calidad del agua para consumo humano. Para esto deberá guiarse de las normas de salubridad de agua que brinda el Ministerio de Salud (MINSA) aquí en el Perú o también regirse de los parámetros que nos da la Organización Mundial de la Salud (OMS) a nivel internacional, para poder saber si las muestras tomadas de las captaciones son aptas para consumo humano. Se tiene que cumplir con los siguientes términos:

Agua Cruda, es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento.

Agua de consumo humano, es agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual. (P. 9 – 15).

### **1.3.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**

Para Jiménez (2011, p.16), 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, ya que como se sabe los seres humanos estamos compuestos en un 70% de agua, por lo que este líquido es vital para la supervivencia de uno mismo. Por otro lado, el diseño del sistema de agua potable se define como, obra de ingeniería que consta de la construcción de un sistema variado de red de tuberías que se interconectan entre ellas con el fin de poder transporta agua potable desde el punto de captación hasta la vivienda más lejana de una localidad. Este sistema está basado en diferentes componentes, entre ellos pueden resaltar, estaciones de bombeo, válvulas de control, las tuberías de PVC, tanques de almacenamiento, entre otros, dentro de este sistema podemos diseñar la capacidad de almacenamiento del reservorio, ya que este será el que dote de agua a toda la población, también están incluidas las cámaras rompe presión, para disminuir la potencia con la que el agua va desde la captación hasta el reservorio. Debido a esto, el diseño de este sistema es el fundamental para el abastecimiento de agua de este proyecto.

Según el RNE en el capítulo sobre Obras de Saneamiento y siguiendo la norma “OS-010”, para un diseño de un sistema de agua potable se debe considerar ciertos parámetros:

Fuentes de Abastecimiento o llamadas captaciones, son un punto muy importante porque se debe garantizar la calidad y cantidad de agua para el consumo humano.

Obras de Captación es una estructura que se debe adecuar al proyecto que se está realizando para poder cumplir con el Caudal Máximo Diario (Qmd).

Línea de Conducción, se debe definir qué tipo de línea de conducción se utilizará para transportar el agua desde la captación hasta el reservorio.

Por otro lado, cuando el sistema es línea de conducción por gravedad, en tuberías se deberá tener en cuenta la topografía, clima, tipo de suelo de la zona en estudio.

Además, se debe implementar accesorios como válvulas de aire y de purga según corresponda el diseño a desarrollar.

Por ultimo un diseño de abastecimiento de agua potable se da inicio en la captación, pasando por la línea de conducción para después llegar al reservorio que sirve como almacenamiento y por ultimo distribuir el agua hacia las viviendas más cercanas y lejanas que se considera en el diseño de la red. En la figura 6 se puede apreciar el esquema de una red de agua potable en zonas rurales.

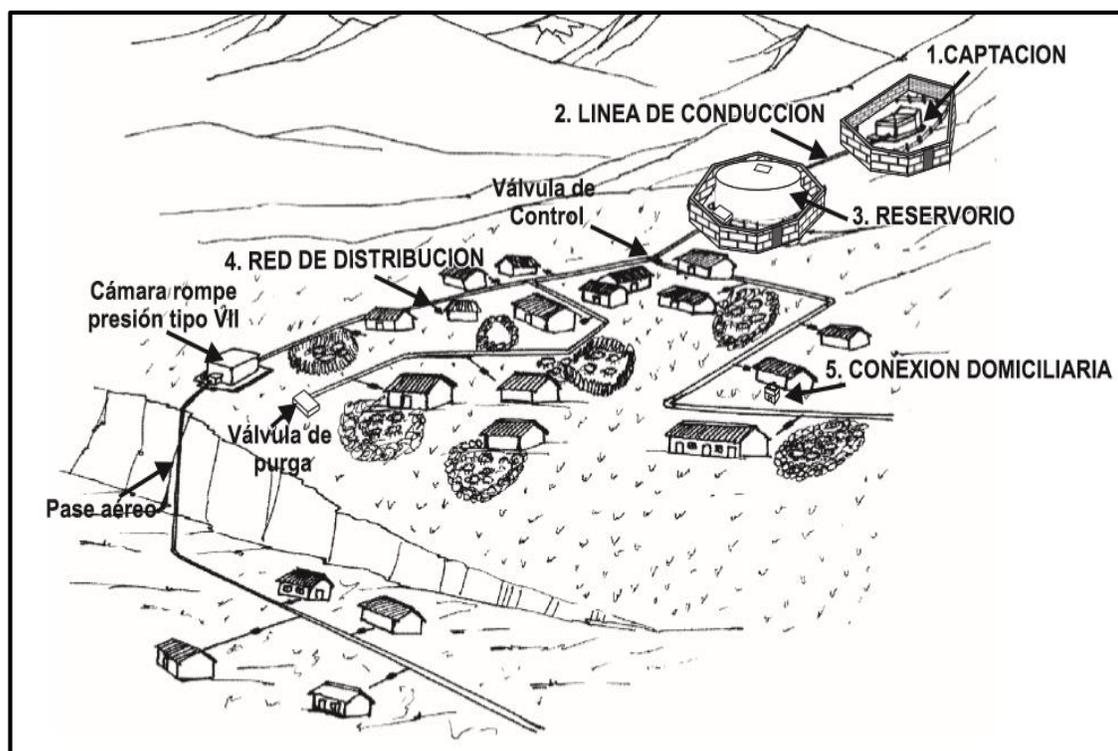


Figura 6: Esquema del Diseño de Agua Potable en zonas rurales

FUENTE: DIRECCIÓN REGIONAL DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO-CUSCO

Las estructuras a considerar en el diseño son las siguientes:

## 1. Cámara de Captación

Según RNE “OS-010” (2006, p.2), se construye en un manantial, en la parte alta del centro poblado, esta sirve para captar el agua que será distribuida a la población por gravedad, debe estar protegida adecuadamente y evitar contacto con agentes externos, por eso, debe ser una estructura sencilla y con dimensiones requeridas.

### 1.1. Operación y Mantenimiento

Según Dirección Regional de Vivienda Construcción y Saneamiento – Cusco (2008, p.17), para poner en funcionamiento la captación es necesario hacerle una limpieza a la captación en la parte interna y externa.

En la figura 7 se puede observar cómo se realiza la limpieza a la cámara de captación siguiendo las siguientes pautas:

- Eliminar todos los desperdicios que estén alrededor de la cámara.
- Mantener o reparar el cerco perimétrico que protege a la captación
- Cerrar la válvula de salida
- Limpiar con agua y escobilla de plástico la cámara de recolección, canastilla y tubería de salida.

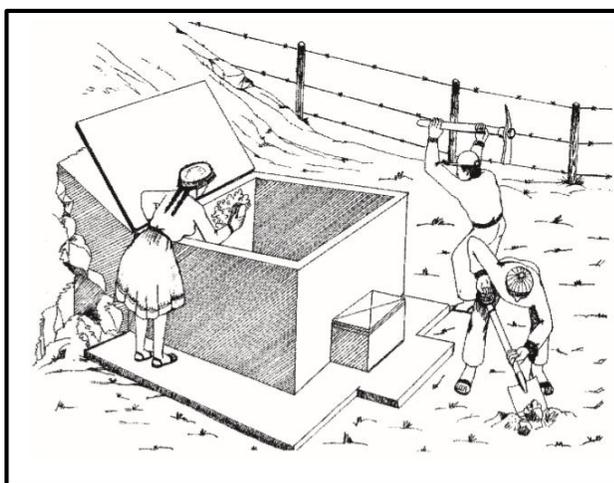


Figura 7: Limpieza a la cámara de captación

FUENTE: DIRECCIÓN REGIONAL DE VIVIENDA,  
CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO-CUSCO

## **2. Línea de Conducción**

Según RNE “OS-010” (2006, p.5), son estructuras y elementos que se encargan de transportar el agua desde la captación hasta al reservorio o planta de tratamiento si así lo amerita.

### **2.1. Operación y Mantenimiento**

Según Dirección Regional de Vivienda Construcción y Saneamiento – Cusco (2008, pág.20), sugiere lo siguiente:

Abrir la válvula de purga y aire, para eliminar sedimentos y el aire atrapado que se encuentra dentro de la tubería.

Cerrar ambas válvulas, después de eliminar los sedimentos y aire.

Verificar el funcionamiento de la línea de conducción y la existencia o no de fugas de agua.

Cuando se presentan roturas en la tubería de la línea de conducción, realizar la reparación en forma inmediata.

## **3. Línea de Aducción**

Según PNSR (2013, p.66), es una estructura que se encarga de conducir el agua desde el reservorio hasta la red de distribución.

## **4. Reservorio de Almacenamiento**

Para Narváez (2012, p.89), los reservorios son estructuras para almacenar cierta cantidad de un volumen de agua de acuerdo al consumo de la población. Es un elemento indispensable para el buen funcionamiento hidráulico del sistema y en el mantenimiento de un servicio eficiente resultado de un diseño adecuado de la red de distribución de agua potable.

Según RNE “OS-030” (2006, p.1), para el diseño del reservorio, se necesitan tener en cuenta algunos parámetros, como: el volumen del reservorio que este a su vez está conformado por: Volumen de Regulación, Volumen Contra Incendio, Volumen de Reserva.

## 5. Red de Distribución

De acuerdo con “MVCS” (2018, p.127), es un componente del sistema de agua potable, el mismo que permite llevar el agua desde el reservorio hasta cada vivienda a través de tuberías, accesorios y conexiones domiciliarias.

Según RNE “OS-050”, para diseñar la red de distribución se debe considerar los siguientes criterios: levantamiento topográfico, estudio de suelos, población, caudal de diseño, velocidades y presiones mínimas, diámetros, ubicación y recubrimiento de tuberías.

Por la siguiente, la red de distribución deberá cumplir con:

Velocidad Máxima	:	3 m/s
Presión Estática	:	No será mayor a 60 mca
Presión Dinámica	:	No será menor a 5 mca

De acuerdo con RNE “OS-100”, hay que tener en cuenta algunas consideraciones básicas, como:

La población actual, con la que se cuenta al inicio del proyecto.

La población futura, la cual se proyectará a 20 años y se calculará por el método aritmético debido a que es una zona rural.

La tasa de crecimiento, nos sirve para medir el aumento o disminución de la población en estudio, gracias a la data que nos otorga el INEI.

Dotación promedio anual por habitante, consumo de agua por habitante y se considera los servicios que se encuentren.

Caudal máximo diario, consumo máximo que usa la población en un día.

Caudal máximo horario, máximo consumo que usa la población en una hora.

Por ultimo para este proyecto no se diseñará el Sistema de alcantarillado por la razón que la topografía del lugar en estudio no lo permite y además las viviendas se encuentran muy dispersas, lo que si vamos a considerar es UBS para cada casa respectivamente.

### 1.3.5 DISEÑO DE UBS

Según Campy, Lampoglia Y Urrutia (2012, p.4), las Unidades Básicas de Saneamiento (UBS) son construidas como respuesta a la necesidad de los hogares, los cuales tienen la oportunidad de elegir entre diferentes alternativas para sus necesidades básicas de saneamiento.

Igualmente, el diseño de las unidades básicas de saneamiento, se define como la construcción de pequeñas estructuras, que se fabrican en zonas donde es imposible la construcción de un sistema de alcantarillado, debido a que un sistema de alcantarillado se construye cuando la población es grande y requiere de un sistema de evacuación, pero cuando la población es pequeña, sería un gasto innecesario la construcción de este sistema, ante ello, mediante las normativas de saneamiento vigentes se recurre a la construcción de las unidades básicas de saneamiento, (UBS). En la figura 8 se visualiza una unidad básica de saneamiento que tiene los siguientes caracteres. Son construidas de ladrillo o cemento, con unas dimensiones de 1.80 m de largo por 1.30 m de ancho, con una altura que varía desde 1.90 y 2.05 m. en su interior se equipa con un sanitario, el cual cuenta con sistema de arrastre hidráulico, un lavamanos y una ducha, todo este sistema se conecta por tuberías a un pozo séptico u biodigestor, el cual se encarga de tratar todas las aguas recolectadas en cada UBS.



Figura 8: Unidad Básica de Saneamiento

FUENTE: PROGRAMA DE AGUA Y SANEAMIENTO - ECUADOR

### **1.3.6 IMPACTO AMBIENTAL**

Para Espinoza (2002, p. 31), es un mecanismo preventivo para evaluar los impactos positivos y negativos que las políticas, planes, programas y proyectos pueden crear sobre el ambiente, donde se propone las medidas para ajustarlos a niveles de aceptación. Este estudio se realiza con la finalidad de prevenir los daños que puede producir el proyecto en un futuro, ante esto presenta planes de mitigación y de emergencia.

#### **1.3.6.1. Potencialidades básicas de la EIA**

Ayuda a la sostenibilidad ambiental.

Analiza integralmente las decisiones.

Proporciona información útil para las decisiones

#### **1.3.6.2. Medidas de mitigación**

Encontrar mejores prácticas

Eliminar, minimizar o compensar impactos negativos

Proteger a las personas

Incorporar un plan de acción claramente descrito y acordado

Implementar medidas en el tiempo preciso y de forma correcta

#### **1.3.6.2. Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental**

Identificación y clasificación ambiental, es importante para justificar el proyecto mediante observaciones claras y precisas.

Preparación y análisis, describir la acción y clasificar los impactos de acuerdo a su nivel.

Calificación y decisión, verifica y analiza los daños y se plantea una decisión final.

### **1.3.7 COSTOS Y PRESUPUESTOS**

Para Beltrán (2012, p.1), el presupuesto de una obra o proyecto, es la determinación previa de la cantidad en dinero necesaria para ponerlo en ejecución, sin antes tener los metrados correspondientes por partidas de un presupuesto.

#### **1.4 FURMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es el diseño del sistema de agua potable y UBS, sector Las Peñas y Poyo Colorado, distrito Huamachuco, provincia Sánchez Carrión, La Libertad?

#### **1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

El presente proyecto, se llegó justificar debido a que toda persona tiene el derecho al acceso y distribución del recurso hídrico de calidad, sirviéndole para su consumo diario, este recurso debe ser de fácil acceso, ya que si no es así se estaría incumpliendo un derecho fundamental de las personas. Ante estos los sectores en estudio deben poseer un muy buen sistema de abastecimiento de agua, ya que esto servirá para brindar este recurso a toda la población de estos sectores, asimismo el buen diseño de las unidades básicas de saneamiento, significaran una mejora en la disposición de excretas de toda la población, disminuyendo así la presencia de enfermedades gastrointestinales, que rodea a toda esta población. Además de todo lo mencionado este proyecto traerá un gran desarrollo socioeconómico para toda la población, así como la mejora en su calidad de vida.

Ante la creación de este proyecto la población se verá beneficiada en su desarrollo socioeconómico, ya que permitirá la mejora en producción agraria, así como la implementación de más crianza de animales, para su posterior venta, por otro lado, la implementación de unidades básicas de saneamiento (UBS), mejorara el cuidado del medio ambiente y por ende los pobladores se beneficiaran y gozaran con sistemas de buena calidad y que se encuentren en óptimas condiciones, obteniendo así un proyecto que se encuentra dentro de todos los parámetros de salubridad.

## **1.6 OBJETIVOS**

### **1.6.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar el diseño del sistema de agua potable y UBS, sector Las Peñas y Poyo Colorado, distrito Huamachuco, provincia Sánchez Carrión, La Libertad.

### **1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Efectuar el levantamiento topográfico.
- Realizar el estudio de suelos (mecánica de suelos).
- Realizar el estudio físico-químico y bacteriológico del agua.
- Elaborar todo el sistema de la red de agua potable.
- Efectuar el diseño de las unidades básicas de saneamiento UBS.
- Realizar la evaluación del estudio de impacto ambiental a los sectores donde se realizó el proyecto.
- Elaborar el presupuesto de todo el proyecto.

## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y Diseño de Investigación

#### 2.1.1. Tipo de Investigación

- SEGÚN SU ENFOQUE:

Es Cuantitativa, de acuerdo a lo que plantea Hernández (2003), usa la recopilación así mismo el estudio de datos para responder interrogantes de investigación por ende confía en la evaluación aritmética, apoyándose en el cálculo para determinar y comprobar con precisión patrones de conducta en una población. Por eso se realizó cálculos y diseño con variedad de un sistema de agua.

- SEGÚN SU FINALIDAD

Es Básica, para Rubio y Varas (1997), porque sirve de fundamento para cualquier otro tipo de investigación. Por ello se realizó diversos estudios de mecánica de suelos, estudio físico-químico y bacteriológico del agua, así como la topografía y el diseño de la red de agua potable, basados en normas técnicas y parámetros establecidos.

- SEGÚN SU NIVEL:

Es Descriptivo, según Tamayo y Tamayo (1997), nos determina que esta trabaja sobre sucesos de realidad, por ello su característica central es mostrar un alcance correcto, para ello se explicó y se detalló todo lo que se desarrolló dentro del proyecto.

- SEGÚN SU TEMPORALIDAD

Es Transversal, para Bisquerra (1989), se analizan en un mismo contorno diferentes estudios, donde se recolectó datos de un mismo lugar para realizar el proyecto en un solo tiempo.

#### 2.1.2. Diseño de Investigación

El diseño del actual proyecto es no experimental, es por ello que se utilizó un estudio descriptivo simple, cuyo resumen se presenta a continuación.

Figura 9: Diseño de investigación

M \_\_\_\_\_ O

M: población Beneficiada del lugar en estudio.

O: Datos conseguidos de la muestra.

## 2.2. Operacionalización de Variables

Cuadro 5: Operacionalización de Variables

Variable	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
"Diseño del sistema de agua potable y de UBS"	Levantamiento topográfico	La fotogrametría es la ciencia que a partir de fotografías tomadas al terreno se podrá conseguir una aproximación real de la forma del terreno y sus detalles (Santamaría y Teófilo, 2011, p. 9)	Se realizó un levantamiento topográfico del terreno en estudio, utilizando Drone, los datos obtenidos se procesaron en Pix 4d, Global Mapper y AutoCAD Civil 3D para luego realizar los estudios correspondiente.	Ortofoto (m)	Razón
				Modelo Digital de superficie (m)	Razón
				Modelo Digital de terreno (m)	Razón
				Levantamiento a curvas de nivel (m)	Razón
	Estudio de mecánica de suelos	La mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas. (Terzaghi y Ralph, 1973, p. 45)	Se realizó un estudio de suelos para determinar las propiedades físicas de los suelos que se encuentran en el área de estudio.	Granulometría (%)	Razón
				Contenido de humedad (%)	Razón
				Límites de consistencia(%)	Razón
				Capacidad Portante(Kg/cm <sup>2</sup> )	Razón
	Estudio del agua	La gran mayoría de los problemas de salud relacionados de forma evidente con el agua se deben a la contaminación por microorganismos (bacterias, virus, protozoos u otros organismos) (OMS, 2006, p.11)	Se realizó un estudio del agua, tomando una muestra de las captaciones utilizadas para determinar si cumple con las condiciones que establece el MINSA.	Físicos (mg/l)	Razón
				Químicos (mg/l)	Razón
Bacteriológico (UFC)				Razón	

	<b>Diseño del sistema de agua potable</b>	El objetivo principal es brindar a todos los individuos de una población, agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades. (Jiménez. 2013, p. 16)	Para el diseño de agua potable se utilizó el caudal con el que se dispone en la zona, se calcula con la población actual y la tasa de crecimiento.	Caudal de captación (Lt/seg)	Razón
				Presión (m.c.a.)	Razón
				Diámetro de Tubería (mm)	Razón
				Velocidades (m/seg)	Razón
	<b>Diseño de UBS</b>	Las UBS en el interior cuentan con un sanitario con arrastre hidráulico, conectadas a un pozo séptico el cual trata las aguas servidas y además un lavamanos. En algunos lugares ya se están colocando duchas. (Programa de agua y saneamiento, 2012, p.4).	Se diseñó unidades básicas de saneamiento en las casas de los beneficiarios, las cuales darán tratamiento a las aguas provenientes del inodoro, ducha y lavadero.	Componente de las UBS (Inodoro, lavadero, ducha) (und.)	Razón
				Caudal de diseño (Lt/seg)	Razón
				Biodigestor (und.)	Razón
	<b>Impacto Ambiental</b>	Es un mecanismo preventivo para evaluar los impactos positivos y negativos que las políticas, planes, programas y proyectos pueden crear sobre el ambiente, donde se propone las medidas para ajustarlos a niveles de aceptación.  (Espinoza, 2002, p. 31).	Se realizó un estudio de impacto ambiental, donde se evaluara los impactos del proyecto, clasificándolos como negativos o positivos de acuerdo al impacto que pueden tener sobre el medio ambiente.	Impacto positivo (+)	intervalo
				Impacto negativo (-)	intervalo

	<b>Presupuesto</b>	Mediante la elaboración de un presupuesto detallado se obtendrá el costo total de una obra (Beltrán, 2012, p.5).	Se realizó el presupuesto del proyecto en estudio.	Metrado (m)	Razón
				Análisis de costos unitarios. (S/.)	Razón
				Insumos (und)	Razón
				Gastos Generales (S/.)	Razón

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### **2.3. Población, muestra y muestreo (Incluir criterios de selección)**

#### **Población:**

De acuerdo con Arias (2006), la población es el conjunto finito o infinito con características comunes, que llega a ser parte de un universo total. Por ello que nuestra población muestral está formada por el caserío Yanac, dicho caserío se encuentra oeste del distrito de Huamachuco y cuenta con 5 sectores los cuales conforman todo el caserío.

#### **Muestra:**

Según Balestrini (2006), nos define la muestra como una parte a representar de una población, cuyas características deben relacionarse entre sí, lo más parecido posible. Por consiguiente, la muestra seleccionada es el sector las peñas y poyo colorado, el cual cuenta con 234 viviendas en las cuales existen de 3 a 4 habitantes por vivienda.

#### **Muestreo:**

Según Mata (1997), es no aleatorio porque nos indica que el muestreo se basa en un método utilizado para seleccionar al azar a los componentes de la muestra del total de la población.

#### **Criterios de Selección**

##### **INCLUSIÓN**

De acuerdo con EUPATI (2015), todo criterio de inclusión, es aquel que cumple todos los requisitos que se establecen en los participantes, para que estos puedan ser considerados dentro del estudio a realizarse. Por ende, la población del Sector Las Peñas y Poyo Colorado son los que se verán afectados por la falta de unidades básicas de saneamiento y el mal estado de su red actual de agua.

##### **EXCLUSIÓN**

Todas las viviendas que se encuentren fuera del límite del Sector Las Peñas y Poyo Colorado.

## **2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad**

### **Técnicas**

Se empleó la técnica de la observación para el levantamiento topográfico, muestras de suelo y estudio de agua.

### **Instrumentos**

El instrumento usado es una hoja o ficha de registro, donde se apuntó los datos del aforo del caudal de la captación, mediante el método del aforo volumétrico, y también se apuntó los datos obtenidos de la topografía como altitud, coordenadas.

#### **Equipo Topográfico**

- ❖ Drone Phantom 4 Pro RTK
- ❖ Estacion Movil 2RTK GNSS
- ❖ Trípode

#### **Aforo Volumétrico de Agua**

- ❖ Baldes de 8 litros
- ❖ Tubo de PVC 2”
- ❖ Cronometro o Celular

#### **Equipos de Laboratorio de Mecánica de Suelos**

- ❖ Tamices
- ❖ Bandejas
- ❖ Balanza Electrónica
- ❖ Horno
- ❖ Espátulas

#### **Equipo de Oficina**

- ❖ Impresora
- ❖ Plotter
- ❖ Computadora
- ❖ Cámara Fotográfica o Celular

## **Validez y Confiabilidad**

- Libros y tesis publicadas.
- Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Normas Técnicas de Saneamiento.
- Publicaciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
- Programa Nacional de Saneamiento Rural – PNSR.

### **2.5. Método De Análisis De Datos**

Se usó el programa AutoCAD Civil 3D 2019, Global Mapper, Pix 4d para procesar los datos que se obtuvieron en campo del levantamiento topográfico, los cuales nos sirvió para trazar las posibles redes de agua.

Se usó hojas de cálculo de Excel para el diseño del reservorio.

Se usó hojas de cálculo de Excel para el diseño de la red de agua y UBS.

Se realizó el presupuesto del proyecto, usando el programa S10 2005

Se usó el programa AutoCAD 2D 2019, para realizar los planos correspondientes

### **2.6. Aspectos Éticos**

La realización de este proyecto se logró en mutuo acuerdo con la población beneficiaria y su representante, el Señor Manuel Aguilar Otiniano, que ocupa el cargo de agente municipal de dicho sector.

La información a obtener y que será utilizada, es verás ya que fue recolectada en campo, consultada con los mismos pobladores del caserío Yanac-Sector Las Peñas y Poyo Colorado.

De la misma manera se conversó con la población beneficiaria, donde llegamos a explicarle nuestro proyecto de investigación y donde ellos manifestaron su apoyo hacia nosotros como responsables de este proyecto.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

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

El presente informe del levantamiento topográfico, ejecutada con Drone, especifica el inicio del proyecto “Diseño del sistema de agua potable y UBS, Sector Las Peñas y Poyo Colorado, distrito Huamachuco, provincia Sánchez Carrión, La Libertad”. La cual se realizó con el fin de obtener los datos necesarios del área donde se diseñará y desarrollará el proyecto de saneamiento. Así mismo garantizar la suficiente precisión de la toma de datos para ser utilizados en trabajos de mediana y gran envergadura.

##### **3.1.2. Objetivos**

- Efectuar el levantamiento topográfico del área que corresponde al sector Las Peñas y Poyo Colorado ubicadas en el distrito de Huamachuco, caserío Yanac.
- Procesamiento y verificación de la información obtenida en campo.
- Elaboración del modelo digital 3D, DSM y ortofoto.
- Elaboración de curvas de nivel georreferenciadas en el sistema de coordenadas GWS 84 Datum.

##### **3.1.3. Reconocimiento de la zona de estudio**

Con el propósito de obtener una adecuada topografía, se ejecutó un trabajo de campo, realizando la visita a los dos sectores para obtener una noción de cómo es que se encuentran estos sectores con respecto a su topografía, así mismo esto nos dio la idea de los equipos y herramientas que necesitaríamos. antes de comenzar con el recorrido, tuvimos una reunión con el agente municipal y el presidente de la junta de usuarios del agua de Las Peñas y Poyo Colorado, con el fin de que toda la información recaudada sea la correcta y óptima para el desarrollo del diseño del proyecto.

El primer punto en visitar fue la captación N° 1 - "Poyo Colorado", y se realizó el recorrido de todo el tramo hasta la casa más alta para ver si cumplía con nuestra propuesta de diseño. posteriormente visitamos la captación N° 2 – “Las Peñas”. Luego se visitó la captación N° 3 – “Las Peñas” y realizamos el recorrido hasta la casa más baja para verificar el cumplimiento de nuestro diseño. todos estos recorridos

los realizamos marcando los puntos donde se realizarían las posibles calicatas, y tomando apuntes de las condiciones del terreno.

### 3.1.4. Metodología de Trabajo

#### 3.1.4.1. Preparación y Organización

El levantamiento topográfico se realizó el 25 mayo del presente año. El trabajo empezó aproximadamente a las 8:30 am y termino cerca a la 01:00 pm, previamente se recogieron los equipos e instrumentos de trabajo que se utilizarían.

##### a) Equipo de Trabajo

Para realizar el levantamiento topográfico, previamente se buscó los equipos que íbamos a necesitar. En este caso para el trabajo en campo se utilizó los siguientes equipos.

- **DRONE PHANTOM 4 PRO RTK**

DRONE PHANTOM	
MODELO	4 PRO RTK
	CAMARA: SENSOR CMOS DE 1"; PÍXELES EFECTIVOS:20M
	OBJETO: FOV, f/2,8 – f/11, ENFOQUE AUTOMATICO A 1m
	BATERIA CONTROL REMOTO: CAPACIDAD 4920 mAh, 7.6V, LiPo2S – T° -20 a40 C°
	GNSS: GPS + BeiDOU + Galileo (Asia); GPS +GLONASS + galileo (otras regiones)
	AERONAVE: PESO-1391g; Altitud vuelo max-6000m; Vel max – 50Km/h
	BATERIA DE VUELO: 5870 mAh; 15,2V; LiPo 4S; 89,2 Wh
	ADAPTADOR DE ALIMENTACIÓN CA (PH4C160) 17,4V; 160W

Cuadro 6: Características de DRONE PHANTOM

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **MOBIL STATION 2RTK GNSS**

<b>MOBIL STATION</b>	
<b>MODELO</b>	<b>SERIE 2RTK GNSS</b>
	1000m/600m REFLECTORES EDM
	PUNTERO LASER, FÁCIL DE ENCONTRAR OBJETIVO
	BLUETOOTH 4.0
	TRANSFERENCIA Y ALMACENAMIENTO DE DATOS
	T-P SENSOR, CORRECCIÓN AUTOMÁTICA
	CÁMARA OPCIONAL PARA N40/N41
	EDM TECLA DE DISPARO
	PANEL DE CONTROL CON PANTALLA TÁCTIL DE ALTA RESOLUCIÓN

Cuadro 7: Características de MOBIL STATION

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### **b) Instrumentos de Trabajo**

El instrumento utilizado en el levantamiento es el siguiente:

- **01 TRÍPODE:**

En la topografía, los trípodes se emplean como sostén u apoyos de otros equipos. En la figura 10 se observa un trípode que se utilizó como instrumento de trabajo para el levantamiento topográfico.



Figura 10: Trípode

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### **c) Método Empleado**

El trabajo de campo se dividió en dos fases, una correspondiente a una inspección visual de la zona a levantar, y la otra correspondiente a la ejecución del levantamiento propiamente dicho utilizando los equipos anteriormente descritos.

#### **3.1.4.2. Trabajo de Campo**

Antes de empezar el trabajo de campo se contó con una etapa preliminar donde se describe a continuación:

- Recopilación de información existente
- Accesibilidad
- Reconocimiento del terreno
- Movimiento de personal
- Personal empleado

##### **3.1.4.2.1. Proceso de levantamiento topográfico**

El primer paso para realizar el levantamiento es delimitar la zona a levantar mediante la elaboración de un plan de vuelo en el software proporcionado por el Drone y con la configuración acorde a la ubicación de la zona. El segundo paso consiste en sincronizar el Drone con la estación móvil, lo cual va a permitir obtener una mayor precisión en la fotogrametría y su posterior procesamiento de datos. Finalmente verificamos que el Drone esté conectado con la suficiente cantidad de satélites y damos inicio al plan de vuelo.

#### **3.1.4.3. Trabajo de Gabinete**

##### **3.1.4.3.1. Equipos y Software**

Para la realización de los trabajos en gabinete se usaron los siguientes equipos y programas.

#### **a) Equipos de oficina y dibujo**

- Computadora CORE i7
- Plotter Hp 110 plus
- Impresoras Hp

#### **b) Programas para el procesamiento de datos topográficos**

- Pix 4d professional
- AutoCAD Civil 3D
- Global Mapper

#### **3.1.4.3.2. Procesamiento de Datos**

Una vez terminado el levantamiento topográfico en campo, se realiza lo siguiente:

- Procesar los datos obtenidos del dron en el software pix 4d que nos permite dividir el trabajo en 3 fases principales:
  - a) Orientación de puntos
  - b) Creación de nube densa de puntos y malla
  - c) Creación de ortofoto
- Antes de ingresar los datos al Civil 3D, se debe geo-referenciar utilizando los datos siguientes:  
ZONA: Zona 17 South  
DATUM: GWS 84
- Por ultimo ingresar al Civil 3D, para generar las curvas de nivel del lugar en estudio.

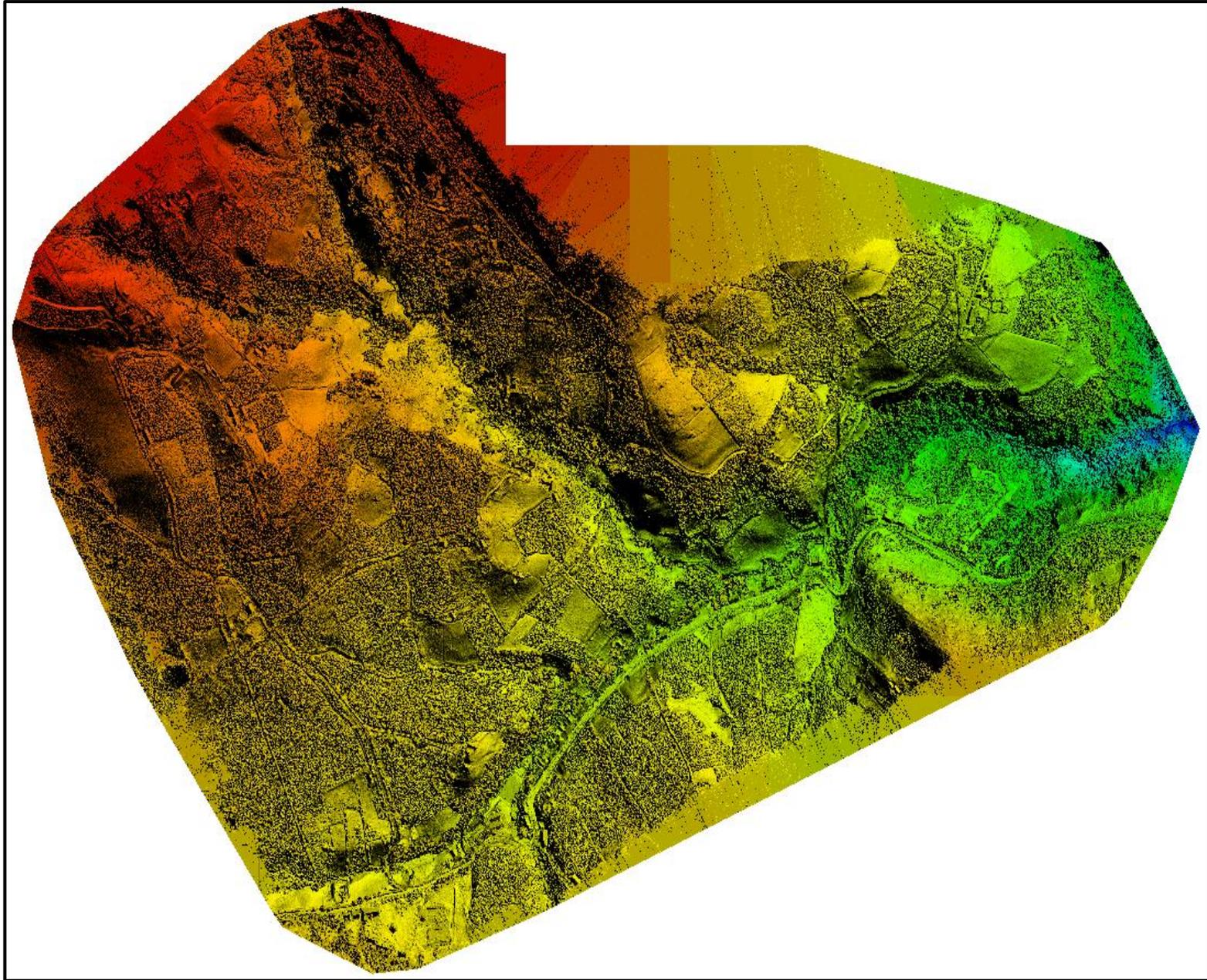
En las figuras 11, 12, 13 se puede observar los datos obtenidos del Dron.

Figura 11: Ortofoto



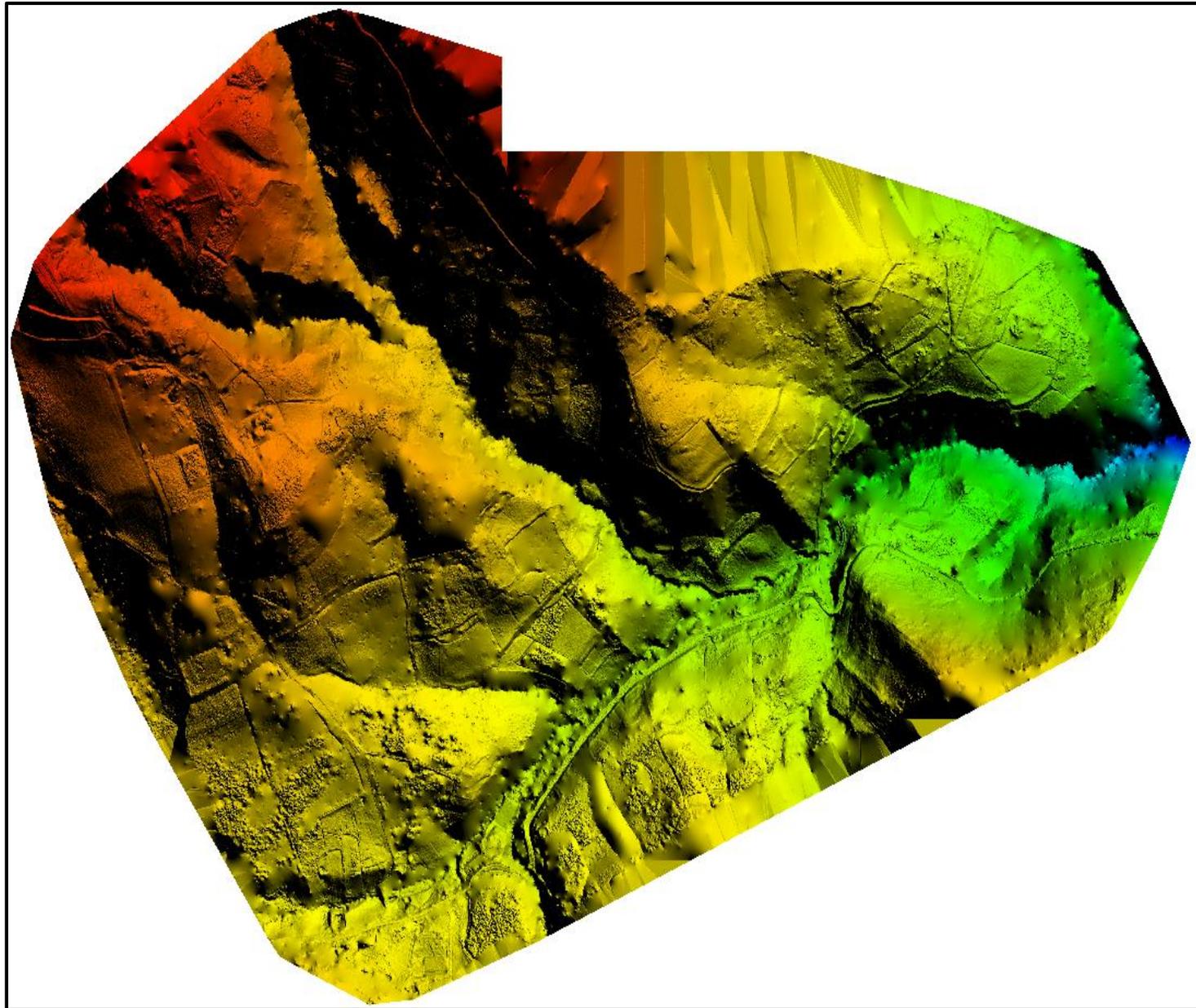
FUENTE: DATOS OBTENIDOS DE DRONE

Figura 12: Modelo Digital de Superficie (DSM)



FUENTE: DATOS OBTENIDOS DE DRONE

Figura 13: Modelo Digital de Terreno (DTM)



FUENTE: DATOS OBTENIDOS DE DRONE

### **3.1.5. Análisis de Resultados**

#### **a) Elección del sistema**

Viendo los resultados del trabajo realizado se puede observar que el tipo de terreno es accidentado y escarpado, esto nos sirvió para elegir el sistema de la red de agua que sería por Gravedad.

## **3.2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

### **3.2.1. Generalidades**

El estudio de mecánica de suelos, fue realizado en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Cesar Vallejo, con la finalidad de evaluar las muestras de suelo obtenidas para el proyecto “Diseño del sistema de agua potable y UBS, Sector Las Peñas y Poyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia Sánchez Carrión, La Libertad” , de las cuales se obtuvieron las características físico mecánicas, que sirvieron para el adecuado diseño de estructuras como: captación, línea de conducción, red de distribución, reservorios ,las UBS.

### **3.2.2. Objetivos**

- ✓ Extraer las muestras de cada calicata, codificada y registrada.
- ✓ Determinar el porcentaje de humedad de cada muestra.
- ✓ Determinar la granulometría de cada muestra mediante el análisis mecánico por tamizado.
- ✓ Determinar los límites e índices de Consistencia.
- ✓ Determinar la clasificación de la muestra mediante SUCS y AASHTO.
- ✓ Determinar la capacidad portante de las muestras donde se proyectarán los reservorios.

### **3.2.3. Sismicidad**

La zona de estudio se localiza en el distrito de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, La Libertad. De acuerdo al Mapa de Zonas Sísmicas del Perú de la Norma de Diseño Sismo Resistente del “RNE E.030”, los sectores en estudio están dentro de la zona 3 y se puede observar en la figura 14.



Figura 14: Mapa de Zonas Sísmicas del Perú

FUENTE: “RNE-0.30”

### 3.2.4. Trabajo de Campo

Para iniciar con los trabajos de campo se realizó una reunión con el agente municipal de los sectores en estudio donde se acordó que los pobladores apoyarían en las excavaciones necesarias para la obtención de muestras, durante la reunión se fijó una fecha y hora donde se realizaría el trabajo y también se formó una cuadrilla como se muestra a continuación:

- 1 equipo de trabajo conformado por 3 personas.

En la fecha pactada nos movilizamos a los lugares donde se realizarían las excavaciones, en donde ya se encontraban los pobladores que iban a apoyarnos a realizar los trabajos y se procedió al trazado y a la excavación para posteriormente obtener, la muestra prepararla y transportarla.

### 3.2.4.1. Excavaciones

Para determinar el perfil estratigráfico se excavaron 6 calicatas, se asignó códigos a cada una de ellas desde C-1 hasta C-6 respectivamente.

Las excavaciones se realizaron utilizando herramientas manuales como picos, palanas, barretas. La profundidad de estas tuvo un máximo de 1.50m, a excepción las del reservorio que tuvo una profundidad de 3.00m.

### 3.2.4.2. Toma y Transporte de Muestras

Las muestras extraídas después de terminar de excavar las calicatas, fueron de 5 kg, las cuales nos permitieron determinar la clasificación del suelo, el contenido de humedad, los límites de consistencia. Las muestras fueron almacenadas en bolsas impermeables.

En caso de los reservorios y línea de conducción, se extrajo muestra para el ensayo de corte el cual nos permite calcular la capacidad portante. Estas muestras se extrajeron en tubos de 4" con una longitud de 30 cm y fueron sellados con parafina para que no pierdan sus características físicas.

### 3.2.4.3. Registro de Excavaciones

Al mismo tiempo que se hacían la extracción de muestras, se realizó un registro de calicatas como se muestra a continuación:

<b>CALICATA</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>ALTURA</b>
C-1	1.50	9138823	175371	3230
C-2	3.00	9138913	175371	3265
C-3	1.50	9138660	175247	3170
C-4	3.00	9138600	175345	3150
C-5	1.50	9138325	175129	3180
C-6	1.50	9138213	175494	3110

Cuadro 8: Registro de Calicatas - Fuente : Elaboración Propia

### **3.2.5. Trabajo de Laboratorio**

#### **3.2.5.1. Análisis Granulométrico**

Antes de proceder con el análisis granulométrico, las muestras utilizadas para este análisis fueron lavadas y secadas, con el propósito de determinar el tamaño de las partículas del suelo.

##### **a) Equipos y herramientas empleados**

- Recipiente para el lavado y secado del material.
- Estufa para mantener una temperatura entre  $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$  para el secado.
- Horno de secado entre  $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ .
- Una balanza con sensibilidad de 0.1 g.
- Tamices de malla cuadrada de 75 mm (3"), 50,8 mm (2"), 38,1 mm (1 1/2 "), 25,4 mm (1"), 19,0 mm (3/4 "), 9,5 mm (3/8 "), 4,76 mm (N° 4), 2,00 mm (N° 10), 0,840 mm (N°20), 0,425 mm (N° 40), 0,250 mm (N° 60), 0,106 mm (N° 140), y 0,075 mm (N° 200).
- Cepillo.
- Brocha.

##### **b) Procedimiento**

- Se ha extraído 2 kg. De masa de cada muestra.
- Se procede a lavar dicho material y se deja en el horno por 24 horas, a temperatura  $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ .
- Se retira del horno la muestra y se deja enfriar.
- Se ordena los tamices y se gira en forma circular durante 10 min. aprox.
- Se hace el tarado correspondiente de los recipientes.

- Se toma nota en una libreta, el peso de la muestra retenida en cada tamiz.

### **3.2.5.2. Contenido de humedad**

#### **a) Equipos y herramientas empleados**

- Horno de secado con circulación de aire y temperatura  $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ .
- Balanza de 500 g.
- Recipientes.
- Espátula.

#### **b) Procedimiento**

- Se tomó una muestra respectiva de cada calicata.
- Se eligió los recipientes debidamente tarados.
- Se procedió a pesar la muestra húmeda más el recipiente.
- Luego se colocó en el horno durante 24 horas.
- Transcurridas las 24 horas se determina el peso del recipiente con la muestra seca.

### **3.2.5.3. Límites de Atterberg**

#### **Límite Líquido**

#### **a) Equipos y herramientas empleados**

- Copa de Casagrande.
- Acanalador (Casagrande o ASTM), mango de calibre de 1 cm.
- Plato de evaporación de porcelana  $\emptyset$  120 mm.
- Espátula hoja flexible de 20 mm. x 70 mm.
- Horno de secado con circulación de aire y temperatura entre  $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ .
- Balanza de precisión de 0.01 gr.
- Probeta de 23 ml.
- Malla N°40 ASTM.
- Recipientes.

## **b) Procedimiento**

- Se extrajo la muestra que logra pasar de la malla N°40 ASTM, y se colocó la muestra en el plato de evaporación agregándole una adecuada cantidad de agua destilada, mezclando con la espátula hasta lograr una pasta homogénea.
- Luego la masa fue colocada en la Copa Casagrande y se crea la ranura de 1 cm.
- Luego se deja caer desde 1 cm de altura hasta que sufra el cierre de la ranura.
- El material que sobra se retorna al depósito para ser removido con agua destilada y seguir efectuando los golpes.

## **Límite Plástico**

### **a) Equipos y herramientas empleados**

- Plato de evaporación de porcelana Ø 120 mm.
- Espátula hoja flexible de 20 mm. x 70 mm.
- Placa de vidrio esmerilado o mármol.
- Horno de secado con circulación de aire y temperatura entre  $110^{\circ} + 5^{\circ}$  C.
- Objeto de comparación.
- Balanza de precisión de 0.01 gr.
- Recipiente.
- Malla N° 40 ASTM.
- Probeta de 25 ml.

### **b) Procedimiento**

- La muestra de ensayo se preparó para la misma forma que la del líquido.

- Se tomó una porción de muestra de cada calicata, amasado de aprox. 1 cm y se hizo rodar con la palma de la mano.
- Se procedió a doblar la masa cilíndrica de 3 mm. Hasta conseguir que se haga trozos de 0.5-10 cm de largo.
- Se colocó los trozos en recipientes tarados, secándolos en el horno.

#### **3.2.5.4. Clasificación de suelos**

La clasificación de suelos se hará mediante dos sistemas:

- American Association of State Highway Officials (AASHTO), como indica el cuadro 9.
- Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), como se observa en el cuadro 10.

Cuadro 9: Sistema de clasificación de suelos AASHTO

Clasificación General	Materiales granulares							Materiales limoso arcilloso			
	(35% o menos pasa por el tamiz N° 200)							(más del 35% pasa por el tamiz N° 200)			
Grupo	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
Porcentaje que pasa:											
N° 10( 2mm)	50 máx	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N° 40 ( 0.425mm)	30 máx	50 máx	51 máx	-	-	-	-	-	-	-	-
N° 200 ( 0.075mm)	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 min	36 min	36 min	36 min
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40											
Limite liquido	-	-	-	40 máx	41min	40 máx	41min	40 máx	41min	40 máx	41min (2)
Indice de plasticidad	6 máx	6 máx	NP (1)	10 máx	10 máx	11 mín	11 min	10 máx	10 máx	11 min	11 min
Constituyentes principales	<b>Fragmentos de roca, grava y arena</b>		<b>Arena Fina</b>	<b>Grava y arena arcillosa o limosa</b>				<b>Suelos limosos</b>		<b>Suelos arcillosos</b>	
Calificación	Excelente a bueno							Pobre a malo			

(1): No plástico

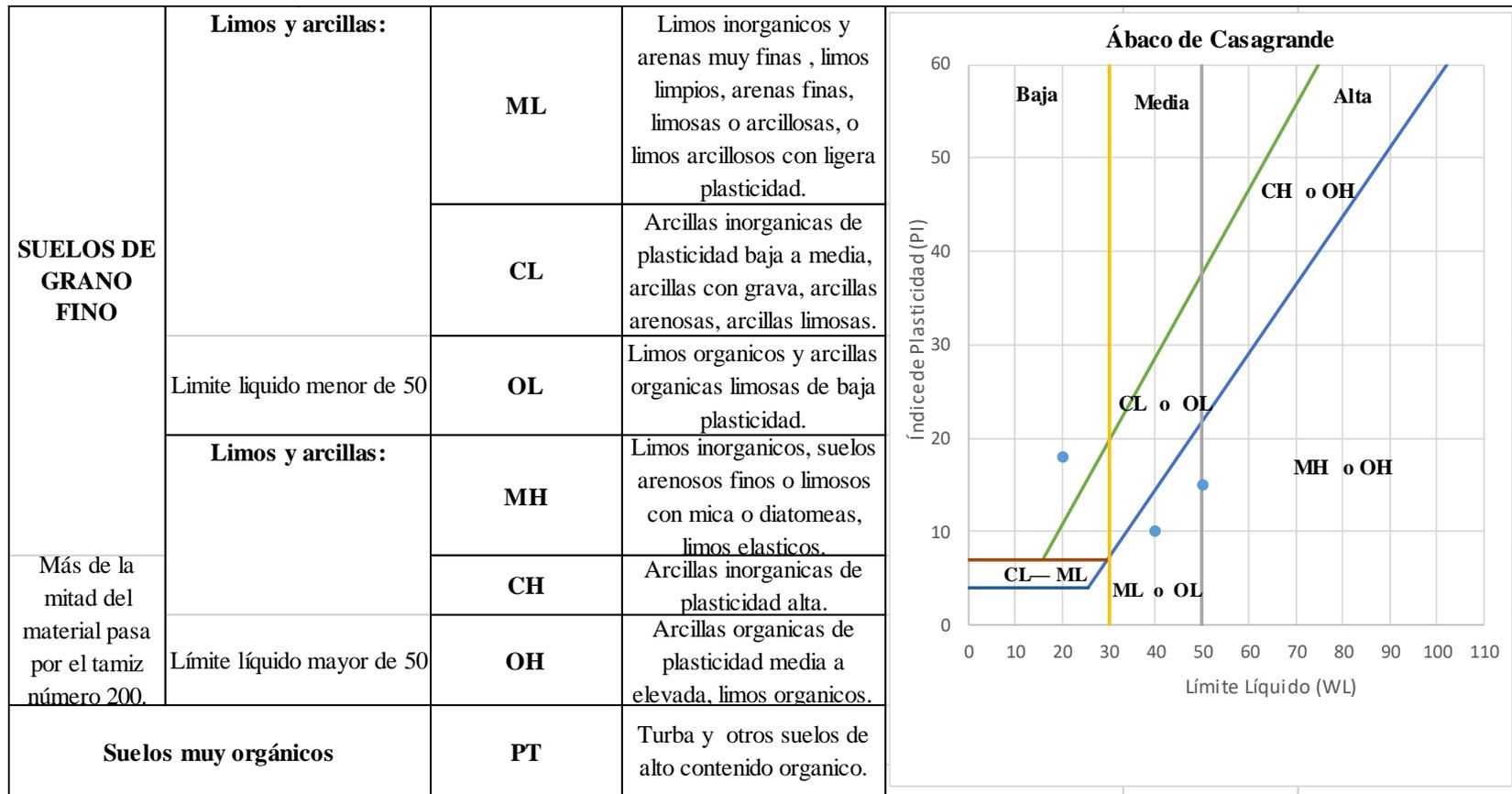
(2): El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30

El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es igual o mayor que LL menos 30

FUENTE: AASHTO

Cuadro 10: Sistema de clasificación de suelos SUCS

DIVISIONES PRINCIPALES		SÍMBOLOS DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO			
<b>SUELOS DE GRANO GRUESO</b>	<b>GRAVAS</b>	<b>Gravas limpias</b>	<b>GW</b>	Gravas bien graduadas, mezclas gravas-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:	Cu= D60/D10>4 Cc= (D30) ^2/D10 * D60 entre 1 y 3	
		(sin o con pocos finos)	<b>GP</b>	Gravas mal graduadas, mezclas gravas-arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometria para GW	
	Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	<b>Gravas con finos</b>	<b>GM</b>	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.	Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:	Límites de Atterbeg debajo de la línea A o Ip<4	Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos limite que requieren doble simbolo.
		(apreciable cantidad de finos)	<b>GC</b>	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		Límites de Atterbeg sobre la línea A con IP>7	
	<b>ARENAS</b>	<b>Arenas limpias</b>	<b>SW</b>	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	<5%>GW,GP,SW,SP.	Cu= D60/D10>6 Cc= (D30) ^2/D10 * D60 entre 1 y 3	
		(pocos o sin finos)	<b>SP</b>	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	>12%>GM,GC,SM,SC	Cuando no se cumplen simultaneamente las condiciones para SW.	
Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200.	Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4.76mm)	<b>Arenas con finos</b>	<b>SM</b>	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	5 al 12% > casos limite que requieren usar doble sentido.	Límites de Atterbeg debajo de la línea A o Ip<4	Los limites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan
		(apreciable cantidad de finos)	<b>SC</b>	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.		Límites de Atterbeg sobre la línea A con IP>7	



FUENTE: SUCS

### 3.2.6. Características del proyecto

#### 3.2.6.1. Perfil Estratigráfico

<b>CALICATA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SUCS</b>	<b>AASHTO</b>
<b>C - 1 CAPTACIÓN 2</b>	0.00 - 1.50 m	<b>SC</b> Arenas arcillosas, mezclas arena - arcilla	<b>A - 6 (1)</b>
<b>C - 2 RESERVORIO 1</b>	0.00 - 3.00 m	<b>SC</b> Arenas arcillosas, mezclas arena - arcilla	<b>A - 2 - 4 (0)</b>
<b>C - 3 CAPTACIÓN 3</b>	0.00 - 1.50 m	<b>CL</b> Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	<b>A - 6 (3)</b>
<b>C - 4 RESERVORIO 2</b>	0.00 - 3.00 m	<b>SM - SC</b> Arenas limosas, mezcla de arena y limo - Arenas arcillosas, mezcla de arena - arcilla.	<b>A - 4 (1)</b>
<b>C - 5 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN</b>	0.00 - 1.50 m	<b>CL</b> Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	<b>A - 6 (15)</b>
<b>C - 6 CASA 1</b>	0.00 - 1.50 m	<b>CH</b> Arcillas inorgánicas de plasticidad alta	<b>A - 7 - 6 (20)</b>

Cuadro 11: Perfil Estratigráfico de las calicatas

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.2.7. Análisis de los resultados de laboratorio

<b>% QUE PASA</b>	<b>C - 1 CAPTACIÓN 2</b>	<b>C - 2 RESERVORIO 1</b>	<b>C - 3 CAPTACIÓN 3</b>	<b>C - 4 RESERVORIO 2</b>	<b>C - 5 LÍNEA DE DIST.</b>	<b>C - 6 CASA 1</b>
3"	100	100	100	100	100	100
2 1/2"	100	100	100	100	100	100
2"	100	100	100	100	100	100
1 1/2"	100	100	100	100	100	100
1"	100	100	100	100	100	100
3/4"	97.93	100	100	100	100	100
1/2"	96.32	100	100	99.68	100	100
3/8"	95.93	98.29	99.25	99.38	100	100
1/4"	94.68	97.65	98.65	98.94	100	100
Nº 4	94.36	97.19	97.92	98.5	100	100
8	93.3	95.82	95.44	97.44	100	100
10	92.93	95.34	94.89	97.11	99.85	100
16	90.82	92.5	93.23	95.79	99.58	100
20	87.77	88.7	92.48	94.26	99.36	99.85
30	84.54	81.84	91.56	91.79	99.11	99.78
40	73.68	69.95	90.13	86.95	98.9	99.68
50	63.6	56.25	84.85	78.77	98.71	99.56
60	55.53	49.62	79.49	70.43	98.61	99.61
80	47.28	40.83	70.25	61.91	98.48	99.43
100	44.85	37.64	63.06	57.73	98.43	99.39
200	39.82	32.89	53.94	47.98	98.22	99.33
≤ 200	0	0	0	0	0	0

Cuadro 12: Análisis granulométrico

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.2.7.2. Resumen de Contenido de Humedad

<b>CALICATA</b>	<b>% DE HUMEDAD</b>
C - 1	26.43
C - 2	19.86
C - 3	31.16
C - 4	18.93
C - 5	21.86
C - 6	27.69

Cuadro 13: Contenido de Humedad.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.2.7.3. Resumen de los Límites de Atterberg

<b>CALICATA</b>	<b>LL %</b>	<b>LP%</b>	<b>IP%</b>
C - 1	27	16	11
C - 2	39	31	8
C - 3	27	15	12
C - 4	28	21	7
C - 5	40	27	13
C - 6	65	25	40

Cuadro 14: Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.2.7.4. Análisis del Peso Unitario

Este ensayo se realizó en los reservorios, C – 2 y C – 4, y en la línea de distribución C – 5.

#### **Para el Reservorio 1 (C – 2)**

Peso unitario seco = 0.793 ton/m<sup>3</sup>

#### **Para el Reservorio 2 (C – 4)**

Peso unitario seco = 0.761 ton/m<sup>3</sup>

#### **Para la Línea de Distribución (C – 5)**

Peso unitario seco = 0.0.811 ton/m<sup>3</sup>

### 3.2.7.5. Análisis de la Capacidad Portante.

#### Para el Reservorio 1 (C – 2)

Para calcular la capacidad de carga, se utilizarán algunas fórmulas como:

- CAPACIDAD DE CARGA

Según Terzaghi (1943), modificado por Versic (1975), la capacidad de carga se calcula mediante la fórmula:

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

- FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Para la formula general de capacidad de carga, se necesitan calcular los siguientes factores:

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

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

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

- ASENTAMIENTO INICIAL

Según la Teoría Elástica:

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

- FACTORES DE FORMA

Según Versic:

$$S_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c} \quad \longrightarrow \quad S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

A continuación, se detalla la falla local por corte de los reservorios y del pase aéreo, en los siguientes cuadros:

**Para el Reservorio 1 (C – 2)**

<b>CONSIDERANDO FALLA LOCAL POR CORTE</b>						
Angulo de fricción $\emptyset$	C (kg/cm)	Nc	Nq	Ny (Versic)	Nq/Nc	Tan $\emptyset$
24.86	0.014	20.546	10.528	10.693	0.52	0.464

Cuadro 15: Calculo de la Falla Local por Corte del Reservorio 1

FUENTE: Laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo, 2019

Se considera como valor único de diseño:

$$q_{\text{admissible}} = 1.10 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$q_{\text{admissible}} = 10.95 \text{ (tn/m}^2\text{)}$$

Se obtiene:

$$\text{Carga Admisible Bruta (Q)} = 34.21 \text{ tn}$$

$$\text{Asentamiento Inicial (S)} = 0.30 \text{ cm}$$

**Para el Reservorio 2 (C – 4)**

<b>CONSIDERANDO FALLA LOCAL POR CORTE</b>						
Angulo de fricción $\emptyset$	C (kg/cm)	Nc	Nq	Ny (Versic)	Nq/Nc	Tan $\emptyset$
25	0.013	20.721	10.662	20.876	0.525	0.466

Cuadro 16: Calculo de la Falla Local por Corte del Reservorio 2

FUENTE: Laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo, 2019

Se considera como valor único de diseño:

$$q_{\text{admissible}} = 1.06 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$q_{\text{admissible}} = 10.62 \text{ (tn/m}^2\text{)}$$

Se obtiene:

Carga Admisible Bruta (Q) = 15.29 tn

Asentamiento Inicial (S) = 0.28 cm

**Para la línea de conducción (C – 5)**

<b>CONSIDERANDO FALLA LOCAL POR CORTE</b>						
Angulo de friccion $\emptyset$	C (kg/cm)	Nc	Nq	Ny (Versic)	Nq/Nc	Tan $\emptyset$
21	0.017	15.815	7.071	6.196	0.392	0.384

Cuadro 17: Calculo de la Falla Local por Corte de la línea de conducción

FUENTE: Laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo, 2019

Se considera como valor único de diseño:

$q_{admisible} = 0.60 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$

$q_{admisible} = 6.01 \text{ (tn/m}^2\text{)}$

Se obtiene:

Carga Admisible Bruta (Q) = 8.66 tn

Asentamiento Inicial (S) = 0.38 cm

### **3.2.8. Análisis y parámetros resistentes**

Los sectores Las Peñas y Poyo Colorado, se encuentran en una zona de alto riesgo sísmico, sobre todo están expuesto a sismos superficiales de intensidad y magnitud.

de los estudios de suelos realizados, se determinó que el terreno presenta:

SC: Arenas arcillosas, mezcla arena – arcilla.

CL: Arcilla ligera tipo grava con arena.

CH: Arcilla inorgánica de plasticidad alta.

SM: Arenas limosas, mezclas de arena y arcilla

Según el RNE-E030, para el diseño de las estructuras, se recomienda adoptar:

- a) El factor de zona (Z), el cual es 0.35 debido a que los sectores de Las Peñas y Poyo Colorado se encuentran en la zona 3 tal como se observa en el cuadro 18.

<b>TABLA N° 1</b>	
<b>FACTORES DE ZONA "Z"</b>	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Cuadro 18: Factores de zona.

FUENTE: RNE – E 0.30

- b) El factor de uso (U), se utilizará para una edificación esencial, considerando un factor de 1.5 como se muestra en el cuadro 19.

<b>TABLA N° 2</b>		
<b>CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"</b>		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
<b>A</b> EDIFICACIONES ESCENCIALES	A1	Ver nota 1
	Sector salud	
	A2	
	Puertos, Aeropuertos, Universidades	1.5
<b>B</b> EDIFICACIONES IMPORTANTES	Cines, Teatros, Coliseos, Centros Comerciales, Museos	1.3

<b>C</b> EDIFICACIONES COMUNES	Viviendas, Oficinas, Hoteles	1
<b>D</b> EDIFICACIONES TEMPORALES	Casetas y otros similares	Ver nota 2

Cuadro 19: Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso

FUENTE: RNE – E 0.30

- c) Factor de suelo (S), se determina que es un suelo intermedio S2, para el cual se utilizara el factor 1.15 como se muestra en el cuadro 20.

<b>TABLA N° 3</b>				
<b>FACTOR DE SUELOS (S)</b>				
ZONA/SUELO	S0	S1	S2	S3
Z4	0.8	1	1.05	1.1
Z3	0.8	1	1.15	1.2
Z2	0.8	1	1.2	1.4
Z1	0.8	1	1.6	2

Cuadro 20: Factor de suelo

FUENTE: RNE – E 0.30

- d) Factor de amplificación sísmica (C), para el cálculo de este factor se utiliza los periodos, los cuales se dan en el cuadro 21.

<b>TABLA N° 4</b>				
<b>PERIODOS "Tp" Y "TL"</b>				
<b>PERFIL DE SUELO</b>				
	S0	S1	S2	S3
Tp	0.3	0.4	0.6	1
TL	3	2.5	2	1.6

Cuadro 21: Periodos Tp y TL

FUENTE: RNE – E 0.30

a) Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (R).

Los sistemas estructurales que se utiliza es el de muros estructurales de concreto armado que tiene un coeficiente de 6, tal como se indica en el cuadro 22.

<b>TABLA N° 5</b>	
<b>SISTEMA ESTRUCTURAL</b>	<b>(Ro)</b>
<b>ACERO</b>	
Porticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Porticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Porticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Porticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Porticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Porticos Exentricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>CONCRETO ARMADO</b>	
Porticos.	8
Dual.	7
De Muros Estructurales.	6
Muros de Ductilidad Limitada.	4
ALBAÑILERIA ARMADA O CONFINADA	6
MADERA (POR ESFUERZOS ADMISIBLES)	7

Cuadro 22: Sistemas Estructurales.

FUENTE: RNE – E 0.30

Además, también se tiene en cuenta las irregularidades mostradas en las estructuras, las cuales se dan en los siguientes cuadros.

<b>TABLA N° 8</b>	<b>FACTOR DE IRREGULARIDAD (Ia)</b>
<b>IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA</b>	
Irregularidad de Rigidez - Piso Blando.	0.75
Irregularidades de Resistencia - Piso Débil.	0.75
Irregularidad Extrema de Rigidez.	0.5
Irregularidad Extrema de Resistencia.	0.5
Irregularidad de Masa a Peso.	0.9
Irregularidad Geométrica Vertical.	0.9
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0.8
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	0.6

Cuadro 23: Irregularidades Estructurales en Altura

FUENTE: RNE – E 0.30

<b>TABLA N° 9</b>	<b>FACTOR DE IRREGULARIDAD (Ip)</b>
<b>IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA</b>	
Irregularidad Torsional.	0.75
Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10)	0.6
Esquinas Entrantes.	0.9
Discontinuidad de Diafragma.	0.85
Sistemas no Paralelos.	0.9

Cuadro 24: Irregularidades Estructurales en Planta

FUENTE: RNE – E 0.30

### 3.2.9. Conclusiones.

- Se extrajo las muestras de suelo de las seis calicatas.
- Se determinó los porcentajes de humedad de las 6 muestras extraídas de las calicatas, los resultados obtenidos en los laboratorios se muestran en el cuadro 13.
- Se determinó la granulometría de cada muestra mediante análisis mecánico por tamizado, los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 12.
- Se determinó los límites de Atterberg de cada muestra, los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 14.
- Se determinó la clasificación de las muestras de suelo mediante SUCS y AASHTO, los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 11.
- Se determinó la capacidad portante de las muestras de suelo de los reservorios proyectados así también como de la línea de distribución, los resultados obtenidos son de: 1.10 kg/cm<sup>2</sup>, 1.06 kg/cm<sup>2</sup>, 0.60 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

### **3.3. ESTUDIO FÍSICO-QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DEL AGUA (CALIDAD DEL AGUA)**

#### **3.3.1. Generalidades**

La condición del agua, tanto subterránea como superficial, se puede ver alterada por dos factores, factores humanos y naturales, entre los naturales la erosión de cualquier mineral pesado existente en las rocas, o su sedimentación. pueden alterar la calidad del agua.

La calidad o condición del agua se establece comparando parámetros. Los parámetros físicos y químicos de las muestras obtenidas, con estándares establecidos de agua, que aseguren que esta sea apta y salubre para el consumo humano. Estos estándares establecidos, son basados en índices de toxicidad aceptables para el ser humano.

#### **3.3.2. Objetivo**

Determinar la calidad del agua de los tres puntos de captación, considerados para el abastecimiento de agua para el proyecto denominado "Diseño del sistema de agua potable y UBS, Sector Las Peñas y Poyo Colorado. distrito Huamachuco, provincia Sánchez Carrión, La Libertad". Con esto se determinará si el agua de estas captaciones es apta para el consumo humano.

#### **3.3.3. Marco Legal**

##### **3.1.3.1. Estándares nacionales de calidad para el agua: DS 002-2008-MINAM**

La legislación vigente a nivel nacional se encuentra establecida en el decreto supremo 002-2008 del Ministerio del Ambiente. Este decreto determina los niveles máximos para los parámetros físicos, químicos y biológicos existentes en el agua, los cuales no representarían un riesgo para la salud humana. además, determina los tratamientos necesarios para alcanzar una calidad óptima.

### **3.3.4. Monitoreo**

#### **3.3.4.1. Parámetros de monitoreo de agua para consumo**

##### **3.3.4.1.1. Parámetros fisicoquímicos**

- Olor.
- Sabor.
- Color.
- Turbidez.
- pH.
- Conductividad.
- Solidos totales disueltos.
- Cloruros.
- Calcio.
- Magnesio.
- Sodio.
- Potasio.
- Sulfatos.
- Dureza total.
- Amoníaco.
- Cianuro total.
- Aceites y grasas.
- Carbonatos.
- Bicarbonatos.
- Nitratos.
- Nitritos.

##### **3.3.4.1.2. Parámetros microbiológicos**

- Recuento total de bacterias.
- Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.
- Escherichia coli.
- Virus.
- Coliformes termotolerantes.
- Coliformes totales.



- a) Ubicamos el lugar exacto donde se realizará la obtención de las muestras de agua, preparando los equipos y materiales necesarios para el muestreo. Usando material adecuado para garantizar la óptima calidad de agua.
- b) Antes de obtener el muestreo, se miden algunas propiedades fisicoquímicas in situ, como son el color, olor, turbiedad, entre otras propiedades.
- c) Luego se procede a recolectar las muestras necesarias en los contenedores indicados, los cuales garantizan la no alteración de la calidad del agua.
- d) Marcamos cada frasco, indicando su procedencia, fecha y hora.
- e) Las muestras obtenidas se almacenan en un cooler refrigerante, el cual mantiene la temperatura, durante el traslado al laboratorio.

### **3.3.5.2. Metodología para el análisis**

#### **3.3.5.2.1. Equipos y materiales usados para el monitoreo.**

##### **a) Equipos empleados.**

- Medidor de pH.

##### **b) Materiales.**

- Guantes.
- Frascos de vidrio.
- Agua destilada.
- Cooler refrigerante.
- Libreta de campo.

### 3.3.6. Resumen de resultados del estudio de la calidad de agua

PARÁMETROS A DETERMINAR EN EL ESTUDIO	UNIDAD	RESULTADOS DE LA CAPTACIÓN 01 - POYO COLORADO	RESULTADOS DE LA CAPTACIÓN 02 - LAS PEÑAS	RESULTADOS DE LA CAPTACIÓN 03 - LAS PEÑAS
<b>1 - ANÁLISIS FISCOQUÍMICO</b>				
Olor.	-	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Sabor.	-	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Color.	Pt/Co	14	14	14
Turbidez.	NTU	4	4	4
pH.	-	7.25	7.19	7.31
Conductividad.	uS/cm	683	679	681
Solidos totales disueltos.	mg/L	435	435	436
Cloruros.	Cl mg/L	95.4	96.7	86.24
Calcio.	Ca mg/L	55.31	54.81	43.4
Magnesio.	Mg mg/l	25.19	33.04	10.14
Sodio.	Na mg/L	17.98	18.34	19.7
Potasio.	K mg/L	1.95	2.12	1.09
Sulfatos.	SO mg/L	52.11	53.16	60.13
Dureza total.	CaCO <sub>3</sub> mg/L	276	272	217
Amoniaco.	NH mg/L	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01
Cianuro total.	CN mg/L	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01
Aceites y grasas.	mg/L	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01
Carbonatos.	C0 mg/L	0	0	0
Bicarbonatos.	HCO mg/L	50	42	56
Nitratos.	NO mg/L	3.52	4.25	2.76
Nitritos.	NO mg/L	0.32	0.23	0.43
<b>2 - ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS</b>				
Recuento total de bacterias.	UFC/100 MI	9	6	11
Huevos y larvas de helmintos, quites y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0	0	0
Escherichia coli.	NMP/ 100 mL	0	0	0
Virus.	UFC/mL	0	0	0
Coliformes termotolerantes.	NMP/ 100 mL	Negativo	Negativo	Negativo
Coliformes totales.	NMP/ 100 mL	Negativo	Negativo	Negativo

Cuadro 25: Parámetros de calidad de agua.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.4. BASES DE DISEÑO

#### 3.4.1. Generalidades

Las Bases de diseño han sido elaboradas con la finalidad de utilizar los criterios mínimos en el diseño de las obras proyectadas.

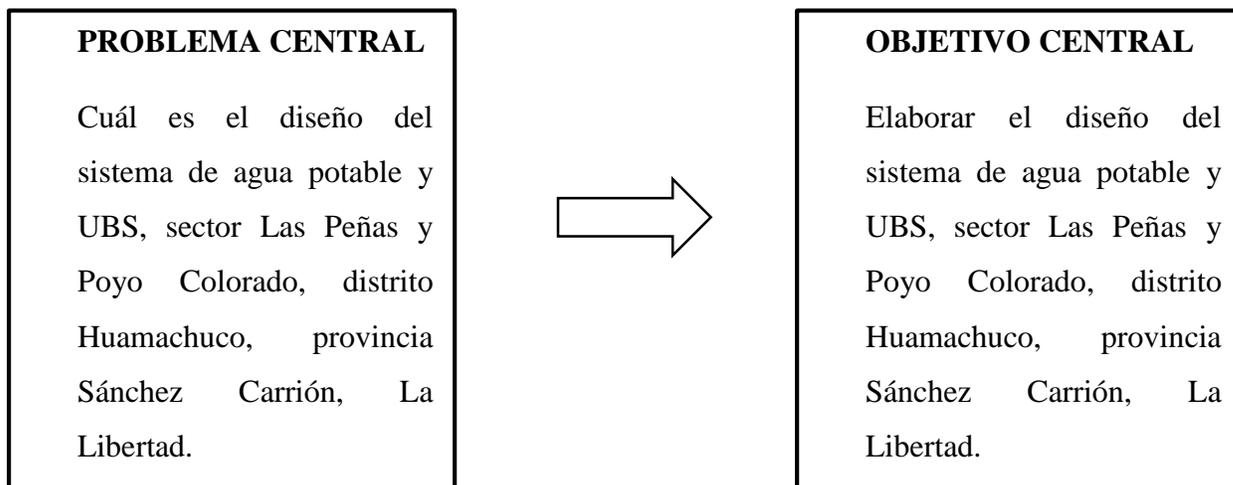
Los datos de Proyecto han sido evaluados y se han tomado los parámetros establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones, así como en la Norma Técnica de opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural propuesto por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

##### 3.4.1.1. Área de Influencia

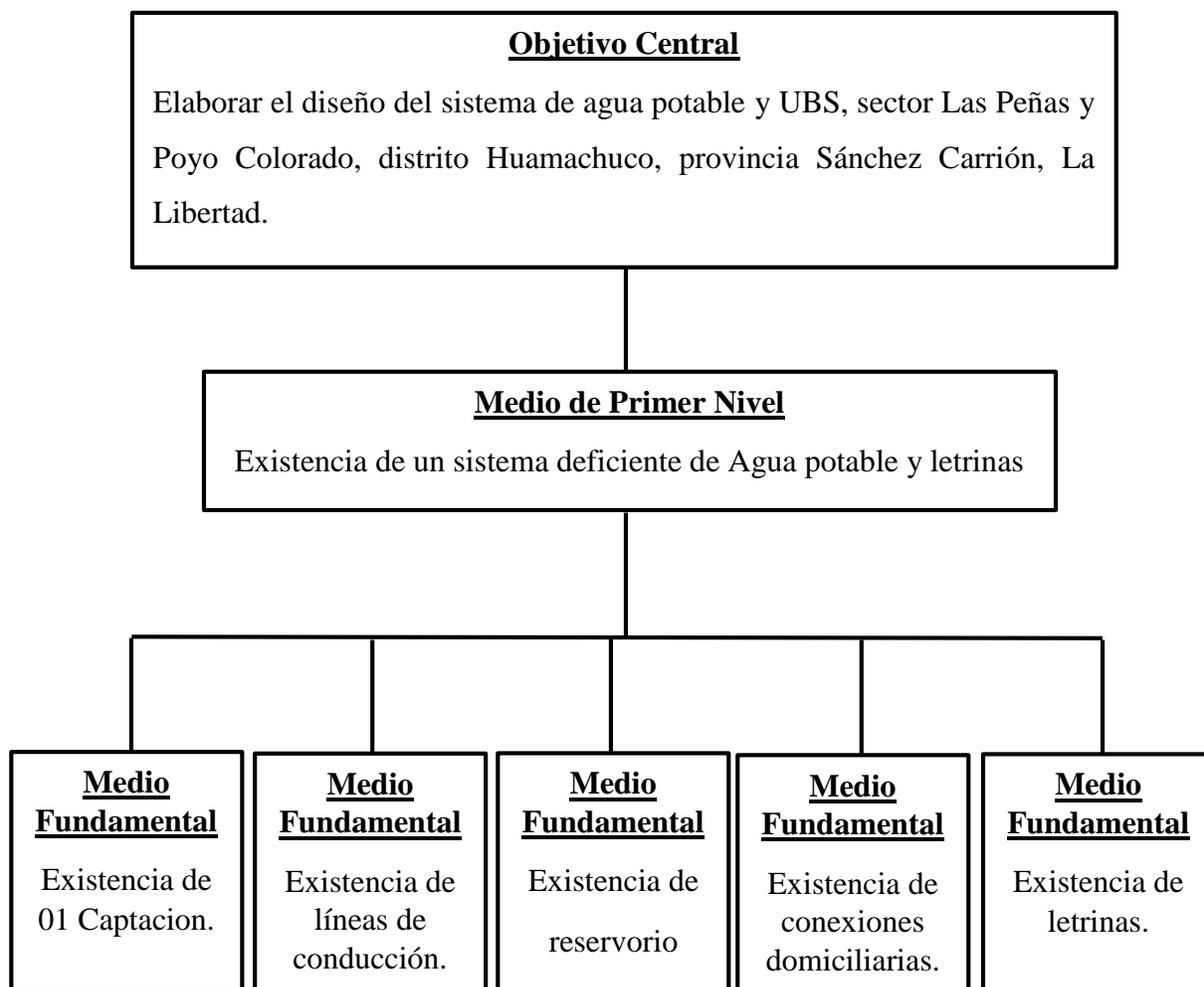
El proyecto se desarrolló en los sectores de Las Peñas y Poyo Colorado en el Caserío Yanac, Distrito de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, Departamento La Libertad.

##### 3.4.1.2. Horizonte de Planeamiento

#### OBJETIVO CENTRAL



## DETERMINACIÓN DE MEDIOS O HERRAMIENTAS PARA ALCANZAR EL OBJETIVO



### ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

El sistema de agua potable diseñado es por gravedad, debido a la forma del terreno y a las pendientes pronunciadas.

Solución 01: Diseño de 3 captaciones de manantial de ladera, de concreto armado.

Solución 02: Diseño de Líneas de conducción de PVC.

Solución 03: Diseño de 2 Reservorios Cuadrado de concreto armado.

Solución 04: Diseño de Conexiones domiciliarias, el cual cuenta con cámara rompe presión, válvulas de control, aire y de purga.

Solución 05: Diseño de 237 Unidades Básicas de Saneamiento en reemplazo a las letrinas.

### 3.4.1.3. Periodo de Diseño

Según el MVCS, en su norma técnica de diseño para opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito Rural (2018, pag.30), nos especifica el periodo de tiempo en el cual un componente del sistema de agua potable cubre la demanda es:

SISTEMA	PERIODO (AÑOS)
Fuente de Abastecimiento	20
Obra de Captación	20
Reservorio	20
Redes del sistema de agua potable y línea de conducción, aducción	20
Unidad Básica de Saneamiento	10

Cuadro 26: Periodo de Diseño

FUENTE: OPCIONES TECNOLÓGICAS PARA SISTEMAS DE SANEAMIENTO EN EL ÁMBITO RURAL-MVCS

### 3.4.1.4. Población Actual

Los sectores en estudio cuentan con 846 habitantes, y 234 viviendas, además de un centro educativo para primaria y secundaria y un jardín a su vez. Debido a que hay tres captaciones.

La primera captación abastece a 85 viviendas, las dos captaciones restantes abastecen a 149 viviendas.

### 3.4.1.5. Tasa de Crecimiento

Para el cálculo de la tasa de crecimiento se usaron datos brindados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), de los censos de 2007 y 2017 respectivamente. La tasa de crecimiento usada fue la procedente del cálculo del método aritmético ya que es la más recomendado para proyectos en zonas rurales.

A continuación, se detalla el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional, se halla con la fórmula del método aritmético. Tal cual se muestra en el cuadro 27 y a su vez se calcula la densidad poblacional que se puede observar en el cuadro 28.

$$r = \frac{Pt - Po}{Pt * t}$$

Dónde:

Pt: población del año 2017

Po: población del año 2007

t: tiempo (años)

r: tasa de crecimiento

DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO	AÑO		TASA DE CRECIMIENTO
	2017	2007	TC %
LA LIBERTAD	1778080	1617050	<b>0.906</b>
SÁNCHEZ CARRIÓN	144405	136221	<b>0.567</b>
HUAMACHUCO	41160	28330	3.117

Cuadro 27: Determinación de la tasa de crecimiento poblacional

FUENTE: INEI

Para determinar la tasa de crecimiento de nuestro estudio, hemos considerado trabajar con el promedio de la tasa de crecimiento de la región y provincia respectivamente.

$$r = \frac{0.906 + 0.567}{2}$$

$$r = 0.737\%$$

<b>DEPARTAMENTO:</b>	LA LIBERTAD		
<b>PROVINCIA:</b>	SANCHEZ CARRIÓN		
<b>DISTRITO:</b>	HUAMACHUCO		
<b>DATOS OBTENIDOS EN CAMPO</b>			
	<b>VIVIENDAS</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>SECTORES</b>
<b>DENSIDAD (HAB./VIV.)</b> <b>A</b>	86	306	<b>3.558</b>
<b>B</b>	151	540	<b>3.576</b>

Cuadro 28: Determinación de la densidad poblacional

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Se determinó la densidad poblacional de los sectores A y B respectivamente, dando una densidad en el sector A de 3.558 hab./viv., en el sector B de 3.576 hab./viv.

### 3.4.1.6. Población de Diseño

La población proyectada se calculó haciendo uso de la tasa de crecimiento hasta el año 2039, con un periodo de vida de 20 años.

#### 3.4.1.6.1. Población

Se obtendrá la población futura para los sectores en estudio ya que cada sector será abastecido por diferentes captaciones y se realizara a través del método analítico, el mismo que se utilizó para la tasa de crecimiento.

Método aritmético:  $P_f = P_o(1+rt/100)$

Dónde:

P0: Población actual

Pf: Población futura

r: Tasa de crecimiento: 0.737%

t: Tiempo en años: 0 – 20 años

Como podemos observar en el cuadro 29, la población inicial del sector A es 306 habitantes, después de 20 años la población aumentaría a 351 pobladores. hay que recordar que la zona en estudio es rural.

<b>N° AÑO</b>	<b>AÑO</b>	<b>Pf= Po(1+rt/100)</b>
0	2019	306
1	2020	308
2	2021	311
3	2022	313
4	2023	315
5	2024	317
6	2025	320
7	2026	322
8	2027	324
9	2028	326
10	2029	329
11	2030	331
12	2031	333
13	2032	335
14	2033	338
15	2034	340
16	2035	342
17	2036	344
18	2037	347
19	2038	349
20	2039	351

Cuadro 29: Proyección de la población futura del sector A

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Así como se observa en el cuadro 30, la población inicial del sector B es 540 habitantes, después de 20 años la población aumentaría a 620 pobladores. hay que recordar que la zona en estudio es rural.

<b>N° AÑO</b>	<b>AÑO</b>	<b>Pf= Po(1+rt/100)</b>
0	2019	540
1	2020	544
2	2021	548
3	2022	552
4	2023	556
5	2024	560
6	2025	564
7	2026	568
8	2027	572
9	2028	576
10	2029	580
11	2030	584
12	2031	588
13	2032	592
14	2033	596
15	2034	600
16	2035	604
17	2036	608
18	2037	612
19	2038	616
20	2039	620

Cuadro 30: Proyección de la población futura del sector B

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.4.1.6.2. Viviendas

Las viviendas futuras de los sectores A y B, fueron obtenidas dividiendo la población futura de cada año entre la densidad de cada sector respectivamente. El cálculo de las viviendas se realizó para cada sector como se muestran en los siguientes cuadros.

<b>N° AÑO</b>	<b>AÑO</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>DENSIDAD (hab./viv.)</b>	<b>VIVIENDAS</b>
0	2019	306	3.558	86
1	2020	308	3.558	87
2	2021	311	3.558	87
3	2022	313	3.558	88
4	2023	315	3.558	89
5	2024	317	3.558	89
6	2025	320	3.558	90
7	2026	322	3.558	90
8	2027	324	3.558	91
9	2028	326	3.558	92
10	2029	329	3.558	92
11	2030	331	3.558	93
12	2031	333	3.558	93
13	2032	335	3.558	94
14	2033	338	3.558	95
15	2034	340	3.558	96
16	2035	342	3.558	96
17	2036	344	3.558	97
18	2037	347	3.558	97
19	2038	349	3.558	98
20	2039	351	3.558	99

Cuadro 31: Proyección de viviendas futuras del sector A

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

<b>N° AÑO</b>	<b>AÑO</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>DENSIDAD (hab./viv.)</b>	<b>VIVIENDAS</b>
0	2019	540	3.576	151
1	2020	544	3.576	152
2	2021	548	3.576	153
3	2022	552	3.576	154
4	2023	556	3.576	155
5	2024	560	3.576	157
6	2025	564	3.576	158
7	2026	568	3.576	159
8	2027	572	3.576	160
9	2028	576	3.576	161
10	2029	580	3.576	162
11	2030	584	3.576	163
12	2031	588	3.576	164
13	2032	592	3.576	165
14	2033	596	3.576	167
15	2034	600	3.576	168
16	2035	604	3.576	169
17	2036	608	3.576	170
18	2037	612	3.576	171
19	2038	616	3.576	172
20	2039	620	3.576	173

Cuadro 32: Proyección de viviendas futuras del sector B

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### **3.4.1.6.3. Institución Educativa**

La proyección estudiantil se determinó a partir del método aritmético. La proyección es hasta el año 2039 utilizando la tasa de crecimiento calculada como se muestra en el siguiente cuadro.

<b>I.E.</b>	<b>Pobl. Actual (Po)</b>	<b>T.C (%)</b>	<b>Periodo de diseño (t)</b>	<b>Pob. Futura (Pf)</b>
Inicial	15	0.737	20	17
Primario	45	0.737	20	52
Secundario	75	0.737	20	86
	135		<b>TOTAL</b>	155

Cuadro 33: Proyección estudiantil del sector B

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

#### **3.4.1.6.4. Local Comunal**

La población futura del local comunal también se halló a través del método aritmético. La población es hasta el año 2039, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

	<b>Pobl. Actual (Po)</b>	<b>T.C (%)</b>	<b>Periodo de diseño (t)</b>	<b>Pob. Final (Pf)</b>
Local Comunal	75	0.737	20	86
			<b>TOTAL</b>	86

Cuadro 34: Proyección futura del local comunal

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

#### **3.4.1.7. Dotaciones**

Según el MEF, sobre los aspectos técnicos de saneamiento en un proyecto de inversión pública (2012, p.5), se le considera las siguientes dotaciones.

<b>Región</b>	<b>Dotación (lt/hab/día)</b>
Costa	60
Sierra	50
Selva	70

Cuadro 35: Dotaciones según la región

FUENTE: ASPECTOS TÉCNICOS DE SANEAMIENTO -MEF

Por otro lado, el MVCS (2018), también considera las siguientes dotaciones para centros educativos en zonas rurales.

<b>I.E.</b>	<b>Dotación (lt/hab/día)</b>
Inicial	20
Primario	20
Secundario	25

Cuadro 36: Dotaciones según centros educativos

FUENTE: OPCIONES TECNOLÓGICAS PARA SISTEMAS DE SANEAMIENTO EN EL ÁMBITO RURAL-MVCS

En el cuadro 37 se calcula la dotación para nuestra población futura, población estudiantil y población del local comunal como se muestra a continuación.

<b>Descripción</b>	<b>Dotación (lt/hab./día)</b>	<b>Pobl. Proyectada</b>	<b>Demanda diaria (lt/día)</b>
Sector A	50	351	17554
Sector B	50	620	30977
I.E.	20	155	3098
Local Comunal	10	86	860
		<b>Total</b>	<b>52489</b>

Cuadro 37: Dotaciones según usos

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

#### **3.4.1.8. Variaciones de Consumo**

Según el MVCS, en su norma técnica de diseño para opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito Rural (2018, p.31), para el cálculo de caudales se utilizan coeficientes de variación, en el caso de zona rural son los siguientes:

- Coeficiente máximo de la demanda diaria (K)= 1.3
- Coeficiente anual de la demanda horaria(K)= 2.0

Por otro lado, se asumió un porcentaje de pérdidas de agua del 25%

### Consumo Promedio Diario Anual (Qp)

Se calculó sumando el consumo doméstico, instituciones educativas y local comunal, como se indica a continuación:

$$Q_p = \frac{P. \text{ final} * \text{Dotación}}{86400}$$

Utilizando los datos de población proyectada y la dotación recomendada, se obtuvo por consumo promedio diario anual los resultados mostrados en los siguientes cuadros, cada uno para su respectivo sector.

<b>Sector</b>	<b>Consumo doméstico (lt/seg)</b>	<b>Consumo Local Comunal (lt/seg)</b>	<b>Consumo Promedio (lt/seg)</b>
Sector A	0.203	0.010	0.213

Cuadro 38: Consumo Promedio diario anual del sector A

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

<b>Sector</b>	<b>Consumo doméstico (lt/seg)</b>	<b>Consumo I.E. (lt/seg)</b>	<b>Consumo Promedio (lt/seg)</b>
Sector B	0.359	0.036	0.394

Cuadro 39: Consumo Promedio diario anual del sector B

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### Consumo Promedio Diario Anual incluye pérdidas físicas (Qp)

Asumiendo un coeficiente de pérdida de carga de 25%, se obtiene los siguientes resultados para cada sector:

$$Q_p = (Q_p * 1.25)$$

Sector	Consumo Promedio (lt/seg)	Coefficiente de Perdidas	Caudal Promedio con Perdidas (lt/seg)
Sector A	0.213	1.250	0.266

Cuadro 40: Consumo Promedio diario anual del sector A, incluyendo pérdidas

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Sector	Consumo Promedio (lt/seg)	Coefficiente de Perdidas	Caudal Promedio con Perdidas (lt/seg)
Sector B	0.394	1.250	0.493

Cuadro 41: Consumo Promedio diario anual del sector B, incluyendo pérdidas

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### Consumo Máximo Diario (Qmd)

Se consideró un coeficiente de  $K = 1.3$ , este se multiplico por el caudal promedio diario anual, se obtiene en los siguientes cuadros los resultados para cada sector:

$$Q_{md} = Q_p * K1$$

<b>Sector</b>	<b>Qp(lt/seg)</b>	<b>Coefficiente K1</b>	<b>Qmd(lt/seg)</b>
Sector A	0.266	1.300	0.346

Cuadro 42: Consumo Máximo Diario del Sector A

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

<b>Sector</b>	<b>Qp(lt/seg)</b>	<b>Coefficiente K1</b>	<b>Qmd(lt/seg)</b>
Sector B	0.493	1.300	0.641

Cuadro 43: Consumo Máximo Diario del Sector B

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### **Consumo Máximo Horario (Qmh)**

Se consideró un coeficiente de  $K = 2.0$ , este se multiplico por el caudal promedio diario anual, se obtiene en los siguientes cuadros los resultados para cada sector:

<b>Sector</b>	<b>Qp(lt/seg)</b>	<b>Coefficiente K2</b>	<b>Qmh(lt/seg)</b>
Sector A	0.266	2.000	0.533

Cuadro 44: Consumo Máximo Horario del Sector A

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

<b>Sector</b>	<b>Qp(lt/seg)</b>	<b>Coefficiente K2</b>	<b>Qmh(lt/seg)</b>
Sector B	0.493	2.000	0.986

Cuadro 45: Consumo Máximo Horario del Sector B

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.4.2. Sistema Proyectado de Agua Potable

#### 3.4.2.1. Datos y Parámetros de Diseño

Para el diseño del sistema de agua potable, se tuvo en consideración algunos parámetros en consideración, los resultados se muestran en los siguientes cuadros:

<b>Parámetros Básicos</b>		
<b>Características</b>	<b>Año 2019</b>	<b>Año 2020</b>
N° de viviendas totales	86	87
N° de viviendas con conexiones domiciliarias	0	87
N° de viviendas sin conexiones domiciliarias	86.	0
Cobertura de agua potable ( % )	0%	100%
Densidad ( Habitantes/Vivienda )	3.558	3.558
Población total	306	308
Población con conexión domiciliaria	0	308
Población sin servicio de agua	306	0
Población demanda potencial	306	0
Población demanda efectiva	306	0
N° I.E	0	0
Otros usos( Local Comunal)	1.00	1.00
N° alumnos inicial, primaria y jardín	0	0
N° de pobladores en local comunal	75	76
Pérdidas Físicas (%)	0%	25%
Consumo para conexión domiciliaria	0	50.00
Consumo I.E	0	0
Consumo del Local Comunal	15.00	15.00
Factor Máximo Diario	0	1.30
Factor Máximo Horario	0	2.00

Cuadro 46: Parámetros básicos del diseño de agua potable en el Sector A

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

<b>Parámetros Básicos</b>		
<b>Características</b>	<b>Año 2019</b>	<b>Año 2020</b>
N° de viviendas totales	151	152
N° de viviendas con conexiones domiciliarias	0	152
N° de viviendas sin conexiones domiciliarias	151	0
Cobertura de agua potable ( % )	0%	100%
Densidad ( Habitantes/Vivienda )	3.576	3.576
Población total	540	544
Población con conexión domiciliaria	0	544
Población sin servicio de agua	540	0
Población demanda potencial	540	0
Población demanda efectiva	540	0
N° I.E	3.00	3.00
Otros usos( Local Comunal)	0	0
N° alumnos inicial, primaria y jardín	135	136
N° de pobladores en local comunal	0	0
Pérdidas Físicas (%)	0%	25%
Consumo para conexión domiciliaria	0	50.00
Consumo I.E	20.00	20.00
Consumo del Local Comunal	0	0
Factor Máximo Diario	0	1.30
Factor Máximo Horario	0	2.00

Cuadro 47: Parámetros básicos del diseño de agua potable en el Sector B

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### **3.4.2.2. Resumen de la demanda**

Teniendo en cuenta los parámetros básicos de diseño, se elaboró el cuadro de resumen de demanda para cada sector.

Cuadro 48: Resumen de la Demanda sector A

<b>N° Año</b>	<b>Año</b>	<b>Población de diseño total (hab.)</b>	<b>Población de diseño en local comunal</b>	<b>Viviendas de diseño</b>	<b>Cobertura de Agua (%)</b>	<b>Población con Conex. (hab.)</b>	<b>Densidad (hab./viv.)</b>	<b>N° conexiones domiciliarias</b>	<b>Dotación por habitantes (l/hab/día)</b>	<b>Dotación por habitantes del local comunal (l/hab/día)</b>
0	2019	306.000	75.000	86.000	0%	306.000	3.558	86.000	50	10
1	2020	308.254	75.552	86.633	100%	308.254	3.558	86.633	50	10
2	2021	310.507	76.105	87.267	100%	310.507	3.558	87.267	50	10
3	2022	312.761	76.657	87.900	100%	312.761	3.558	87.900	50	10
4	2023	315.015	77.210	88.534	100%	315.015	3.558	88.534	50	10
5	2024	317.268	77.762	89.167	100%	317.268	3.558	89.167	50	10
6	2025	319.522	78.314	89.800	100%	319.522	3.558	89.800	50	10
7	2026	321.776	78.867	90.434	100%	321.776	3.558	90.434	50	10
8	2027	324.030	79.419	91.067	100%	324.030	3.558	91.067	50	10
9	2028	326.283	79.971	91.701	100%	326.283	3.558	91.701	50	10
10	2029	328.537	80.524	92.334	100%	328.537	3.558	92.334	50	10
11	2030	330.791	81.076	92.967	100%	330.791	3.558	92.967	50	10
12	2031	333.044	81.629	93.601	100%	333.044	3.558	93.601	50	10
13	2032	335.298	82.181	94.234	100%	335.298	3.558	94.234	50	10
14	2033	337.552	82.733	94.867	100%	337.552	3.558	94.867	50	10
15	2034	339.805	83.286	95.501	100%	339.805	3.558	95.501	50	10
16	2035	342.059	83.838	96.134	100%	342.059	3.558	96.134	50	10
17	2036	344.313	84.390	96.768	100%	344.313	3.558	96.768	50	10
18	2037	346.566	84.943	97.401	100%	346.566	3.558	97.401	50	10
19	2038	348.820	85.495	98.034	100%	348.820	3.558	98.034	50	10
20	2039	351.074	86.048	98.668	100%	351.074	3.558	98.668	50	10

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Cuadro 48: Resumen de la Demanda sector A

Consumo de Agua en viviendas (Qp)			Consumo de Agua en local comunal (Qp)			Consumo de Agua total (Qp)			(Qp) incluye 25% perdidas f.			Qmd (l/s)	Qmh (l/s)
l/día	m3/ año	l/s	l/día	m3/ año	l/s	l/día	m3/ año	l/s	l/día	m3/ año	l/s		
15300	5584.5	0.177	750	273.75	0.009	16050	5858.25	0.186	20062.5	7322.813	0.232	0.302	0.464
15412.6845	5625.630	0.178	755.524	275.766	0.009	16168.208	5901.396	0.187	20210.26	7376.745	0.234	0.304	0.468
15525.369	5666.760	0.180	761.048	277.782	0.009	16286.417	5944.542	0.189	20358.021	7430.678	0.236	0.306	0.471
15638.0535	5707.890	0.181	766.571	279.799	0.009	16404.625	5987.688	0.190	20505.781	7484.610	0.237	0.309	0.475
15750.738	5749.019	0.182	772.095	281.815	0.009	16522.833	6030.834	0.191	20653.541	7538.543	0.239	0.311	0.478
15863.4225	5790.149	0.184	777.619	283.831	0.009	16641.041	6073.980	0.193	20801.302	7592.475	0.241	0.313	0.482
15976.107	5831.279	0.185	783.143	285.847	0.009	16759.250	6117.126	0.194	20949.062	7646.408	0.242	0.315	0.485
16088.7915	5872.409	0.186	788.666	287.863	0.009	16877.458	6160.272	0.195	21096.822	7700.340	0.244	0.317	0.488
16201.476	5913.539	0.188	794.190	289.879	0.009	16995.666	6203.418	0.197	21244.583	7754.273	0.246	0.320	0.492
16314.1605	5954.669	0.189	799.714	291.896	0.009	17113.874	6246.564	0.198	21392.343	7808.205	0.248	0.322	0.495
16426.845	5995.798	0.190	805.238	293.912	0.009	17232.083	6289.710	0.199	21540.103	7862.138	0.249	0.324	0.499
16539.5295	6036.928	0.191	810.761	295.928	0.009	17350.291	6332.856	0.201	21687.863	7916.070	0.251	0.326	0.502
16652.214	6078.058	0.193	816.285	297.944	0.009	17468.499	6376.002	0.202	21835.624	7970.003	0.253	0.329	0.505
16764.8985	6119.188	0.194	821.809	299.960	0.010	17586.707	6419.148	0.204	21983.384	8023.935	0.254	0.331	0.509
16877.583	6160.318	0.195	827.333	301.976	0.010	17704.916	6462.294	0.205	22131.144	8077.868	0.256	0.333	0.512
16990.2675	6201.448	0.197	832.856	303.993	0.010	17823.124	6505.440	0.206	22278.905	8131.800	0.258	0.335	0.516
17102.952	6242.577	0.198	838.380	306.009	0.010	17941.332	6548.586	0.208	22426.665	8185.733	0.260	0.337	0.519
17215.6365	6283.707	0.199	843.904	308.025	0.010	18059.540	6591.732	0.209	22574.425	8239.665	0.261	0.340	0.523
17328.321	6324.837	0.201	849.428	310.041	0.010	18177.749	6634.878	0.210	22722.186	8293.598	0.263	0.342	0.526
17441.0055	6365.967	0.202	854.951	312.057	0.010	18295.957	6678.024	0.212	22869.946	8347.530	0.265	0.344	0.529
17553.69	6407.09685	0.203	860.475	314.073375	0.010	18414.165	6721.170225	0.213	23017.706	8401.463	0.266	0.346	0.533

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Cuadro 49: Resumen de la Demanda sector B

N° Año	Año	Población de diseño total (hab.)	Población de diseño en I.E.	Viviendas de diseño	Cobertura de Agua (%)	Población con Conex. (hab.)	Densidad (hab./viv.)	N° conexiones domiciliarias	Dotación por habitantes (l/hab/día)	Dotación por alumnos del I.E. (l/hab/día)
0	2019	540.000	135.000	151.000	0%	540.000	3.576	151.000	50	20
1	2020	543.977	135.994	152.112	100%	543.977	3.576	152.112	50	20
2	2021	547.954	136.989	153.224	100%	547.954	3.576	153.224	50	20
3	2022	551.931	137.983	154.336	100%	551.931	3.576	154.336	50	20
4	2023	555.908	138.977	155.448	100%	555.908	3.576	155.448	50	20
5	2024	559.886	139.971	156.561	100%	559.886	3.576	156.561	50	20
6	2025	563.863	140.966	157.673	100%	563.863	3.576	157.673	50	20
7	2026	567.840	141.960	158.785	100%	567.840	3.576	158.785	50	20
8	2027	571.817	142.954	159.897	100%	571.817	3.576	159.897	50	20
9	2028	575.794	143.948	161.009	100%	575.794	3.576	161.009	50	20
10	2029	579.771	144.943	162.121	100%	579.771	3.576	162.121	50	20
11	2030	583.748	145.937	163.233	100%	583.748	3.576	163.233	50	20
12	2031	587.725	146.931	164.345	100%	587.725	3.576	164.345	50	20
13	2032	591.702	147.926	165.457	100%	591.702	3.576	165.457	50	20
14	2033	595.679	148.920	166.570	100%	595.679	3.576	166.570	50	20
15	2034	599.657	149.914	167.682	100%	599.657	3.576	167.682	50	20
16	2035	603.634	150.908	168.794	100%	603.634	3.576	168.794	50	20
17	2036	607.611	151.903	169.906	100%	607.611	3.576	169.906	50	20
18	2037	611.588	152.897	171.018	100%	611.588	3.576	171.018	50	20
19	2038	615.565	153.891	172.130	100%	615.565	3.576	172.130	50	20
20	2039	619.542	154.886	173.242	100%	619.542	3.576	173.242	50	20

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Cuadro 49: Resumen de la Demanda sector B

Consumo de Agua en viviendas (Qp)			Consumo de Agua en I.E. (Qp)			Consumo de Agua total (Qp)			(Qp) incluye 25% pérdidas f.			Qmd (l/s)	Qmh (l/s)
l/día	m3/ año	l/s	l/día	m3/ año	l/s	l/día	m3/ año	l/s	l/día	m3/ año	l/s		
27000	9855	0.313	2700	985.5	0.031	29700	10840.5	0.344	37125	13550.625	0.430	0.559	0.859
27198.855	9927.582	0.315	2719.886	992.758	0.031	29918.741	10920.340	0.346	37398.426	13650.425	0.433	0.563	0.866
27397.71	10000.164	0.317	2739.771	1000.016	0.032	30137.481	11000.181	0.349	37671.851	13750.226	0.436	0.567	0.872
27596.565	10072.746	0.319	2759.657	1007.275	0.032	30356.222	11080.021	0.351	37945.277	13850.026	0.439	0.571	0.878
27795.42	10145.328	0.322	2779.542	1014.533	0.032	30574.962	11159.861	0.354	38218.703	13949.826	0.442	0.575	0.885
27994.275	10217.910	0.324	2799.428	1021.791	0.032	30793.703	11239.701	0.356	38492.128	14049.627	0.446	0.579	0.891
28193.13	10290.492	0.326	2819.313	1029.049	0.033	31012.443	11319.542	0.359	38765.554	14149.427	0.449	0.583	0.897
28391.985	10363.075	0.329	2839.199	1036.307	0.033	31231.184	11399.382	0.361	39038.979	14249.227	0.452	0.587	0.904
28590.84	10435.657	0.331	2859.084	1043.566	0.033	31449.924	11479.222	0.364	39312.405	14349.028	0.455	0.592	0.910
28789.695	10508.239	0.333	2878.970	1050.824	0.033	31668.665	11559.063	0.367	39585.831	14448.828	0.458	0.596	0.916
28988.55	10580.821	0.336	2898.855	1058.082	0.034	31887.405	11638.903	0.369	39859.256	14548.629	0.461	0.600	0.923
29187.405	10653.403	0.338	2918.741	1065.340	0.034	32106.146	11718.743	0.372	40132.682	14648.429	0.464	0.604	0.929
29386.26	10725.985	0.340	2938.626	1072.598	0.034	32324.886	11798.583	0.374	40406.108	14748.229	0.468	0.608	0.935
29585.115	10798.567	0.342	2958.512	1079.857	0.034	32543.627	11878.424	0.377	40679.533	14848.030	0.471	0.612	0.942
29783.97	10871.149	0.345	2978.397	1087.115	0.034	32762.367	11958.264	0.379	40952.959	14947.830	0.474	0.616	0.948
29982.825	10943.731	0.347	2998.283	1094.373	0.035	32981.108	12038.104	0.382	41226.384	15047.630	0.477	0.620	0.954
30181.68	11016.313	0.349	3018.168	1101.631	0.035	33199.848	12117.945	0.384	41499.81	15147.431	0.480	0.624	0.961
30380.535	11088.895	0.352	3038.054	1108.890	0.035	33418.589	12197.785	0.387	41773.236	15247.231	0.483	0.629	0.967
30579.39	11161.477	0.354	3057.939	1116.148	0.035	33637.329	12277.625	0.389	42046.661	15347.031	0.487	0.633	0.973
30778.245	11234.059	0.356	3077.825	1123.406	0.036	33856.070	12357.465	0.392	42320.087	15446.832	0.490	0.637	0.980
30977.1	11306.6415	0.359	3097.71	1130.66415	0.036	34074.81	12437.30565	0.394	42593.513	15546.632	0.493	0.641	0.986

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.4.2.3. Análisis de la oferta (Aforo)

Para determinar la disponibilidad del recurso que abastecerá a los sectores A y B, se realizó un aforo volumétrico a las captaciones para cada sector respectivamente.

#### 3.4.2.3.1. Aforo Volumétrico

El método consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido, posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal en lts. /seg, por lo cual se utilizó los siguientes materiales.

#### Materiales

- Recipiente de 8 litros
- Cronometro
- Tubo de PVC

En cada una de las captaciones se controló el tiempo hasta que se llene el recipiente y se repitió tres veces el mismo procedimiento para más precisión. Finalmente se obtuvieron los resultados obtenidos en los siguientes cuadros.

Nº	Volumen	Tiempo	Caudal Parcial	Caudal Total
	(l)	(s)	(l/s)	(l/s)
1	8.000	15.200	0.526	0.54
2	8.000	14.860	0.538	
3	8.000	14.780	0.541	

Cuadro 50: Aforo de la captación “Poyo Colorado”

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Nº	VOLUMEN	TIEMPO	CAUDAL PARCIAL	CAUDAL
	(l)	(s)	(l/s)	(l/s)
1	8.000	15.800	0.506	0.51
2	8.000	15.300	0.523	
3	8.000	16.450	0.486	

Cuadro 51: Aforo de la captación “Las Peñas”

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

N°	VOLUMEN	TIEMPO	CAUDAL PARCIAL	CAUDAL
	(l)	(s)	(l/s)	(l/s)
1	8.000	16.360	0.489	0.50
2	8.000	16.800	0.476	
3	8.000	15.360	0.521	

Cuadro 52: Aforo de la captación “Las Peñas”

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

N°	Captaciones	Litros/Seg.	Litros/Dia	M3/Año
1	Poyo Colorado	0.54	44928	16398.720
2	Las Peñas	0.51	44064	16083.360
3	Las Peñas	0.50	43200	15768.000

Cuadro 53: Resumen del Aforo

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

#### 3.4.2.4. Balance Hídrico

Posteriormente, se presenta el balance entre la oferta (aforo volumétrico) y la demanda (caudal de nuestro proyecto) proyectada en los sectores A y B cada uno respectivamente para un periodo de 20 años.

<b>Año</b>	<b>Demanda (Its/seg)</b>	<b>Oferta (Aforo Its/seg.)</b>	<b>Balance (Oferta- Demanda)</b>
0	0.186	0.54	0.354
1	0.187	0.54	0.353
2	0.189	0.54	0.351
3	0.190	0.54	0.350
4	0.191	0.54	0.349
5	0.193	0.54	0.347
6	0.194	0.54	0.346
7	0.195	0.54	0.345
8	0.197	0.54	0.343
9	0.198	0.54	0.342
10	0.199	0.54	0.341
11	0.201	0.54	0.339
12	0.202	0.54	0.338
13	0.204	0.54	0.336
14	0.205	0.54	0.335
15	0.206	0.54	0.334
16	0.208	0.54	0.332
17	0.209	0.54	0.331
18	0.210	0.54	0.330
19	0.212	0.54	0.328
20	0.213	0.54	0.327

Cuadro 54: Balance Hídrico del Sector A

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

<b>Año</b>	<b>Demanda (lts/seg)</b>	<b>Oferta (Aforo lts/seg.)</b>	<b>Balance (Oferta- Demanda)</b>
0	0.344	1.01	0.666
1	0.346	1.01	0.664
2	0.349	1.01	0.664
3	0.351	1.01	0.659
4	0.354	1.01	0.656
5	0.356	1.01	0.654
6	0.359	1.01	0.651
7	0.361	1.01	0.649
8	0.364	1.01	0.646
9	0.367	1.01	0.643
10	0.369	1.01	0.641
11	0.372	1.01	0.638
12	0.374	1.01	0.636
13	0.377	1.01	0.633
14	0.379	1.01	0.631
15	0.382	1.01	0.628
16	0.384	1.01	0.626
17	0.387	1.01	0.623
18	0.389	1.01	0.621
19	0.392	1.01	0.618
20	0.394	1.01	0.616

Cuadro 55: Balance Hídrico del Sector B

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.5. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

#### 3.5.1. Generalidades

El sistema de abastecimiento de agua que se va a diseñar en este proyecto se clasifica como agua superficial, ya que su captación va a ser un manantial tipo ladera por gravedad. Por ello, para realizar el eficiente diseño y cálculo del sistema de agua potable, se tiene que tener en consideración la Captación, Línea de Conducción, Reservorios, Red de Distribución, Cámara rompe-presión.

#### 3.5.2. Captaciones

El proyecto del diseño del sistema de agua potable consta de tres captaciones, una captación será usada para el sector A y las dos captaciones restantes para el sector B. Por consiguiente, se detalla la ubicación de cada captación a respecto en el siguiente cuadro.

Captaciones	Ubicación		
	Norte	Este	Altitud
Captación 01 "Poyo Colorado"	9138913	175371	3274
Captación 02 "Las Peñas"	9138823	175371	3230
Captación 03 "Las Peñas"	9138660	175247	3170

Cuadro 56: Ubicación de las captaciones

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para el diseño de las tres captaciones, se diseñará del tipo manantial de ladera y difuso, esto debido a que el agua aflora en forma horizontal y por varios puntos en un área mayor. Este tipo de manantial cuenta con tres partes:

- Protección de afloramiento
- Cámara húmeda, sirve para utilizar el gasto a utilizar en el Sector.
- Cámara seca, sirve de protección a las válvulas de control.

### 3.5.2.1. Diseño Hidráulico y Dimensionamiento

Se realizará el diseño hidráulico y su dimensionamiento para las tres captaciones, se empezará a diseñar la captación 01 “Poyo Colorado” y así se seguirá sucesivamente hasta la captación 03. Para ello se debe contar con el valor del caudal mínimo del aforo que este debe ser mayor que el consumo máximo diario (Qmd) con la finalidad de cubrir la demanda de agua de la población futura.

#### 3.5.2.1.1. Captación 01 “Poyo Colorado”

El tipo de captación diseñada es un manantial de ladera, que tiene por rendimiento:

Caudal de Aforo	: 0.540 l/s (0.00054 m <sup>3</sup> /s)
Caudal Máximo Diario	: 0.346 l/s

##### a. Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda

Es necesario conocer la velocidad de pase y la pérdida de carga sobre el orificio de salida

$$V_2 = \left( \frac{2gh_0}{1.56} \right)^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (1)$$

Dónde: -

- h<sub>0</sub>= Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (se recomiendan valores de 0.4 a 0.5 m.)
- G= Aceleración de la gravedad (9.81) m/s<sup>2</sup>.
- V<sub>2</sub>= Velocidad de pase (se recomiendan valores menores o iguales a 0.6 m/s.)

Se calcula la velocidad, para esto asumiremos un h<sub>0</sub>=0.45

$$V_2 = \left( \frac{2 * 9.81 * 0.45}{1.56} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$V_2 = 2.379 \text{ m/seg}$$

Debido a que la velocidad calculada sobrepasa los límites, se trabaja con la velocidad máxima de 0.60 m/seg.

Despejando en (1) y reemplazando, se obtiene:

$$0.60 = \left( \frac{2 * 9.81 * h_0}{1.56} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$h_0 = 1.56 * \left( \frac{0.60^2}{2 * 9.81} \right)$$

$$h_0 = 0.03 \text{ mts}$$

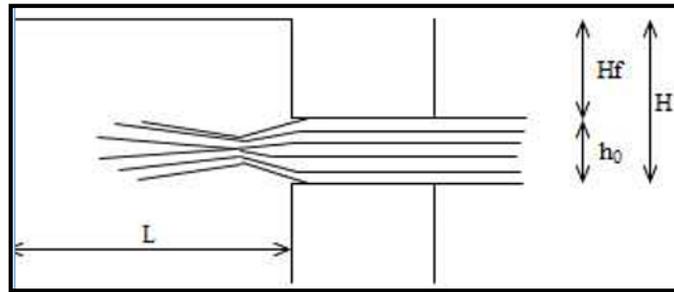


Figura 15: Carga Disponible y pérdida de carga en el punto de afloramiento

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De la figura, se describe la siguiente ecuación:

$$H_f = H_1 - h_0 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

H1: Carga sobre el orificio.

h0: pérdida de carga en el orificio

Hf: Pérdida de carga disponible.

L: distancia entre el afloramiento y la captación:

Se recomienda a criterio personal un H1 = 40 cm o 50 cm.

Reemplazando en la formula (2), se obtiene lo siguiente:

$$H_f = 0.40 - 0.03$$

$$H_f = 0.37 \text{ mts}$$

Por último, determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación expresada en la siguiente fórmula:

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

Reemplazando en la fórmula (3) se obtiene lo siguiente

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

$$L = 1.233 \text{ mts, asumir}$$

$$L = 1.25 \text{ mts}$$

**b. Determinación del ancho de pantalla (b)**

Para determinar el ancho de la pantalla se necesita conocer el diámetro y el número de orificios de entrada, esto permite que el agua fluya desde la zona donde se capta hasta la cámara húmeda.

**i. Cálculo del diámetro de la tubería de entrada (D)**

El valor de área está definido como:

$$Q_{\text{máx}} = V * A * C_d$$

Despejando el área (A) tenemos:

$$A = \frac{Q_{\text{max}}}{C_d * V} \dots \dots \dots (4)$$

Dónde:

- A = Área de la tubería en m<sup>2</sup>
- C<sub>d</sub> = 0.80 (Coeficiente de descarga entre los valores de 0.6 - 0.8)
- Q<sub>máx</sub> = 0.54 lt/seg (Gasto máximo en la fuente es el Qaforo)
- V = 0.50 m/seg (Velocidad de Gasto, se asume 0.50 m/s, siendo menor que el utilizado 0.60 m/s)

Primero despejamos la fórmula (4), para hallar el área (A):

$$A = \frac{0.54 \text{ lt/seg}}{0.80 * 0.50 \text{ m/seg}}$$

$$A = 1.35 \text{ cm}^2$$

$$A = 0.00135 \text{ m}^2$$

Considerando la carga sobre el centro del orificio, el diámetro se determinó mediante la ecuación del área de un círculo:

$$D_c = \left( \frac{4A}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (5)$$

Reemplazando los valores en la ecuación (5) se obtiene:

$$D_c = \left( \frac{4 * 0.00135}{3.1416} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$D_c = 0.041 \text{ mts}$$

$$D_c = 4.146 \text{ cm } \text{ó} \text{ 1.632"}$$

Se recomienda un diámetro menor o igual a 2", por ende, para este caso se tomará el diámetro comercial  $D_a=2"$ .

**i. Cálculo del número de orificios en la pantalla( $N_o$ )**

La cantidad de numero de orificios está dada por la siguiente fórmula:

$$N_o = \frac{\text{area del diametro calculado}}{\text{area del diametro asumido}}$$

$$N_o = \left( \frac{D_c}{D_a} \right)^2 + 1 \dots \dots \dots (6)$$

Reemplazando en (6) se tiene lo siguiente:

$$N_o = \left( \frac{1.632}{2.00} \right)^2 + 1$$

$$N_o = 1.666$$

En conclusión, asumiremos, 2 orificios

Para la época de lluvia se tendrá 02 orificios a H = 30 cm.

Para la época de estiaje se tendrá 02 orificio a H = 10 cm

**i. Cálculo de ancho de pantalla (b)**

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

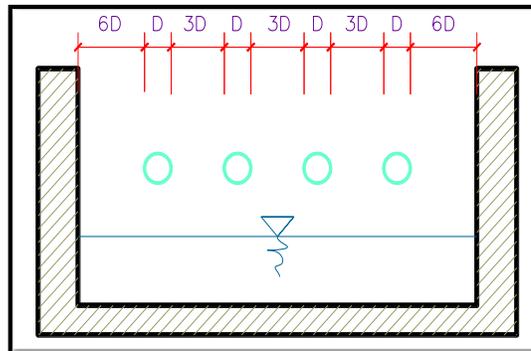


Figura 16: Ancho de la pantalla de la captación

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

$$b = 2(6Da) + (No * Da) + 3 * Da(No - 1) \dots \dots \dots (7)$$

Datos:

Da= 2” ó 5 cm ó 0.05 mts

No= 2

Reemplazando los datos en la formula (7) se obtiene lo siguiente:

$$b = 2(6 * 5) + (2 * 5) + 3 * 5(2 - 1)$$

$$b = 85 \text{ cm}$$

$$b = 0.90 \text{ mts}$$

**ii. Cálculo del diámetro de salida a la tubería de conducción (Dcondución)**

Primero se necesita calcular el volumen almacenado de la captación con la siguiente formula:

$$Va = Qm * tr \dots \dots \dots (8)$$

Datos:

$$Q \text{ aforo} = 0.54 \text{ lt/seg}$$

$t_r$  = tiempo de retención (3–5 min)

Se asume un tiempo de retención de 5 min, es decir 300 seg

Reemplazando los datos en la formula (8) se obtiene lo siguiente:

$$V_a = 0.54 \text{ lt/seg} * 300 \text{ seg}$$

$$V_a = 162.00 \text{ lt}$$

$$V_a = 0.162 \text{ m}^3$$

Para calcular el diámetro de salida de la tubería de conducción, será tratada como un orificio y se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_m = C_d * A_c * \sqrt{2gH} \dots \dots \dots (9)$$

Dónde:

$$Q_m = \text{Caudal Máximo Diario (0.346 lt/seg)}$$

$$C_d = \text{Coeficiente de Descarga (0.80)}$$

$$g = \text{gravedad (9.81 m/seg}^2\text{)}$$

$$H = \text{Carga sobre la tubería}$$

Podemos determinar H:

$$H = \frac{V_a}{a * b} \dots \dots \dots (10)$$

Dónde:

$$V_a = 0.162 \text{ m}^3$$

$$a, b = 0.50 \text{ (lado de cámara húmeda)}$$

Reemplazando los datos en la fórmula (10) se obtiene H:

$$H = \frac{0.162 \text{ m}^3}{0.50 * 0.50}$$

$$H = 0.648 \text{ mts}$$

Reemplazando los datos en la fórmula (9) se obtiene lo siguiente:

$$A = \frac{0.000346 \text{ m}^3/\text{seg}}{0.80 * \sqrt{2} * 9.81 * 0.648}$$

$$A = 0.0001213 \text{ m}^2$$

Luego se reemplaza en (5)

$$D = \left( \frac{4 * 0.0001213}{3.1416} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$D = 0.012 \text{ mts}$$

$$D = 1.02 \text{ cm} = 0.402 \text{ pulgadas}$$

Asumimos un D=2 pulgadas

#### a. Cálculo de la altura de la cámara húmeda (ht)

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

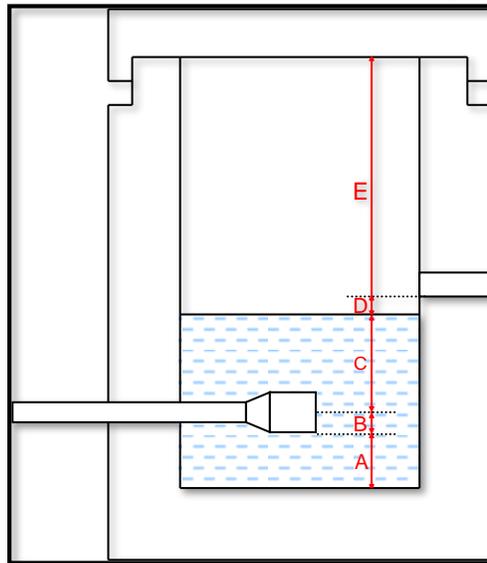


Figura 17: Altura de la cámara húmeda

$$ht = A + B + C + D + E \dots \dots \dots (11)$$

Dónde:

A = 10 cm (altura mínima, con fines de permitir la sedimentación de arena)

B = 2 pulg. ó 5.08 cm (considerar la mitad del diámetro asumido)

C = Carga requerida

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

E = 30 cm (borde libre, mínimo 30 cm)

A continuación, hallaremos la carga requerida (C), se establece con la finalidad de producir fluidez desde la salida de la captación por la tubería de conducción, para su cálculo utilizamos la siguiente fórmula:

$$C = 1.56 * \frac{(Qmd)^2}{2gA^2} \dots \dots \dots (12)$$

Dónde:

Qmd = 0.346 l/s (0.000346 m3)

A= Área de la tubería de salida (se considera el Dasumido= 2")

g= gravedad (9.81 m/seg2)

Primero hallaremos A (m2):

Dasumido= 2"

$$A = \frac{\left(\frac{Dasumido}{2} * 2.54\right)^2 * \pi}{10000}$$

$$A = 0.002 \text{ m}^2$$

Seguidamente calcularemos Carga Requerida con la fórmula (12).

$$C = 1.56 * \frac{(0.000346)^2}{2 * 9.81 * 0.002^2}$$

$$C = 1.56 * \frac{(0.000346)^2}{2 * 9.81 * 0.002^2}$$

$$C = 0.002 \text{ mts} = 0.200 \text{ cm}$$

El mínimo recomendando de la carga requerida es 30 cm, por lo tanto:

$$C = 30 \text{ cm}$$

Reemplazando valores en la fórmula (11), se obtiene Ht.

$$ht = 10 + 2.54 + 30 + 5 + 30$$

$$ht = 77.54 \text{ cm} = 0.80 \text{ mts}$$

El diseño se considera a una altura de cámara húmeda.

$$ht = 0.80 \text{ mts}$$

**a. Dimensionamiento de la canastilla**

Para el dimensionamiento como se aprecia en la figura 17, se considera que el diámetro de la canastilla debe ser 2 veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (Dc)

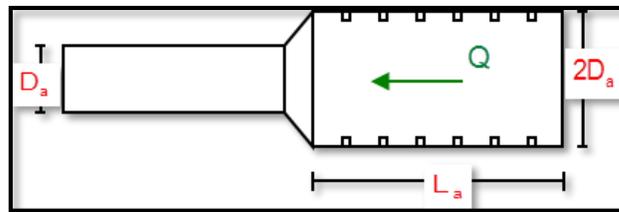


Figura 18: Dimensiones de la canastilla

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Se emplea la siguiente fórmula:

$$D_{canastilla} = 2 * D_a \dots \dots \dots (13)$$

Dónde:

Da= mitad del diámetro asumido (1")

Entonces el Dcanastilla empleando la fórmula (13) es:

$$D_{\text{canastilla}} = 2 * 1$$

$$D_{\text{canastilla}} = 2 \text{ pulgadas}$$

Seguidamente se calcula la longitud de la canastilla, donde se tiene que cumplir con la siguiente condición:

$$L > 3D_a$$

$$L < 6D_a$$

Por ende, las dimensiones de la canastilla – Poyo Colorado son las siguientes:

$$3 * 1 = 3 \text{ pulg.} = 7.62 \text{ cm (CUMPLE)}$$

$$6 * 1 = 6 \text{ pulg.} = 15.24 \text{ cm (CUMPLE)}$$

Para que la condición se cumpla tomaremos como longitud de la canastilla, el valor del promedio de:

$$L = \frac{7.62 \text{ cm} + 15.24 \text{ cm}}{2}$$

$$L = 11.43 \text{ cm} = 12 \text{ cm}$$

Después hallaremos el área de la ranura que se va a necesitar, con la siguiente formula:

$$A_r = \text{Largo ranura} * \text{Ancho ranura} \dots \dots \dots (14)$$

Para el área de las ranuras se recomienda lo siguiente:

$$\text{Largo de ranura} \quad \quad \quad : 7 \text{ mm}$$

$$\text{Ancho de ranura} \quad \quad \quad : 5 \text{ mm}$$

Reemplazando en (14), obtenemos:

$$A_r = 7 \text{ mm} * 5 \text{ mm}$$

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

Para calcular el área de la tubería de la Línea de Conducción (Ac), se usará la fórmula del área del círculo, para ello se usa la formula (5).

Dasumido= 2”

$$Ac = \frac{\left(\frac{Dasumido}{2} * 2.54\right)^2 * \pi}{10000}$$

$$Ac = 0.002 \text{ m}^2$$

A continuación, se halla el área total de la ranura (At), con la formula (15)

$$At = 2 * Ac \dots \dots \dots (15)$$

$$At = 2 * 0.002 \text{ m}^2$$

$$At = 0.004 \text{ m}^2$$

Por último, se halla el número de ranuras (Nr), con la siguiente formula

$$\text{N}^\circ \text{ ranuras} = \frac{\text{Area total de ranura}}{\text{Area de ranura}} \dots \dots \dots (16)$$

$$\text{N}^\circ \text{ ranuras} = \frac{0.004 \text{ m}^2}{0.000035 \text{ m}^2}$$

$$\text{N}^\circ \text{ ranuras} = 114.286 = 115$$

**a. Cálculo de tubería de rebose y limpieza y ventilación**

Se recomienda trabajar con pendientes de 1% - 1.5%, para este caso se trabaja con 1.5% y se emplea la ecuación de Hazen y Williams (para C=140) para emplear tubería PVC:

$$\text{Drebose y limpieza} = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{Hf^{0.21}} \dots \dots \dots (17)$$

Dónde:

Qaforo=Caudal del aforo (0.54 l/s)

Hf= Perdida de carga unitaria (0.015 m/m)

Sustituyendo en (17), se tiene:

$$\text{Drebose y limpieza} = \frac{0.71 * 0.54^{0.38}}{0.015^{0.21}}$$

$$\text{Drebose y limpieza} = 1.357 \text{ pulgadas}$$

$$\text{Drebose y limpieza} = 1.5 \text{ pulgadas}$$

Asumir un diámetro comercial de 1.5 pulgadas tanto para rebose y limpieza.

En la tubería de ventilación se recomienda usar tubo de PVC de  $\Phi = 2$  ", con una salida de 50 cm.

### c. Cálculo del volumen total de la Captación (Vt)

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$Vt = H * A * B \dots \dots \dots (18)$$

Se tiene las siguientes dimensiones:

$$H \quad \quad \quad : 0.80 \text{ mts}$$

$$A \quad \quad \quad : 0.80 \text{ mts}$$

$$B \quad \quad \quad : 0.80 \text{ mts}$$

Las dimensiones de A y B fueron consideradas a criterio de H, para que el diseño de la captación tenga concordancia entre sí.

Reemplazando en (18), se obtiene lo siguiente:

$$Vt = 0.80 * 0.80 * 0.80$$

$$Vt = 0.512 \text{ m}^3$$

Por ende, cumple con la siguiente condición:

$$Vt > Va$$

$$0.512 \text{ m}^3 > 0.162 \text{ m}^3 \text{ (CUMPLE)}$$

### 3.5.2.1.2. Captación 02 y 03 “Las Peñas”

Para el diseño de las captaciones 02 y 03 se utilizaron los mismos procedimientos y fórmulas aplicadas en el diseño de la captación Poyo Colorado (ítem 3.4.2.1.2.), y a su vez se ha considerado que el cálculo hidráulico y estructural de las dos captaciones van a ser igual porque uniendo las dos captaciones van a abastecer al Sector B.

El tipo de captación diseñada es un manantial de ladera, que tiene por rendimiento:

Caudal de Aforo	: 1.01 l/s (0.001 m3/s)
Caudal Máximo Diario	: 0.641 l/s

#### a. Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda

Despejando en (1) y reemplazando, se obtiene:

$$0.60 = \left( \frac{2 * 9.81 * h_o}{1.56} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$h_o = 1.56 * \left( \frac{0.60^2}{2 * 9.81} \right)$$

$$h_o = 0.03 \text{ mts}$$

Reemplazando en la fórmula (2), se obtiene lo siguiente:

$$H_f = 0.50 - 0.03$$

$$H_f = 0.47 \text{ mts}$$

Reemplazando en la fórmula (3) se obtiene lo siguiente:

$$L = \frac{0.47}{0.30}$$

$$L = 1.567 \text{ mts , asumir}$$

$$L = 1.60 \text{ mts}$$

## **b. Determinación del ancho de pantalla (b)**

### **i. Cálculo del diámetro de la tubería de entrada (D)**

Dónde:

Se asume  $C_d = 0.80$

$Q_{\text{máx}} = 1.01 \text{ lt/seg}$  (Gasto máximo en la fuente es el  $Q_{\text{aforo}}$ )

Se asume  $V = 0.50 \text{ m/seg}$  (Velocidad de Gasto, se asume  $0.50 \text{ m/s}$ , siendo menor que el utilizado  $0.60 \text{ m/s}$ )

Primero despejamos la formula (4), para hallar el área (A):

$$A = \frac{1.01 \text{ lt/seg}}{0.80 * 0.50 \text{ m/seg}}$$

$$A = 2.525 \text{ cm}^2$$

$$A = 0.002525 \text{ m}^2$$

Reemplazando los valores en la ecuación (5) se obtiene:

$$D_c = \left( \frac{4 * 0.002525}{3.1416} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$D_c = 0.057 \text{ mts}$$

$$D_c = 5.7 \text{ cm ó } 2.24''$$

Se recomienda un diámetro menor o igual a 2'', por ende, para este caso se tomará el diámetro comercial  $D_a = 2''$ .

### **ii. Cálculo del número de orificios en la pantalla (No)**

Reemplazando en (6) se tiene lo siguiente:

$$N_o = \left( \frac{2.24}{2.00} \right)^2 + 1$$

$$N_o = 2.254$$

En conclusión, asumiremos, 2 orificios

**iii. Cálculo de ancho de pantalla (b)**

Reemplazando en (7) se obtiene lo siguiente:

$$b = 2(6 * 5) + (2 * 5) + 3 * 5(2 - 1)$$

$$b = 85 \text{ cm}$$

$$b = 0.90 \text{ mts}$$

**iv. Cálculo del diámetro de salida a la tubería de conducción**

**(Dconduccion)**

Datos:

$$Q \text{ aforo} = 1.01 \text{ lt/seg}$$

$t_r$  = tiempo de retención(3-5min)

Se asume un tiempo de retención de 5 min, es decir 300 seg

Reemplazando en (8) se obtiene lo siguiente:

$$V_a = 1.01 \text{ lt/seg} * 300 \text{ seg}$$

$$V_a = 303.00 \text{ lt}$$

$$V_a = 0.303 \text{ m}^3$$

Para calcular el diámetro de salida de la tubería de conducción, se necesita calcular la carga sobre la tubería la cual se halla reemplazando en (10)

$$H = \frac{0.303 \text{ m}^3}{0.50 * 0.50}$$

$$H = 1.212 \text{ mts}$$

Reemplazando datos en (9) se obtiene lo siguiente:

$$A = \frac{0.001 \text{ m}^3/\text{seg}}{0.80 * \sqrt{2} * 9.81 * 1.212}$$

$$A = 0.0002563 \text{ m}^2$$

Luego se reemplaza en (5):

$$D = \left( \frac{4 * 0.0002563}{3.1416} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$D = 0.018 \text{ mts}$$

$$D = 1.8 \text{ cm} = 0.708 \text{ pulgadas}$$

Asumimos un D=2 pulgadas

### c. Cálculo de la altura de la cámara húmeda (ht)

A continuación, hallaremos la carga requerida (C), se establece con la finalidad de producir fluidez desde la salida de la captación por la tubería de conducción, para su cálculo utilizamos la fórmula (12):

Dónde:

$$Q_{md} = 0.641 \text{ l/s (0.000641 m}^3\text{)}$$

$$A = 0.002 \text{ m}^2$$

$$g = \text{gravedad (9.81 m/seg}^2\text{)}$$

$$C = 1.56 * \frac{(0.000641)^2}{2 * 9.81 * 0.002^2}$$

$$C = 0.008 \text{ mts} = 0.8 \text{ mts}$$

Se adopta el mínimo C=0.30 mts

Reemplazando valores en la formula (11), se obtiene Ht.

$$ht = 10 + 2.54 + 30 + 5 + 30$$

$$ht = 77.54 \text{ cm} = 0.80 \text{ mts}$$

Se consideró ht= 0.80 mts

### d. Dimensionamiento de la canastilla

Entonces el Dcanastilla empleando la formula (13) es:

$$D_{canastilla} = 2 * 1$$

$$D_{canastilla} = 2 \text{ pulgadas}$$

Seguidamente se calcula la longitud de la canastilla, donde se tiene que cumplir con la siguiente condición:

$$L > 3Da$$

$$L < 6Da$$

Por ende, las dimensiones de la canastilla – Poyo Colorado son las siguientes:

$$3 * 1 = 3 \text{ pulg.} = 7.62 \text{ cm (CUMPLE)}$$

$$6 * 1 = 6 \text{ pulg.} = 15.24 \text{ cm (CUMPLE)}$$

Para que la condición se cumpla tomaremos como longitud de la canastilla, el valor del promedio de:

$$L = \frac{7.62 \text{ cm} + 15.24 \text{ cm}}{2}$$

$$L = 11.43 \text{ cm} = 12 \text{ cm}$$

Considerando los mismos datos recomendados para el diseño de captación Poyo Colorado, y reemplazando en (14), se obtiene:

$$Ar = 7 \text{ mm} * 5 \text{ mm}$$

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

Después se calcula el área de la tubería de la Línea de Conducción ( $A_c$ ), se usará la fórmula del área del círculo, para ello se usa la formula (5).

$$Dasumido = 2''$$

$$A_c = \frac{\left(\frac{Dasumido}{2} * 2.54\right)^2 * \pi}{10000}$$

$$A_c = 0.002 \text{ m}^2$$

A continuación, se halla el área total de la ranura ( $A_t$ ), con la formula (15)

$$A_t = 2 * 0.002 \text{ m}^2$$

$$A_t = 0.004 \text{ m}^2$$

Por último, se halla el número de ranuras ( $N_r$ ), con la formula (16)

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = \frac{0.004 \text{ m}^2}{0.000035 \text{ m}^2}$$

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = 114.286 = 115$$

**e. Cálculo de tubería de rebose y limpieza y ventilación**

Dónde:

$Q_{\text{aforo}}$ =Caudal del aforo (1.01 l/s)

$H_f$ = Pérdida de carga unitaria (0.015 m/m)

Sustituyendo en (17), se tiene:

$$\text{Drebose y limpieza} = \frac{0.71 * 1.01^{0.38}}{0.015^{0.21}}$$

$$\text{Drebose y limpieza} = 1.722 \text{ pulgadas}$$

$$\text{Drebose y limpieza} = 2.00 \text{ pulgadas}$$

Asumir un diámetro comercial de 2.0 pulgadas tanto para rebose y limpieza.

En la tubería de ventilación se recomienda usar tubo de PVC de  $\Phi = 2$  ", con una salida de 50 cm.

**f. Cálculo del volumen total de la Captación ( $V_t$ )**

Reemplazando en (18), se obtiene lo siguiente:

$$V_t = 0.80 * 0.80 * 0.80$$

$$V_t = 0.512 \text{ m}^3$$

Por ende, cumple con la siguiente condición:

$$V_t > V_a$$

$$0.512 \text{ m}^3 > 0.303 \text{ m}^3 \text{ (CUMPLE)}$$

### 3.5.2.2. Diseño estructural de la captación de ladera

#### 3.5.2.2.1. Captacion 01 “Poyo Colorado”

Para el diseño estructural, se consideró el muro sometido al empuje de la tierra cuando la caja está vacía. Cuando la caja se encuentra llena se produce el empuje hidrostático favoreciendo la estabilidad del muro.

Las cargas que se consideraron son: peso propio, empuje de la tierra y la sub-presión. Con la finalidad de garantizar la estabilidad del muro, se verifico que la carga unitaria sea igual o menor a la capacidad de carga de terreno; mientras que, para garantizar la estabilidad del muro al deslizamiento y volteo, se verifico un coeficiente no menor a 1.6.

Los datos de peso específico del suelo y ángulo de rozamiento interno se consideraron del estudio de suelos del reservorio 1 (C-5). El coeficiente de fricción varía entre 0.40 a 0.50 para un suelo arcilloso como se observa en el cuadro 57.

Material de construcción	Rugosidad	Arena	Limo	Suelo Granular Cohesivo	Arcilla
Hormigón	Liso	0.76	0.50	0.42	<b>0.40</b>
	Aspero	0.88	0.62	0.58	<b>0.50</b>
	Rugoso	0.98	0.79	0.80	0.60

Cuadro 57: Valores de fricción superficial entre suelos y materiales de construcción

FUENTE: POTYONDY,1961

Primeramente, tenemos que tener las medidas de la captación, a continuación, se detalla en el cuadro 58 y figura 18:

hsuelo	0.65	mts
h caja húmeda	0.80	mts
e muro	0.20	mts
ancho de pantalla (b)	0.90	mts

Cuadro 58: Dimensiones de la captación

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

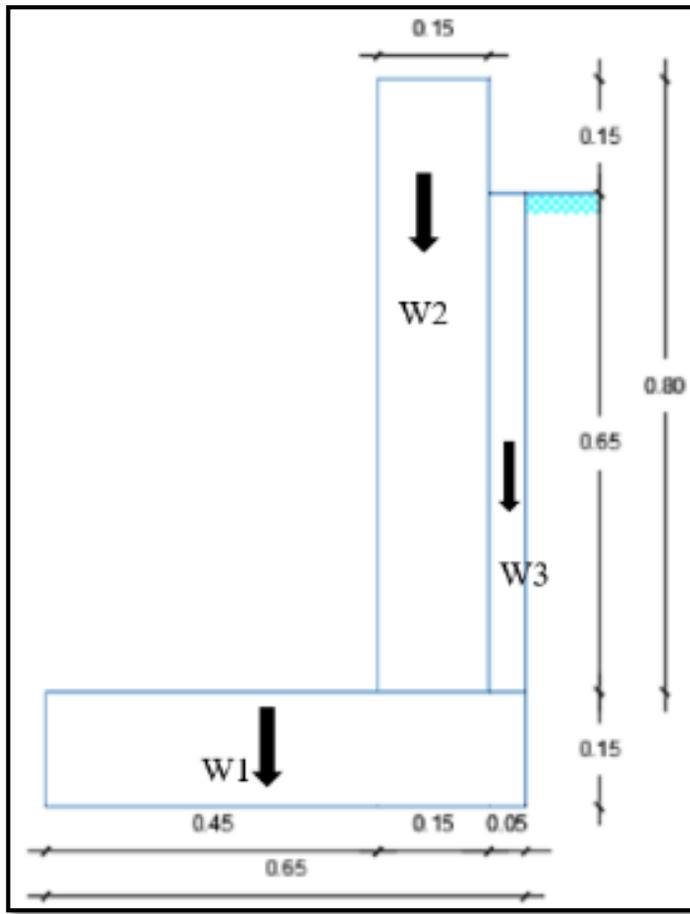


Figura 19: Fuerzas que actúan en la estructura de la captación

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los datos a utilizar son los siguientes:

Peso Específico del suelo ( $\gamma_s$ )	= 1.05 Tn/m <sup>3</sup>
Angulo de Rozamiento Interno del suelo ( $\phi$ )	= 24.88°
Coefficiente de Fricción ( $\mu$ )	= 0.45
Peso Específico del concreto ( $\gamma_c$ )	= 2.40 Tn/m <sup>3</sup>
Resistencia del concreto ( $f'c$ )	= 210.00 kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad de carga del suelo ( $\sigma_t$ )	= 1.00 kg/cm <sup>2</sup>
Altura del suelo ( $h$ )	= 0.65 mts

**a. Cálculo del empuje del suelo sobre el muro (P)**

Esta dada por la siguiente fórmula:

$$P = \frac{1}{2} * C_a h * \gamma_s * h^2 \dots \dots \dots (19)$$

Dónde:

Cah= Coeficiente de empuje

$\gamma_s = 1.05 \text{ Tn/m}^3$

h= altura del suelo (0.65 mts)

Tenemos que determinar Cah, esto se resuelve con la siguiente ecuación.

$$Cah = \frac{1 - \text{Sen}(\phi)}{1 + \text{Sen}(\phi)} \dots \dots \dots (20)$$

Reemplazando  $(\phi) = 24.88^\circ$ , en la ecuación (20), se obtiene:

$$Cah = \frac{1 - \text{Sen}(24.88^\circ)}{1 + \text{Sen}(24.88^\circ)}$$

$$Cah = 0.408$$

A continuación, hallaremos el empuje del suelo sobre el muro, reemplazando en (19). nos da:

$$P = \frac{1}{2} * 0.408 * 1050 * (0.65)^2$$

$$P = 90.50 \text{ Kg}$$

**a. Cálculo del momento de vuelco (Mo)**

Para calcular el momento de vuelco se utiliza la siguiente ecuación:

$$Mo = P * Y \dots \dots \dots (21)$$

Considerar:

$$Y = \frac{h}{3} \dots \dots \dots (22)$$

Reemplazando h =0.65, en la fórmula (22) se obtiene:

$$Y = \frac{0.65}{3}$$

$$Y = 0.217$$

Una vez hallado Y, se reemplaza datos en la ecuación (21), dando, por consiguiente:

$$M_o = 90.50 * 0.217$$

$$M_o = 16.639 \text{ kg/mts}$$

**b. Cálculo del momento de estabilización (Mr) y el peso (W)**

Para calcular el momento de estabilización, se utiliza la siguiente ecuación

$$M_r = W * X \dots \dots \dots (23)$$

Dónde:

W= Peso de la estructura

X= Distancia al centro de gravedad

Reemplazando datos en (23), se obtiene los datos observados en el cuadro 59:

W	Medidas	W (Kg)	X (mts)	Mr= W*X (Kg/mts)
W1	0.65*0.15*2.40	234.000	0.325	76.050
W2	0.80*0.15*2.40	288.000	0.525	151.200
W3	0.05*0.65*1.05	34.125	0.625	21.328
	<b>Wtotal</b>	<b>556.125</b>		<b>248.578</b>

Cuadro 59: Momentos de estabilización y peso “Poyo Colorado”

FUENTE: ELABORACION PROPIA

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

$$a = \frac{M_r - M_o}{W_{total}} \dots \dots \dots (24)$$

Reemplazando los datos obtenidos en (24), se obtiene:

$$a = \frac{248.578 - 16.639}{556.125}$$

$$a = 0.417$$

Para verificar que el valor de “a” obtenido pase por un tercio central de toda la estructura, se halla la condición siguiente:

El coeficiente “a” debe cumplir  $(\frac{1}{2} \text{ base} + \text{muro} + \text{pestaña (5cm)}) / 3 < a < ((\frac{1}{2} \text{ base}) / 3) * 2$

Dónde:

base= 0.65 mts

muro= 0.80 mts

$$0.392 < 0.417 < 0.975 \text{ (CUMPLE)}$$

### b. Cálculo del chequeo

Con la finalidad de garantizar la estabilidad del muro, se debe verificar que la carga unitaria sea igual o menor a la capacidad de carga del terreno; mientras que, para garantizar la estabilidad del muro al deslizamiento y al volteo, se deberá verificar un coeficiente de seguridad no menor de 1.6.

#### i. Chequeo por volteo

$$Cdv = \frac{Mr}{Mo} > 1.60 \dots \dots \dots (25)$$

$$Cdv = \frac{248.578}{16.639}$$

$$Cdv = \frac{248.578}{16.639}$$

$$Cdv = 14.939 > 1.60 \text{ (CUMPLE)}$$

#### ii. Chequeo de máxima carga unitaria

Se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$P1 = (4l - 6a) * \frac{Wtotal}{l^2} \dots \dots \dots (26)$$

$$P2 = (6a - 2l) * \frac{Wtotal}{l^2} \dots \dots \dots (27)$$

Reemplazando datos en (26) y (27), se obtiene:

$$P1 = (4 * 0.65 - 6 * 0.417) * \frac{556.125}{0.65^2}$$

$$P1 = 128.995/10000$$

$$P1 = 0.013 \text{ kg/cm}^2$$

$$P2 = (6 * 0.417 - 2 * 0.65) * \frac{556.125}{0.65^2}$$

$$P2 = 1582.159/10000$$

$$P2 = 0.158 \text{ kg/cm}^2$$

El mayor valor que resulte de P1 y P2 debe ser menor o igual a la capacidad de carga del terreno la cual 1.00 kg/cm<sup>2</sup>. Tomaremos el valor de P2, porque es el que tiene mayor valor.

$$P2 = 0.158 \text{ kg/cm}^2 < 1.00 \text{ kg/cm}^2 \text{ (CUMPLE)}$$

### iii. Chequeo por deslizamiento

Se tiene que cumplir que sea mayor que el factor por volteo de 1.6, como se indica en la siguiente ecuación:

$$\frac{F}{P} > 1.6 \dots \dots \dots (28)$$

Primero se necesita calcular la fuerza de fricción, para esto se utiliza la siguiente ecuación:

$$F = \mu * W_{total} \dots \dots \dots (29)$$

Reemplazando datos en la (29), se obtiene:

$$F = 0.45 * 556.125$$

$$F = 250.256 \text{ kg}$$

Reemplazando en (28), se obtiene:

$$\frac{250.256}{90.50} > 1.6$$

$$2.765 > 1.6 \text{ CUMPLE}$$

### c. Reforzamiento

A continuación, se presentarán los cálculos para obtener el área de acero que se requiere, así como sus espaciamientos

Dónde:

em= Espesor de muro (0.15 mts)

el= Espesor de losa (0.15 mts)

b= Base (100.00 cm)

Fy= Resistencia de la fluencia del acero (4200.00 kg/cm<sup>2</sup>)

F'c= Resistencia al concreto (210.00 kg/cm<sup>2</sup>)

### i. Armadura en muro

Se utilizó la fórmula del acero mínimo:

$$As_{\min} = \frac{0.7 * \sqrt{f'c} * b * em}{fy} \dots \dots \dots (30)$$

Reemplazando datos en (30), se obtiene:

$$As_{\min} = \frac{0.7 * \sqrt{210} * 100 * 15}{4200}$$

$$As_{\min} = 3.623 \text{ cm}^2$$

Se asume un acero de Ø3/8"

Área de varilla de Ø3/8" = 71 mm<sup>2</sup> ó 0.71 cm<sup>2</sup> (Aceros Arequipa)

Se calcula el espaciamiento de las varillas, con la siguiente fórmula:

$$\text{espaciamiento} = \frac{\text{As varilla} * 100}{\text{As minimo}} \dots \dots \dots (31)$$

Reemplazando en (31), obtenemos:

$$\text{espaciamiento} = \frac{0.71\text{cm}^2 * 100}{3.623\text{cm}^2}$$

$$\text{espaciamiento} = 19.597 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se asumirá, un acero para horizontal y vertical de:

$$\phi = 3/8" @ 0.20 \text{ cm}$$

**ii. Armadura en losa**

Se utilizó la fórmula del acero mínimo:

$$\text{As min} = 0.0018 * b * \text{el} \dots \dots \dots (32)$$

Reemplazando en (32), obtenemos:

$$\text{As min} = 0.0018 * 100 * 15$$

$$\text{As min} = 2.70 \text{ cm}^2$$

Se asume un acero de  $\phi 3/8"$

Área de varilla de  $\phi 3/8" = 71 \text{ mm}^2$  ó  $0.71 \text{ cm}^2$  (Aceros Arequipa)

Reemplazando en (31), obtenemos:

$$\text{espaciamiento} = \frac{0.71\text{cm}^2 * 100}{2.70 \text{ cm}^2}$$

$$\text{espaciamiento} = 26.296 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se asumirá, un acero para horizontal y vertical de:

$$\phi = 3/8" @ 0.25 \text{ cm}$$

### 3.5.2.2.2. Captacion 02 y 03 “Las Peñas”

Los datos de peso específico del suelo, ángulo de rozamiento interno y coeficiente de fricción, se consideraron del estudio de suelos del reservorio 2 (C- 6). El coeficiente de fricción varía entre 0.40 y 0.50 para suelo arcilloso como se observa en el cuadro 43.

Primeramente, tenemos que tener las medidas de la captación, a continuación, se detalla en el cuadro 60 y figura 19:

hsuelo	0.65	mts
h caja humeda	0.80	mts
e muro	0.20	mts
ancho de pantalla (b)	0.90	mts

Cuadro 60: Dimensiones de la captación

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

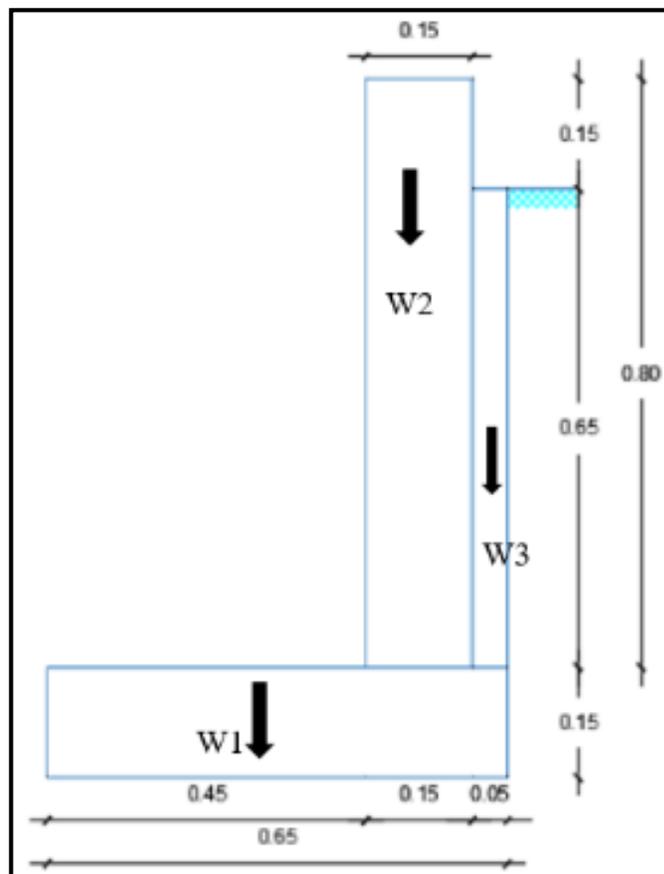


Figura 20: Fuerzas que actúan en la estructura de la captación

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los datos a utilizar son los siguientes:

Peso Específico del suelo ( $\gamma_s$ )	= 1.009 Tn/m <sup>3</sup>
Angulo de Rozamiento Interno del suelo ( $\phi$ )	= 25.00°
Coefficiente de Fricción ( $\mu$ )	= 0.45
Peso Específico del concreto ( $\gamma_c$ )	= 2.40 Tn/m <sup>3</sup>
Resistencia del concreto ( $f'c$ )	= 210.00 kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad de carga del suelo ( $\sigma_t$ )	= 1.00 kg/cm <sup>2</sup>
Altura del suelo ( $h$ )	= 0.65 mts

**a. Cálculo del empuje del suelo sobre el muro (P)**

Dónde:

Cah= Coeficiente de empuje

$\gamma_s = 1.05$  Tn/m<sup>3</sup>

h= altura del suelo (0.65 mts)

Reemplazando ( $\phi$ ) = 25.00°, en la ecuación (20), se obtiene:

$$Cah = \frac{1 - \text{Sen}(25.00^\circ)}{1 + \text{Sen}(25.00^\circ)}$$

$$Cah = 0.406$$

A continuación, hallaremos el empuje del suelo sobre el muro, reemplazando en (19). nos da:

$$P = \frac{1}{2} * 0.406 * 1009 * (0.65)^2$$

$$P = 86.539 \text{ Kg}$$

**b. Cálculo del momento de vuelco (Mo)**

Reemplazando h =0.65, en la formula (22) se obtiene:

$$Y = \frac{0.65}{3}$$

$$Y = 0.217$$

Una vez hallado Y, se reemplaza datos en la ecuación (21), dando, por lo tanto:

$$M_o = 86.539 * 0.217$$

$$M_o = 18.779 \text{ kg/mts}$$

**c. Cálculo del momento de estabilización (Mr) y el peso (W)**

Reemplazando datos en (23), se obtiene los datos observados en el cuadro 61:

W	Medidas	W (Kg)	X (mts)	Mr= W*X (Kg/mts)
W1	0.65*0.15*2.40	234.000	0.325	76.050
W2	0.80*0.15*2.40	288.000	0.525	151.200
W3	0.05*0.65*1.05	34.125	0.625	21.328
	<b>Wtotal</b>	<b>556.125</b>		<b>248.578</b>

Cuadro 61: Momentos de estabilización y peso “Las Peñas”

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Reemplazando los datos obtenidos en (24), se obtiene:

$$a = \frac{248.578 - 18.779}{556.125}$$

$$a = 0.413$$

El coeficiente a debe cumplir  $(\frac{1}{2} \text{ base} + \text{muro} + \text{pestaña (5cm)}) / 3 < a < ((\frac{1}{2} \text{ base}) / 3) * 2$

Dónde:

$$\text{base} = 0.65 \text{ mts}$$

$$\text{muro} = 0.80 \text{ mts}$$

$$0.392 < 0.413 < 0.975 \text{ (CUMPLE)}$$

**d. Cálculo del chequeo**

**i. Chequeo por volteo**

En la (25), se reemplaza los datos hallados, y se obtiene:

$$C_{dv} = \frac{248.578}{18.779}$$

$$C_{dv} = 13.237 > 1.60 \text{ (CUMPLE)}$$

**i. Chequeo de máxima carga unitaria**

Reemplazando datos en (26) y (27), se obtiene:

$$P1 = (4 * 0.65 - 6 * 0.413) * \frac{556.125}{0.65^2}$$

$$P1 = 160.585/10000$$

$$P1 = 0.016 \text{ kg/cm}^2$$

$$P2 = (6 * 0.413 - 2 * 0.65) * \frac{556.125}{0.65^2}$$

$$P2 = 1550.569/10000$$

$$P2 = 0.155 \text{ kg/cm}^2$$

El mayor valor que resulte de P1 y P2 debe ser menor o igual a la capacidad de carga del terreno la cual 1.00 kg/cm<sup>2</sup>. Tomaremos el valor de P2, porque es el que tiene mayor valor.

$$P2 = 0.155 \text{ kg/cm}^2 < 1.00 \text{ kg/cm}^2 \text{ (CUMPLE)}$$

**ii. Chequeo por deslizamiento**

Reemplazando datos en la (29), se obtiene:

$$F = 0.45 * 556.125$$

$$F = 250.256 \text{ kg}$$

Reemplazando en (28), se obtiene:

$$\frac{250.256}{86.539} > 1.6$$

$$2.892 > 1.6 \text{ CUMPLE}$$

#### **e. Reforzamiento**

Dónde:

$e_m$ = Espesor de muro (0.15 mts)

$e_l$ = Espesor de losa (0.15 mts)

$b$ = Base (100.00 cm)

$F_y$ = Resistencia de la fluencia del acero (4200.00 kg/cm<sup>2</sup>)

$F'_c$ = Resistencia al concreto (210.00 kg/cm<sup>2</sup>)

Debido a que los datos son los mismos que la captación Poyo Colorado, el diseño del acero es el mismo.

#### **i. Armadura en muro**

Por lo tanto, se asumirá, un acero para horizontal y vertical de:

$$\emptyset = 3/8" @ 0.20 \text{ cm}$$

#### **ii. Armadura en losa**

Por lo tanto, se asumirá, un acero para horizontal y vertical de:

$$\emptyset = 3/8" @ 0.20 \text{ cm}$$

### **3.4.3. Línea de Conducción**

#### **3.4.3.1. Criterios de diseño**

Se va a tener en cuenta algunos aspectos para el diseño de líneas de conducción, como, por ejemplo:

- La tubería utilizada es de PVC.
- La clase de tubería está definida por las máximas presiones hidrostáticas que podemos apreciar en el cuadro.

Clase	Presión Máxima de Prueba (mts)	Presión Máxima de Trabajo (mts)
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

Cuadro 62: Máximas presiones hidrostáticas

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- La carga disponible está representada por la diferencia de elevación entre la captación y el reservorio es decir la diferencia de cotas.
- La pérdida de carga es el gasto de energía necesario para vencer las resistencias que se oponen al movimiento del fluido de un punto a otro en una sección de la tubería. Las pérdidas de carga usados son la perdida de carga por tramo y la perdida de carga unitaria y a su vez las pérdidas de carga por tramo deben ser menores o iguales a la carga disponible.
- El gasto de diseño es el correspondiente al gasto máximo diario (Qmd).
- Los diámetros calculados deben variar entre velocidades de 0.60 m/seg y 3.00 m/seg para que sean capaces de conducir el gasto de diseño y de acuerdo a la normativa sobre obras de saneamiento
- La línea de gradiente hidráulica (L.G.H.) indica la presión de agua a lo largo de la tubería bajo condiciones de operación.
- Se determina la presión final estática y dinámica de cada tramo y de acuerdo a la norma técnica de saneamiento nos dice que la presión dinámica es 5 m.c.a y la presión estática es 60 m.c.a.

#### 3.4.3.2. Diseño de Línea de Conducción – Captación Poyo Colorado

Para el diseño de la línea de conducción, se tomó en cuenta los siguientes datos:

Qmh	= 0.533 l/s
Cota de captación 01	= 3274 m.s.n.m.
Cota de reservorio 01	= 3265 m.s.n.m.
Longitud de tubería	= 40.07 mts

Material de tubería = PVC  
 Coeficiente de rugosidad = 150

**a. Carga Disponible**

La carga disponible se calculó, mediante la ecuación:

$$\text{Carga Dipsonible} = \text{Cota Captación} - \text{Cota Reservorio} \dots \dots \dots (33)$$

Reemplazando en (33), se obtiene:

$$\begin{aligned} \text{Carga Disponible} &= 3274 - 3265 \\ \text{Carga Disponible} &= 9.00 \text{ m} \end{aligned}$$

**b. Pérdida de carga unitaria (hf)**

Para una tubería de PVC, donde el valor de C=150 queda definida la pérdida de carga unitaria como:

$$hf = \frac{\text{Carga Disponible}}{\text{Long. tuberia}} \dots \dots \dots (34)$$

Sustituyendo en (34) tenemos:

$$\begin{aligned} hf &= \frac{9.00}{40.07} \\ hf &= 0.225 \text{ m/m} \end{aligned}$$

**c. Diámetro de la tubería (D)**

Se trabajó con la fórmula de Hazen y Williams, puesto que los fabricantes de tubería PVC en nuestro país trabajan con esta ecuación en sus nomogramas.

$$Q = 0.0004264 * C * D^{2.64} * hf^{0.54} \dots \dots \dots (35)$$

Para una tubería de PVC, donde el valor de C=150; y reemplazando en (35), el diámetro en pulgadas queda definido con la siguiente formula:

$$D = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{hf^{0.21}} \dots \dots \dots (36)$$

Reemplazando en (36):

$$D = \frac{0.71 * 0.533^{0.38}}{0.225^{0.21}}$$
$$D = 0.765" = 0.0194 \text{ mts} = 1.94 \text{ cm}$$

En la línea conducción de la captación 01 hasta el reservorio 01, el diámetro a utilizar es  $D=1''$

**d. Pérdida de carga unitaria Real (hf)**

Asimismo, se despejo la Ecuación de Hazen y Williams, teniendo la siguiente formula:

$$hf = \left( \frac{Q}{2.492 * D^{2.63}} \right)^{1.85} \dots \dots \dots (37)$$

Despejando en (37):

$$hf = \left( \frac{0.533}{2.492 * 1^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$hf = 0.058 \text{ m/m}$$

**e. Pérdida de carga en el tramo (HF)**

Para hallar la perdida de carga en el tramo se emplea la siguiente formula:

$$HF = L * hf \dots \dots \dots (38)$$

Despejando en (38):

$$HF = 40.07 * 0.058$$

$$HF = 2.31$$

**f. Velocidad de la tubería (V)**

La ecuación de Darcy para la velocidad es expresada mediante:

$$V_{\text{tuberia}} = 1.9735 * \frac{Q}{D^2} \dots \dots \dots (39)$$

Donde:

$$Q_{md} = 0.533 \text{ l/s}$$

$$D = 1''$$

Despejando en (39):

$$V_{tuberia} = 1.9735 * \frac{0.533}{1^2}$$

$$V_{tuberia} = 1.052 \text{ m/s}$$

### **g. Cotas Piezométrica Inicial y Final**

#### **i. Cota Piezométrica Inicial**

La Cota Piezométrica Inicial del primer punto es la Cota de la captación, después para hallar la Cota Piezométrica Inicial de los siguientes puntos respectivamente es la cota piezométrica final anterior de cada punto calculado.

#### **ii. Cota Piezométrica Final**

La Cota Piezométrica Final, se obtiene de la siguiente expresión:

$$\text{Cota Piezometrica Final} = \text{Cota Piezometrica Inicial} - HF \dots \dots \dots (40)$$

Dónde:

Cota Piezométrica Inicial del primer punto es la cota de la captación, por ser el primer punto de inicio, para los siguientes puntos se aplica la formula (40).

$$\text{Cota Piezometrica Final} = 3274 - 2.31$$

$$\text{Cota Piezometrica Final} = 3271.69 \text{ m. s. m}$$

## **h. Comprobación de Presiones**

### **i. Presión Inicial**

Para calcular la presión inicial, es con la siguiente formula:

$$\text{Presion Inicial} = \text{Cota Piezometrica Inicial} - \text{Cota Inicial del terreno} \dots \dots \dots (41)$$

Reemplazando en (41), se tiene:

$$\text{Presion Inicial} = 3274 - 3274$$

$$\text{Presion Inicial} = 0 \text{ mca}$$

### **ii. Presión Final**

Para calcular la presión final, es con la siguiente formula:

$$\text{Presion Final} = \text{Cota Piezometrica Final} - \text{Cota Final del terreno} \dots \dots \dots (42)$$

Reemplazando en (42), se tiene:

$$\text{Presion Final} = 3271.69 - 3265$$

$$\text{Presion Inicial} = 6.7 \text{ mca}$$

### **3.5.3.3. Diseño de Línea de Conducción – Captación Las Peñas 01 y 02**

Para diseñar la línea de conducción, se tomó en cuenta los siguientes datos:

Qmh	= 0.986 l/s
Cota de captación 02	= 3240 m.s.n.m.
Cota de captación 03	= 3170 m.s.n.m.
Cota de reservorio 02	= 3150 m.s.n.m.
Longitud desde capt. 02- reser. 02	= 284.61 mts
Longitud desde capt. 03- reser. 02	= 137.50 mts
Material de tubería	= PVC
Coefficiente de rugosidad	= 150

### a. Carga Disponible

La carga disponible se calculó, mediante la ecuación:

$$\text{Carga Dipsonible} = \text{Cota Captación} - \text{Cota Reservorio}$$

Para la captación 02 hasta el reservorio 02:

Reemplazando en (33):

$$\text{Carga Disponible} = 3240 - 3150$$

$$\text{Carga Disponible} = 90 \text{ m}$$

Como se observa en el cálculo (33), la carga disponible entre captación 02 y reservorio 02 es de 82 mts, de acuerdo con MVCS (2018), nos habla de que se coloca una cámara rompe presión del tipo 06 cuando el desnivel entre cotas sea mayor a 50 mts, para este caso cumple lo que dice la norma.

Entonces, vamos a colocar una CRP 06, a 60 mts de desnivel entre cotas desde la captación 02 al reservorio 02. La cota de la CRP 06, sería la siguiente:

$$\text{Cota CRP06} = 3240 - 60$$

$$\text{Cota CRP06} = 3180.00 \text{ msnm}$$

Entonces las cotas quedarían de la siguiente manera:

Cota de captación 02	=	3240 m.s.n.m.
Cota de la CRP 06	=	3180 m.s.n.m.
Cota de captación 03	=	3170 m.s.n.m.
Cota de reservorio 02	=	3150 m.s.n.m.
Longitud desde capt. 02- CRP 06	=	148.72 mts
Longitud desde CRP 06 – reser. 02	=	135.89 mts
Longitud desde capt. 02- reser. 02	=	284.61 mts
Longitud desde capt. 03- reser. 02	=	137.50 mts

Reemplazando en (33):

- Para la captación 02 hasta el CRP 06:

$$\text{Carga Disponible} = 58.7$$

- Para la CRP 06 hasta Reservorio 02:

$$\text{Carga Disponible} = 28.24$$

- Para la captación 03 hasta Reservorio 02:

$$\text{Carga Disponible} = 17.94$$

### **b. Pérdida de carga unitaria (hf)**

Sustituyendo en (34) tenemos:

- Para la captación 02 hasta el CRP 06:

$$hf = \frac{90}{148.72}$$

$$hf = 0.605 \text{ m/m}$$

- Para la CRP 06 hasta Reservorio 02:

$$hf = \frac{90}{135.89}$$

$$hf = 0.662 \text{ m/m}$$

- Para la captación 03 hasta Reservorio 02:

$$hf = \frac{90}{137.50}$$

$$hf = 0.655 \text{ m/m}$$

### c. Diámetro de la tubería (D)

Reemplazando en (36):

- Para la captación 02 hasta el CRP 06:

$$D = \frac{0.71 * 0.986^{0.38}}{0.605^{0.21}}$$

$$D = 0.785" = 0.0199 \text{ mts} = 1.99 \text{ cm}$$

En la línea conducción de la captación 02 hasta el CRP06, el diámetro a utilizar es D=1"

- Para la CRP 06 hasta Reservorio 02:

$$D = \frac{0.71 * 0.986^{0.38}}{0.662^{0.21}}$$

$$D = 0.770" = 0.0195 \text{ mts} = 1.95 \text{ cm}$$

En la línea conducción de la CRP06 hasta el reservorio 2, el diámetro a utilizar es D=1"

- Para la captación 03 hasta Reservorio 02:

$$D = \frac{0.71 * 0.986^{0.38}}{0.655^{0.21}}$$

$$D = 0.772" = 0.0196 \text{ mts} = 1.96 \text{ cm}$$

En la línea conducción de la captación 03 hasta el reservorio 2, el diámetro a utilizar es D=1"

### d. Pérdida de carga unitaria Real (hf)

Despejando en (37):

- Para la captación 02 hasta el CRP 06:

$$hf = \left( \frac{0.986}{2.492 * 1^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$hf = 0.18 \text{ m/m}$$

- Para la CRP 06 hasta Reservorio 02:

$$hf = \left( \frac{0.986}{2.492 * 1^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$hf = 0.18 \text{ m/m}$$

- Para la captación 03 hasta Reservorio 02:

$$hf = \left( \frac{0.986}{2.492 * 1^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$hf = 0.18 \text{ m/m}$$

**e. Pérdida de carga en el tramo (HF)**

Despejando en (38):

- Para la captación 02 hasta el CRP 06:

$$HF = 148.72 * 0.18$$

$$HF = 26.756$$

- Para la CRP 06 hasta Reservorio 02:

$$HF = 135.89 * 0.18$$

$$HF = 24.448$$

- Para la captación 03 hasta Reservorio 02:

$$HF = 137.50 * 0.18$$

$$HF = 24.738$$

#### **f. Velocidad de la tubería (V)**

Despejando en (39):

- Para la captación 02 hasta el CRP 06:

$$V_{\text{tubería}} = 1.946\text{m/s}$$

- Para la CRP 06 hasta Reservorio 02:

$$V_{\text{tubería}} = 1.946\text{m/s}$$

- Para la captación 03 hasta Reservorio 02:

$$V_{\text{tubería}} = 1.946\text{m/s}$$

#### **g. Cotas Piezométrica Inicial y Final**

##### **i. Cota Piezométrica Inicial**

La Cota Piezométrica Inicial del primer punto es la Cota de la captación, después para hallar la Cota Piezométrica Inicial de los siguientes puntos respectivamente es la cota piezométrica final anterior de cada punto calculado.

- Para la captación 02 hasta el CRP 06:

$$\text{Cota Piezométrica Inicial} = 3240$$

- Para la CRP 06 hasta Reservorio 02:

$$\text{Cota Piezométrica Inicial} = 3213.207$$

- Para la captación 03 hasta Reservorio 02:

$$\text{Cota Piezométrica Inicial} = 3188.725$$

## **ii. Cota Piezométrica Final**

Despejando en (40):

- Para la captación 02 hasta el CRP 06:

$$\text{Cota Piezometrica Final} = 3213.207$$

- Para la CRP 06 hasta Reservorio 02:

$$\text{Cota Piezometrica Final} = 3188.725$$

- Para la captación 03 hasta Reservorio 02:

$$\text{Cota Piezometrica Final} = 3163.954$$

## **h. Comprobación de Presiones**

### **i. Presión Inicial**

Reemplazando en (41), se tiene:

- Para la captación 02 hasta el CRP 06:

$$\text{Presion Inicial} = 0$$

- Para la CRP 06 hasta Reservorio 02:

$$\text{Presion Inicial} = 32.907$$

- Para la captación 03 hasta Reservorio 02:

$$\text{Presion Inicial} = 18.725$$

## ii. Presión Final

Reemplazando en (42), se tiene:

- Para la captación 02 hasta el CRP 06:

$$\text{Presion Final} = 31.907$$

- Para la CRP 06 hasta Reservorio 02:

$$\text{Presion Final} = 36.665$$

- Para la captación 03 hasta Reservorio 02:

$$\text{Presion Final} = 11.894$$

### 3.5.4. Reservorio de Almacenamiento

#### 3.5.4.1. Consideraciones Básicas

Son estructuras que nos permite almacenar volúmenes de agua, en las horas en las cuales la demanda de agua es menor, de manera que será usado en las horas de mayor demanda, cubriendo así el déficit existente y manteniendo un funcionamiento eficiente del Sistema de Agua Potable.

##### a. Ubicación del Reservorio

Su ubicación se determinó principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener la presión en la red dentro de los límites de servicio, garantizando presiones mínimas (7 m.c.a.) en las viviendas más elevadas y presiones máximas (75 m.c.a.) en las viviendas más bajas. Nuestro proyecto cuenta con dos reservorios que van abastecer a los sectores en estudio, los cuales están ubicados en las coordenadas mostradas en el cuadro 63.

<b>RESERVORIOS</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>ELEVACIÓN</b>
RESERVORIO 01	9138913	175371	3265
RESERVORIO 02	9138600	175345	3150

Cuadro 63: Ubicación de reservorios

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

#### **b. Tipo de Reservorio**

- i. Cuadrados o Rectangulares:** Son usados para volúmenes menores a 30m<sup>3</sup>.
- ii. Circulares:** Se usan para volúmenes mayores a 30m<sup>3</sup>, debido a que garantizan mayor resistencia.

Para nuestro proyecto hemos considerado diseñar dos reservorios tipo cuadrado apoyados, por la razón que el volumen almacenado no sobrepasa los 30 m<sup>3</sup> y también porque resulta más económico que el reservorio circular.

#### **c. Parámetros de diseño**

- i. Caudal de Diseño:** Para realizar el diseño del reservorio se necesita el Caudal Promedio con Pérdidas (Qpp), que se necesita para satisfacer las necesidades de la población proyectada de acuerdo al periodo de diseño.
- ii. Periodo de Diseño:** El periodo de diseño se del reservorio, de acuerdo al Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, recomienda un periodo de diseño de 20 años.

#### **3.4.4.2. Calculo de capacidad del reservorio**

Según el RNE- OS.030 (2006), la capacidad del reservorio será igual al volumen que resulte de las siguientes consideraciones:

- Volumen de Equilibrio o Regulación (Ve)
- Volumen contra incendio (Vci)
- Volumen de Reserva (Vr)

Dónde tenemos:

$$V_{\text{reservorio}} = V_e + V_{ci} + V_r \dots \dots \dots (43)$$

**a. Volumen de Equilibrio o Regulación (Ve)**

Según la Guía de Orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento (2016), en zonas rurales la capacidad de regulación es 25% del Caudal Promedio Anual con Perdidas (Qpp), considerando que la fuente suministra agua las 24 horas. Por ende, se tiene:

$$V_e = 0.25 * Q_{pp} * 86.4 \dots \dots \dots (44)$$

**b. Volumen contra incendios (Vci)**

Según el RNE OS.050 (2006), no se justifica para poblaciones menores a 100000 habitantes.

**c. Volumen de reserva (Vr)**

Se considera un volumen de reserva dependiendo de la población, debido a que es una zona con bastantes lluvias, se asumió un volumen de reserva de 50% del volumen de regulación.

$$V_r = 0.50 * V_e \dots \dots \dots (45)$$

A continuación de calcula el volumen de almacenamiento de los dos reservorios a utilizar en nuestro proyecto.

**1) RESERVORIO 01**

Nuestro Caudal Promedio Anual con Perdidas (Qpp) del sector A es 0.266 l/s, reemplazando en (44), se tiene:

$$V_e = 0.25 * 0.266 * 86.4$$

$$V_e = 5.746 \text{ m}^3$$

Reemplazando en (45), obtenemos:

$$V_r = 0.50 * 5.7456$$

$$V_r = 2.873 \text{ m}^3$$

Por último sustituyendo en (43), obtenemos:

$$V_{\text{reservorio}} = 5.746 + 0 + 2.873$$

$$V_{\text{reservorio}} = 8.619 \text{ m}^3$$

Considerar un volumen del reservorio 01 de 10 m<sup>3</sup>.

## 2) RESERVORIO 02

Nuestro Caudal Promedio Anual con Perdidas (Qpp) del sector B es 0.493 l/s, reemplazando en (44), se tiene:

$$V_e = 0.25 * 0.493 * 86.4$$

$$V_e = 10.649 \text{ m}^3$$

Reemplazando en (45), obtenemos:

$$V_r = 0.50 * 10.649$$

$$V_r = 5.324 \text{ m}^3$$

Por último sustituyendo en (43), obtenemos:

$$V_{\text{reservorio}} = 10.649 + 0 + 5.325$$

$$V_{\text{reservorio}} = 15.973 \text{ m}^3$$

Considerar un volumen del reservorio 02 de 15 m<sup>3</sup>.

### 3.5.4.3. Diseño del reservorio cuadrado 01

#### 3.5.4.3.1. Dimensionamiento del reservorio

Para el dimensionamiento de un reservorio cuadrado de 10 m<sup>3</sup>, se asumen las medidas para luego verificarlas en el cálculo estructural. Se asumió lo siguiente:

- Ancho interno (b) = 3.00 m
- Largo interno (a) = 3.00 m
- Altura útil del agua = 1.25 m

- Distancia vertical eje salida y fondo de reservorio = 0.10m (Guía de diseño para sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento en ámbito rural, capítulo V, inciso 5.4)
- Altura total del agua = 1.25 m
- Relación del ancho de la base y la altura (b/h) = 1.78
- Distancia vertical techo reservorio y eje de tubo de ingreso del agua = 0.10m (RNE-IS 010, Ítem 2.4, inciso i)
- Distancia vertical entre tubo de rebose y eje de ingreso de agua = 0.20 m (RNE-IS 010, Ítem 2.4, inciso j)
- Altura total interna (H) = 1.66 m

#### 3.5.4.3.2. Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia

##### Datos:

De acuerdo a las líneas de entrada y de salida, tenemos:

Diámetro de tubería de entrada (conducción) = 1"

Diámetro de tubería de salida = 2"

Diámetro de tubería de ventilación = 2"

##### Dimensionamiento de la Canastilla

De acuerdo a las líneas de entrada y de salida, tenemos:

$$\emptyset \text{ tubería} = 2''$$

$$\emptyset \text{ canastilla} = 4''$$

Calcularemos la longitud de la canastilla, para ello se halla:

- Para 3D

$$3D = (3 * 2'') * 2.54 = 15.24 \text{ cm}$$

- Para 6D

$$6D = (6 * 2") * 2.54 = 30.48 \text{ cm}$$

Por último, la longitud de la canastilla, sería la siguiente:

$$L = \frac{15.24 + 30.48}{2}$$

$$L = 22.86 \text{ cm}$$

Para la tubería de rebose y limpia se asume un diámetro de 2"

Para el cono de rebose el doble de la tubería de rebose, que sería de 4"

#### **3.5.4.3.3. Análisis y Diseño Estructural**

Para el análisis y diseño estructural nos basaremos en las normas y/o reglamentos:

- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
- "Guía Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural", R.M. N°173-2016-VIVIENDA
- Norma Técnica de Edificación E.020: Cargas. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
- Norma Técnica de Edificación E.030: Diseño Sismo resistente. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
- Norma Técnica de Edificación E.060: Concreto Armado. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
- Seismic Design of Liquid-Containing Concrete Structures and Commentary (ACI 350.3-06)
- Guide for the analysis, Design and Construction of Elevated Concrete and Composite Steel-Concrete Water Storage Tanks (ACI 371)

Para el diseño estructural del reservorio 01, se ha considerado los siguientes datos:

Capacidad Requerida	=	10 m <sup>3</sup>
Longitud (L)	=	3.00 mts
Ancho (B)	=	3.00 mts
Altura del Líquido (HL)	=	1.25 mts
Borde Libre (BL)	=	0.45 mts

Para calcular la altura total del reservorio es:

$$HW = HL + BL \dots \dots \dots (46)$$

Reemplazando en (46):

Altura Total del Reservorio (HW)	=	1.70 mts
----------------------------------	---	----------

Para calcular el volumen de líquido total es:

$$V_{\text{liquido}} = L * B * HL \dots \dots \dots (47)$$

Reemplazando en (47)

Volumen del líquido Total	=	11.25 m <sup>3</sup>
---------------------------	---	----------------------

Espesor de Muro (tw)	=	0.20 mts
Espesor de Losa Techo (Hr)	=	0.15 mts
Alero de la losa de techo ( e )	=	0.10 mts
Sobrecarga en la tapa	=	100 kg/m <sup>2</sup>
Espesor de la losa de fondo (Hs)	=	0.20 mts
Espesor de la zapata	=	0.40 mts
Alero de la Cimentacion (VF)	=	0.20 mts
Largo del clorador	=	1.05 mts
Ancho del clorador	=	0.80 mts
Espesor de losa de clorador	=	0.10 mts
Altura de muro de clorador	=	1.22 mts
Espesor de muro de clorador	=	0.10 mts
Peso de Bidón de agua	=	60 kg

Peso de clorador = 779 kg  
 Peso de clorador por m<sup>2</sup> de techo = 75.54 kg/m<sup>2</sup>

En las siguientes figuras 21 y 22 se observa la vista en planta y corte de un reservorio cuadrado

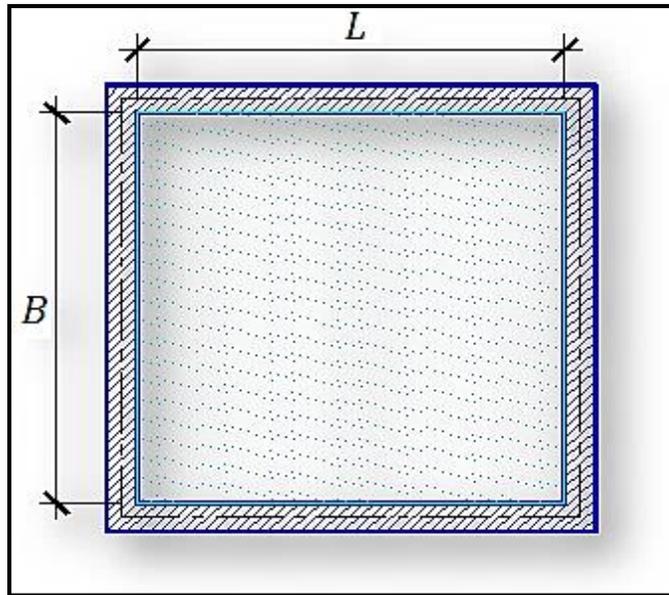


Figura 21: Vista en planta de un reservorio cuadrado  
 FUENTE: MVCS

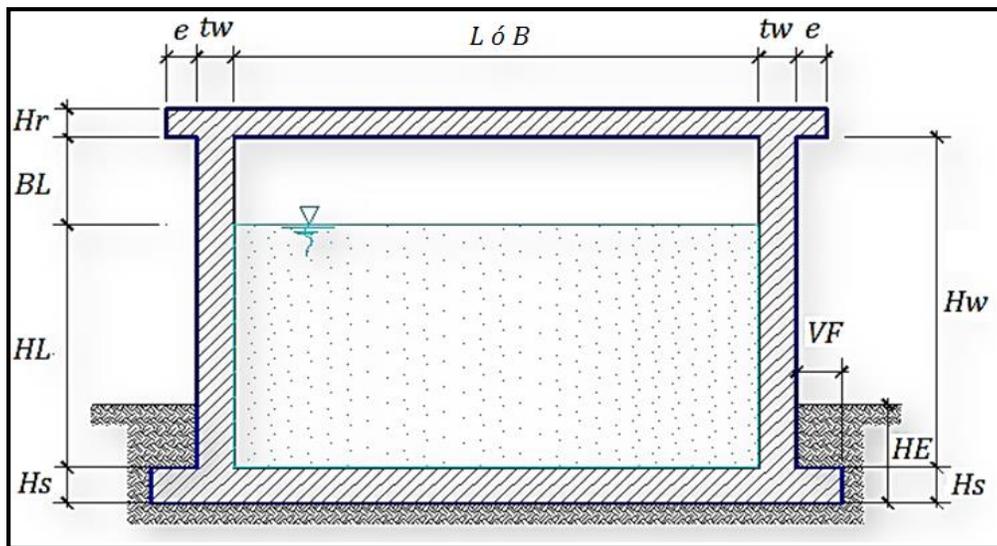


Figura 22: Vista frontal de un reservorio cuadrado  
 FUENTE: MVCS

Para la identificación del tipo de suelo en el análisis sísmico y diseño de la cimentación, se debe considerar los resultados obtenidos del Estudio de Mecánica de Suelos (EMS). Para el desarrollo de la presente estructura se consideró los siguientes valores:

Peso Específico del suelo ( $\gamma_s$ )	= 1.05 Tn/m <sup>3</sup>
Angulo de Rozamiento Interno del suelo ( $\phi$ )	= 24.88°
Presión admisible de terreno ( $st$ )	= 1.10 kg/cm <sup>2</sup>

Además, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Resistencia del concreto ( $f'c$ )	= 280.00 kg/cm <sup>2</sup>
Ec concreto	= 252671 kg/cm <sup>2</sup>
Fy del acero	= 4200 kg/cm <sup>2</sup>
Peso Específico del concreto ( $\gamma_c$ )	= 2400 kg/m <sup>3</sup>
Peso Específico del líquido	= 1000 kg/m <sup>3</sup>
Aceleración de la gravedad ( $g$ )	= 9.81 m/s <sup>2</sup>
Peso del Muro	= 10199.04 kg
Peso de la losa de techo	= 4665.60 kg
Recubrimiento muro	= 0.05 mts
Recubrimiento Losa de techo	= 0.03 mts
Recubrimiento Losa de fondo	= 0.05 mts
Recubrimiento en zapatas de muro	= 0.10 mts

### a) Parámetros Sísmicos

#### i. Determinación del Factor de Zona

Para determinar el Factor de Zona de nuestro proyecto, debemos basarnos en el reglamento nacional de edificaciones en la norma E.030 “Diseño Sismo resistente”.

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Cuadro 64: Factores de Zona

FUENTE: RNE- 0.30

### ii. Determinación del Factor de Uso

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en el siguiente cuadro:

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A: Edificaciones Esenciales	A1: Sector Salud	Ver nota 1 de Norma E0.30 2016
	A2: Aeropuertos , universidades, reservorios , puertos	1.5
B :Edificaciones Importantes	Cines, Teatros, Coliseos, Centros Comerciales, Museos	1.3
C: Edificaciones Comunes	Viviendas, Oficinas, Hoteles	1.00
D :Edificaciones Temporales	Casetas y otros similares	Ver nota 2 de Norma E0.30 2016

Cuadro 65: Factores de Uso

FUENTE: RNE- 0.30

### iii. Determinación del Factor de Suelo

La determinación del factor de suelo, depende que tipo de suelo es, esto se verifica, con el estudio de suelos del reservorio 01, donde nos da de resultado un suelo intermedio “S2”, para luego hallar el factor de suelo en el siguiente cuadro:

SUELO	S0	S1	S2	S3
ZONA				
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Cuadro 66: Factores de Suelo

FUENTE: RNE- 0.30

**iv. Determinación de “Tp” y “TL”**

Se determina con el siguiente cuadro:

PERFIL DEL SUELO				
	<b>S0</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
Tp (s)	0.30	0.40	0.60	1.00
TL (s)	3.00	2.50	2.00	1.60

Cuadro 67: Tp y TL

FUENTE: RNE- 0.30

**v. Determinación del factor de amplificación sísmica**

Se calcula Periodo fundamental de Vibración (T)

$$T = \frac{hn}{Ct} \dots \dots \dots (48)$$

Dónde:

Hn = altura del Reservorio (1.66 mts)

Ct =45

Reemplazando en (48), se obtiene el periodo fundamental de vibración:

$$T = \frac{1.66}{45}$$

$$T = 0.037$$

**b) Análisis Sísmico Estático**

Para el análisis del reservorio apoyado se consideró el efecto de las cargas de gravedad, cargas sísmicas y cargas debido a la presión hidrostática del agua.

Según Seismic Design of Liquid-Containing Concrete Structures and Commentary (ACI 350.3-06), para el análisis sísmico, se utiliza los siguientes procedimientos y fórmulas.

**i. Coeficiente de Masa Efectiva ( $\epsilon$ )**

Según la Ecuación. 9.34 de la norma (ACI 350.3-06), la masa efectiva se calcula de la siguiente manera:

$$\epsilon = \left[ 0.0151 \left( \frac{L}{H_L} \right)^2 - 0.1908 \left( \frac{L}{H_L} \right) + 1.021 \right] \leq 1.0 \dots \dots \dots (49)$$

Dónde:

L= 3.00 m (longitud del reservorio)

HL = 1.25 m (altura del líquido)

Reemplazando datos en (49), se obtiene:

$$\epsilon = 0.65 \text{ mts} \leq 1.0 \text{ CUMPLPLE}$$

Por lo tanto, cumple con lo establecido ya que el coeficiente es menor al máximo permitido.

**ii. Masa Equivalente de la aceleración del líquido**

Para calcular la masa equivalente, se utilizó la siguiente fórmula:

Ecuación. 9.1 (ACI 350.3-06)

$$\frac{W_i}{W_L} = \frac{\tan \left[ 0.866 \left( \frac{L}{H_L} \right) \right]}{0.866 \left( \frac{L}{H_L} \right)} \dots \dots \dots (50)$$

Ecuación 9.2 (ACI 350.3-06)

$$\frac{W_c}{W_L} = 0.264 \left( \frac{L}{H_L} \right) \tan \left[ 3.16 \left( \frac{H_L}{L} \right) \right] \dots \dots \dots (51)$$

Para esto calculamos los siguientes datos:

- Peso equivalente total del líquido almacenado (WL):

$$WL = \text{Volumen del Agua} * \text{Peso Especifico} \dots \dots \dots (52)$$

$$WL = 11.25 * 1000$$

Reemplazando en (52) , obtenemos :

$$WL = 11250 \text{ kg}$$

- Peso de la pared del reservorio almacenado ( $W_w$ ):

$$W_w = 10445 \text{ Kg}$$

- Peso de la losa de techo ( $W_r$ ):

$$W_r = 4666 \text{ Kg}$$

- Peso equivalente de la componente impulsiva ( $W_i$ ):

Para calcular  $W_i$ , se reemplaza los datos en (50), y se obtiene

$$W_i = \frac{\tan \left[ 0.866 \left( \frac{3.00}{1.25} \right) \right]}{0.866 \left( \frac{3.00}{1.25} \right)} * 11250$$

$$W_i = 5246 \text{ Kg}$$

- Peso equivalente de la componente convectiva ( $W_c$ ):

Para calcular  $W_c$ , se reemplaza los datos en (51), y se obtiene

$$W_c = 0.264 \left( \frac{3.00}{1.25} \right) \tan \left[ 3.16 \left( \frac{1.25}{3.00} \right) \right] * 11250$$

$$W_c = 6173 \text{ kg}$$

- Peso efectivo del depósito ( $W_e$ ):

$$W_e = \varepsilon * W_w + W_r \dots \dots \dots (53)$$

Reemplazando en (53) , obtenemos :

$$W_e = 11455 \text{ kg}$$

### iii. Propiedades Dinámicas

Para calcular las propiedades se utilizaron las siguientes formulas:

- Masa del muro ( $m_w$ ):

$$m_w = H_w * t_w * \left( \frac{\gamma_c}{g} \right) \dots \dots \dots (54)$$

Reemplazando en (54), se tiene:

$$m_w = 83 \text{ kg} * s^2/m^2$$

- Masa impulsiva del líquido (mi):

$$m_i = \left(\frac{W_i}{WL}\right) * \left(\frac{L}{2}\right) * HL * \left(\frac{y_i}{g}\right) \dots \dots \dots (55)$$

Reemplazando en (55), se tiene:

$$m_i = 89 \text{ kg} * s^2/m^2$$

- Masa total por unidad de ancho (m)

$$m = m_w + m_i \dots \dots \dots (56)$$

Reemplazando en (56), se tiene:

$$m = 172 \text{ kg} * s^2/m^2$$

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

$$h_w = 0.5 * HW \dots \dots \dots (57)$$

Reemplazando en (57), se tiene:

$$h_w = 0.85 \text{ mts}$$

- Altura al C.G. de la componente impulsiva (hi)

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

$$\frac{L}{HL} < 1.333 \rightarrow \frac{h_i}{HL} = 0.375 \dots \dots \dots (58)$$

Reemplazando en (58), se tiene:

$$h_i = 0.47 \text{ mts}$$

- Altura al C.G. de la componente impulsiva IBP (h'i):

$$\frac{L}{HL} < 0.75 \rightarrow \frac{h'i}{HL} = \frac{0.866 * \left(\frac{L}{HL}\right)}{2 \tanh\left(0.866 * \left(\frac{L}{HL}\right)\right)} - \frac{1}{8} \dots \dots \dots (59)$$

Reemplazando en (59), se tiene:

$$h'i = 1.18 \text{ mts}$$

- Altura resultante (h):

$$h = \frac{(hw * mw + hi * mi)}{(mw + mi)} \dots \dots \dots (60)$$

Reemplazando en (60), se tiene:

$$h = 0.65 \text{ mts}$$

- Altura al C.G. de la componente compulsiva (hc):

$$\frac{hc}{HL} = 1 - \frac{\cosh\left(3.16 \left(\frac{HL}{L}\right)\right) - 1}{3.16 \left(\frac{HL}{L}\right) \sinh\left(3.16 \left(\frac{HL}{L}\right)\right)} \dots \dots \dots (61)$$

Reemplazando en (61), se tiene:

$$hc = 0.70 \text{ mts}$$

- Altura al C.G. de la componente compulsiva IBP (h'c):

$$\frac{h'c}{HL} = 1 - \frac{\cosh\left(3.16\left(\frac{HL}{L}\right)\right) - 2.01}{3.16\left(\frac{HL}{L}\right) \sinh\left(3.16\left(\frac{HL}{L}\right)\right)} \dots \dots \dots (62)$$

Reemplazando en (62), se tiene:

$$h'c = 1.26 \text{ mts}$$

- Altura del C.G. a la Losa de Cobertura (hw):

$$hw = HW + \frac{Hr}{2} \dots \dots \dots (63)$$

Reemplazando en (63), se tiene:

$$hw = 1.78 \text{ mts}$$

- Rigidez de la estructura (K):

$$K = \frac{4 * Ec}{4} * \left(\frac{tw}{h}\right)^3 \dots \dots \dots (64)$$

Reemplazando en (64), se tiene:

$$K = 73,604,760 \text{ kg/m}^2$$

- Frecuencia de vibración natural componente impulsiva (ωi)

$$\omega_i = \sqrt{\frac{k}{m}} \dots \dots \dots (65)$$

Reemplazando en (65), se tiene:

$$\omega_i = 908.77 \text{ rad/s}$$

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

$$\lambda = \sqrt{3.16} * g * \tanh * \left( 3.16 \left( \frac{HL}{L} \right) \right) \dots \dots \dots (66)$$

$$\omega_c = \frac{\lambda}{\sqrt{L}} \dots \dots \dots (67)$$

Reemplazando en (67), se tiene:

$$\omega_c = 2.99 \text{ rad/s}$$

- Periodo natural de vibración correspondiente a  $T_i$

$$T_i = \frac{2\pi}{\omega_i} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \dots \dots \dots (68)$$

Reemplazando en (68), se tiene:

$$T_i = 0.01 \text{ seg}$$

- Periodo natural de vibración correspondiente a  $T_c$

$$T_c = \frac{2\pi}{\omega_c} = \left( \frac{2\pi}{\lambda} \right) \sqrt{L} \dots \dots \dots (69)$$

Reemplazando en (69), se tiene:

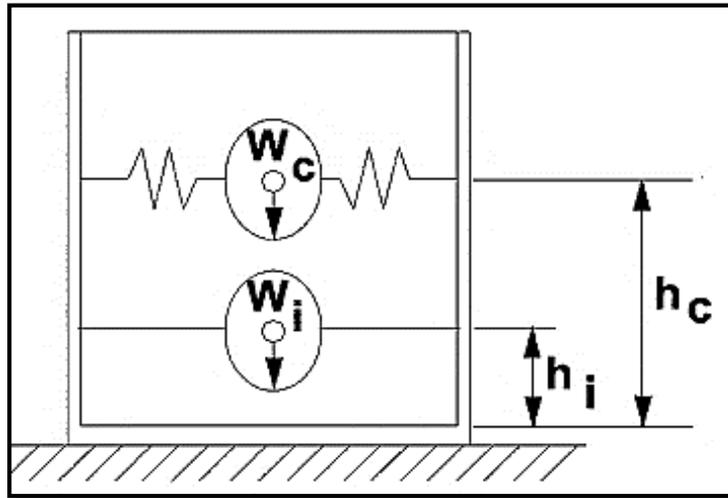
$$T_c = 2.10 \text{ seg}$$

Además, se calcula los factores de amplificación espectral de componente impulsiva ( $C_i$ ) y de componente convectiva ( $C_c$ ):

$$C_i = 2.39$$

$$C_c = 1.14$$

En la siguiente figura, se puede observar un modelo dinámico para tanque de pared rígido:



Cuadro 68: Modelo Dinámico para tanque de pared rígido

FUENTE: ACI

#### iv. Fuerzas Laterales Dinámicas

Dónde, se tiene:

$$I = 1.50$$

$$R_i = 2.00$$

$$R_c = 1.00$$

$$Z = 0.35$$

$$S = 1.15$$

Type of structure	$R_i$		$R_c$
	On or above grade	Buried <sup>*</sup>	
Anchored, flexible-base tanks	3.25 <sup>†</sup>	3.25 <sup>†</sup>	1.0
Fixed or hinged-base tanks	2.0	3.0	1.0
Unanchored, contained, or uncontained tanks <sup>‡</sup>	1.5	2.0	1.0
Pedestal-mounted tanks	2.0	—	1.0

Cuadro 69: Factor de modificación de respuesta R

FUENTE: SEISMIC DESIGN OF LIQUID-CONTAINING CONCRETE STRUCTURES PER ACI

Para calcular las fuerzas laterales dinámicas se utilizaron las siguientes formulas:

- Fuerza Inercial lateral por aceleración del muro (Pw)

$$P_w = ZSIC_i \frac{\varepsilon W_w}{R_w} \dots \dots \dots (70)$$

$$P_w = 7539.84 \text{ kg}$$

- Fuerza Inercial lateral por aceleración de la losa (Pr)

$$P_r = ZSIC_i \frac{\varepsilon W_r}{R_w} \dots \dots \dots (71)$$

$$P_r = 3367.98 \text{ kg}$$

- Fuerza Lateral impulsiva (Pi)

$$P_i = ZSIC_i \frac{\varepsilon W_i}{R_w} \dots \dots \dots (72)$$

$$P_i = 3786.90 \text{ kg}$$

- Fuerza Lateral convectiva (Pc)

$$P_c = ZSIC_c \frac{\varepsilon W_c}{R_w} \dots \dots \dots (73)$$

$$P_c = 4260.33 \text{ kg}$$

- Cortante Basal (V)

$$V = \sqrt{(P_i + P_w + P_r)^2 + P_c^2} \dots \dots \dots (74)$$

$$V = 15299.85 \text{ kg}$$

**v. Aceleración vertical**

- La carga hidrostática qhy a una altura y (qhy):

$$q_{hy} = HL * \gamma l \dots \dots \dots (75)$$

$$q_{hy} = 1250 \text{ kg/m}^2$$

- La carga hidrodinámica resultante (Phy):

$$p_{hy} = ZSIC_v \frac{b}{R_{wi}} \cdot q_{hy} \dots \dots \dots (76)$$

$$p_{hy} = 251.6 \text{ kg/m}^2$$

En el cuadro, se observa la presión hidrostática debido a la aceleración vertical

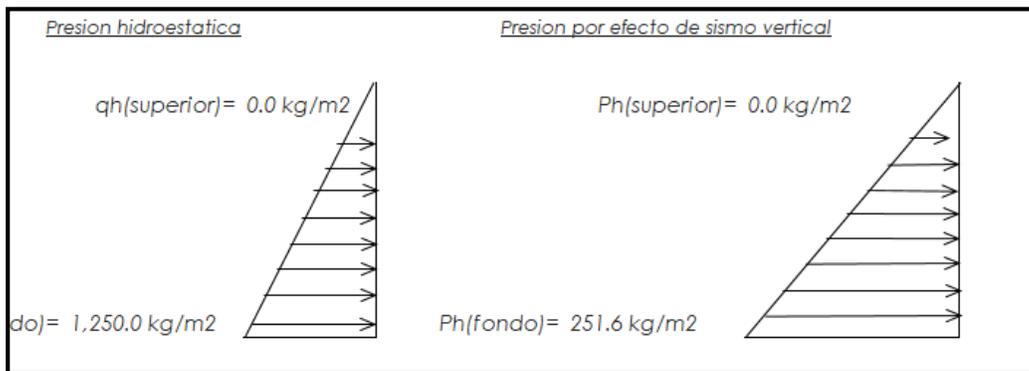


Figura 23: Ajuste a la presión hidrostática debido a la aceleración vertical

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- Cv=1.0 (para depósitos rectangulares)

**vi. Distribución horizontal de cargas**

- Presión lateral por sismo vertical (Phy)

$$P_{hy} = ZSIC_v \frac{b}{R_{wi}} \cdot q_{hy} \dots \dots \dots (77)$$

$$p_{hy} = 251.6 \text{ kg/m}^2$$

- Distribución de carga inercial por Ww (Pwy)

$$P_{wy} = ZSI \frac{C_i}{R_{wi}} (\epsilon \gamma_c B t_w) \dots \dots \dots (78)$$

$$P_{wy} = 675.68 \text{ kg/m}$$

- Distribución de carga impulsiva (Piy)

$$P_{iy} = \frac{P_i}{2H_L^2} (4H_L - 6H_i) - \frac{P_i}{2H_L^3} (6H_L - 12H_i)y \dots \dots \dots (79)$$

$$P_{iy} = 2641.7 \text{ kg/m}$$

- Distribución de carga convectiva (Pcy)

$$P_{cy} = \frac{P_c}{2H_L^2} (4H_L - 6H_c) - \frac{P_c}{2H_L^3} (6H_L - 12H_c)y \dots \dots \dots (80)$$

$$P_{cy} = 1090.6 \text{ kg/m}$$

**vii. Presión Horizontal de Cargas**

Para esto se utiliza un ymax= 1.25 m, que viene a ser la altura de agua.

- Presión lateral por sismo vertical (Phy)

$$p_{hy} = 251.6 \text{ kg/m}^2$$

- Presión de carga inercial por Ww (Pwy)

$$p_{wy} = \frac{P_{wy}}{B} \dots \dots \dots (81)$$

$$p_{wy} = 225.2 \text{ kg/m}^2$$

- Presión de carga impulsiva (Piy)

$$p_{iy} = \frac{P_{iy}}{B} \dots \dots \dots (82)$$

$$p_{iy} = 880.6 \text{ kg/m}^2$$

- Presión de carga convectiva (Pcy)

$$p_{cy} = \frac{P_{cy}}{B} \dots \dots \dots (83)$$

$$p_{cy} = 363.5 \text{ kg/m}^2$$

**viii. Momento Flexionante en la base del muro (Muro en voladizo)**

Para el cálculo del momento flexionante, previamente se calcula los momentos en la base del muro, y luego se aplica la siguiente fórmula.

$$M_b = \sqrt{(M_i + M_w + M_r)^2 + M_c^2} \dots \dots \dots (84)$$

En el siguiente cuadro, se aprecia los cálculos obtenidos antes de hallar Mb:

$M_w = P_w \times h_w$	6,409 kg/m
$M_r = P_r \times h_r$	5,978 kg/m
$M_i = P_i \times h_i$	1,780 kg/m
$M_c = P_c \times h_c$	2,982 kg/m

Cuadro 70: Momentos en la base del reservorio

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Después de obtener los datos del cuadro, se reemplaza en (84):

$$M_b = 14,477 \text{ kg. m}$$

#### ix. Momento de volteo en la base del reservorio

Para el cálculo del momento flexionante, previamente se calcula los momentos en la base del muro, y luego se aplica la siguiente fórmula.

$$M_o = \sqrt{(M'_i + M_w + M_r)^2 + M'_c{}^2} \dots \dots \dots (85)$$

En el siguiente cuadro, se aprecia los cálculos obtenidos antes de hallar Mo:

$M_w = P_w \times h_w$	6,409 kg/m
$M_r = P_r \times h_r$	5,978 kg/m
$M'_i = P_i \times h'_i$	4,484 kg/m
$M'_c = P_c \times h'_c$	5,368 kg/m

Cuadro 71: Momentos en la base del reservorio

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Después de obtener los datos del cuadro, se reemplaza en (85):

$$M_o = 17,704 \text{ kg. m}$$

**x. Factor de Seguridad al Volteo en la base**

El factor de seguridad, se determina con las siguientes formulas respectivamente:

$$F = \frac{MB}{Mo} > 1.6 \dots \dots \dots (86)$$

$$F = \frac{ML}{Mo} > 1.6 \dots \dots \dots (87)$$

Siendo MB =ML (momento en los muros), debido a que es un reservorio cuadrado los lados son iguales. Reemplazando en (86) y (87), se obtiene:

$$F = \frac{49,937 \text{ kg.m}}{17,704 \text{ kg.m}} > 1.6$$

$$F = 2.82 > 1.6 \text{ CUMPLE}$$

Se determinó, que el factor de seguridad de volteo cumple, ya que es mayor al mínimo de 1.6.

**c) Diseño Estructural del Reservorio Cuadrado**

El refuerzo de los elementos del reservorio en contacto con el agua se colocará en doble malla.

**i. Verificación y cálculo de refuerzo en el muro**

- Acero de refuerzo vertical por flexión

Se calculó el momento máximo último, a través del software SAP 2000, el cual es: 460 kg.m.

$$As = 0.82\text{cm}, \text{ usando } 3/8", \text{ con espaciamiento de } 0.87 \text{ m}$$

$$Asmin = 3.00\text{cm}, \text{ usando } 3/8", \text{ con espaciamiento de } 0.47 \text{ m}$$

- Control de agrietamiento

Se calculó la rajadura máxima, a través del software SAP, el cual es: 0.033 cm

A continuación, se calcula los espaciamientos máximos, con las siguientes fórmulas:

$$s_{\max} = \left( \frac{107046}{f_s} - 2C_c \right) \frac{w}{0.041} \dots \dots \dots (88)$$

$$s_{\max} = 30.5 \left( \frac{2817}{f_s} \right) \frac{w}{0.041} \dots \dots \dots (89)$$

Reemplazando en (88) y (89); obtenemos:

$$s_{\max} = 26 \text{ cm}$$

$$s_{\max} = 27 \text{ cm}$$

- Verificación del cortante vertical

Se calculó la fuerza cortante máxima, a través del software SAP, el cual es: 1300 kg.

Para la resistencia del concreto a cortante, se utilizó:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} \dots \dots \dots (90)$$

$$V_c = 8.87 \text{ kg/cm}^2$$

Para el esfuerzo cortante último se utilizó:

$$\varepsilon = \frac{V}{0.85 * b * d} \dots \dots \dots (91)$$

$$\varepsilon = 1.02 \text{ kg/cm}^2$$

Se cumple que  $\varepsilon < V_c$  (CUMPLE)

- Verificación por contracción y temperatura

El cálculo de la verificación por contracción y temperatura se detalla en el siguiente cuadro:

	L	B
Long. de muro entre juntas (m)	3.40 mts	3.40 mts
Long. de muro entre juntas (pies)	11.15 pies	11.15 pies
Cuantía de acero de temperatura	0.003	0.003
Cuantía mínima de temperatura	0.003	0.003
Área de acero por temperatura	6.00 cm <sup>2</sup>	6.00 cm <sup>2</sup>

Cuadro 72: Verificación por contracción y temperatura

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Por último, se usará acero de 3/8", se determina un espaciamiento  $s=0.24$  mts

- Acero de refuerzo horizontal por flexión

Se calculó el momento máximo último, a través del software SAP 2000, el cual es: 210 kg.m.

$$A_s = 0.37 \text{ cm, usando } 3/8", \text{ con espaciamiento de } 1.91 \text{ m}$$

$$A_{smin} = 2.25 \text{ cm, usando } 3/8", \text{ con espaciamiento de } 0.63 \text{ m}$$

## ii. Cálculo de acero de refuerzo en losa de techo

- La losa de cobertura será una losa maciza armada en dos direcciones, para su diseño se utilizará el Método de Coeficientes.

Para el momento de flexión en la dirección x:

$$M_x = C_x * \text{Carga Muerta} * W_u * L_x^2 \dots \dots \dots (92)$$

Para el momento de flexión en la dirección y:

$$M_y = C_y * \text{Carga Viva} * W_u * L_y^2 \dots \dots \dots (93)$$

- Para el caso del Reservorio, se considerará que la losa se encuentra apoyada al muro en todo su perímetro, por lo cual se considera:

$$\text{Carga Viva Uniformemente Repartida } W_L = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga Muerta Uniformemente Repartida } W_D = 486 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Luz Libre del tramo en la dirección corta } L_x = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Luz Libre del tramo en la dirección larga } L_y = 3.00 \text{ m}$$

- Para una relación  $m = L_x/L_y = 1.00$ , se considera los siguientes coeficientes:

$$C_x = 0.036$$

$$C_y = 0.036$$

A continuación, usaremos los factores de amplificación:

$$\text{Carga Muerta: } 1.4$$

$$\text{Carga Viva: } 1.7$$

- Para el momento más carga muerta amplificada en x y, reemplazando en (92):

$$M_{xy} = 220.2 \text{ kg. m}$$

- Para el momento más carga viva amplificada en x y, reemplazando en (93):

$$M_{xy} = 55.1 \text{ kg. m}$$

- Calculo del acero de refuerzo

Donde el Momento máximo positivo (+) = 275 kg.m

Área de acero positivo (inferior) = 0.59cm<sup>2</sup>, de 3/8", s = 1.21 mts

Área de acero por temperatura = 4.50 cm, de 3/8", s = 0.16 mts

- Verificación de cortante

Fuerza Cortante Máxima = 1275 kg

Resistencia del concreto a cortante  $V_c = 8.87 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo cortante último  $\varepsilon = V/(0.85bd) = 1.00 \text{ kg/cm}^2$

Se cumple que  $\varepsilon < V_c$  (CUMPLE)

### iii. Cálculo de Acero de Refuerzo en Losa de Fondo

- Cálculo de la reacción amplificada del suelo

Las Cargas que se transmitirán al suelo se observa en el siguiente cuadro:

	<b>Carga Muerta (Pd)</b>	<b>Carga Viva (PL)</b>	<b>Carga Líquido (PH)</b>
Peso Muro de Reservorio	10444.8 kg	----	
Peso de Losa de Techo + Piso	11596.8 kg	----	
Peso del Clorador	978.96 kg	----	
Peso del líquido	----	----	11250 kg
Sobrecarga de Techo	----	1296	
	23020.56 kg	1296 kg	11250 kg

Cuadro 73: Cargas que se transmiten al suelo

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Además, se obtiene lo siguiente:

Capacidad Portante Neta del Suelo  $q_{sn} = 0.95 \text{ kg/cm}^2$

Presión de la estructura sobre terreno  $q_t = 0.25 \text{ kg/cm}^2$

Reacción Amplificada del Suelo  $q_{snu} = 0.37 \text{ kg/cm}^2$

Área en contacto con terreno =  $14.44 \text{ m}^2$

Cumple que  $q_{sn} > q_t$  (CUMPLE)

- Cálculo del acero de refuerzo

El análisis se efectuará considerando la losa de fondo armada en dos sentidos, siguiendo el criterio que la losa mantiene una continuidad con los muros, se tienen momentos finales siguientes por el Método de los Coeficientes:

Luz Libre del tramo en la dirección corta  $L_x = 3.00 \text{ mts}$

Luz Libre del tramo en la dirección larga  $L_y = 3.00 \text{ mts}$

Momento + por Carga Muerta Amplificada

$$C_x = 0.018 M_x = 361.6 \text{ kg.m}$$

$$C_y = 0.018 M_y = 361.6 \text{ kg.m}$$

Momento + por Carga Viva Amplificada

$$C_x = 0.027 M_x = 358.9 \text{ kg.m}$$

$$C_y = 0.027 M_y = 358.9 \text{ kg.m}$$

Momento - por Carga Total Amplificada

$$C_x = 0.045 M_x = 1,502.1 \text{ kg.m}$$

$$C_y = 0.045 M_y = 1,502.1 \text{ kg.m}$$

Momento máximo positivo (+) = 720 kg.m

Área de acero positivo (Superior) = 1.28 cm<sup>2</sup>, de 3/8", s= 0.55 mts

Momento máximo negativo (-) = 1,502 kg.m

Área de acero negativo (Inf. Zapata) = 2.69 m<sup>2</sup>, de 3/8", s=0.47mts

Área de acero por temperatura = 6.00 cm<sup>2</sup>, de 3/8", s=0.24m

- Verificación del cortante

$$\text{Fuerza Cortante Máxima} = 5563 \text{ kg}$$

$$\text{Resistencia del concreto a cortante } V_c = 8.87 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo cortante último } \varepsilon = V/(0.85bd) = 2.18 \text{ kg/cm}^2$$

Se cumple que  $\varepsilon < V_c$  (CUMPLE)

A continuación, se detalla la colocación de acero en cada elemento estructura para el reservorio cuadrado. Cómo se observa en el cuadro:

Resumen	Teórico		Asumido
Acero de Refuerzo en Pantalla Vertical.	Ø 3/8"	@ 0.24 m	@ 0.20 m
Acero de Refuerzo en Pantalla Horizontal	Ø 3/8"	@ 0.24 m	@ 0.20 m
Acero en Losa de Techo (inferior)	Ø 3/8"	@ 0.16 m	@ 0.15 m
Acero en Losa de Techo (superior)	Ø 3/8"	@ 0.24 m	@ 0.20 m
Acero en Losa de Piso (superior)	Ø 3/8"	@ 0.24 m	@ 0.20 m
Acero en Losa de Piso (inferior)	Ø 3/8"	@ 0.24 m	@ 0.20 m
Acero en zapata (inferior)	Ø 1/2"	@ 0.26 m	@ 0.20 m

Cuadro 74: Resumen de colocación de acero

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.5.4.4. Diseño del reservorio cuadrado 02

#### 3.5.4.4.1. Dimensionamiento del reservorio

Para el dimensionamiento de un reservorio cuadrado de 15 m<sup>3</sup>, se asumen las medidas para luego verificarlas en el cálculo estructural. Se asumió lo siguiente:

- Ancho interno (b) = 3.60 m
- Largo interno (a) = 3.60 m
- Altura útil del agua = 1.26 m
- Distancia vertical eje salida y fondo de reservorio = 0.10m (Guía de diseño para sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento en ámbito rural, capítulo V, inciso 5.4)
- Altura total del agua = 1.26 m
- Relación del ancho de la base y la altura (b/h) = 2.04
- Distancia vertical techo reservorio y eje de tubo de ingreso del agua = 0.10m (RNE-IS 010, Ítem 2.4, inciso i)
- Distancia vertical entre tubo de rebose y eje de ingreso de agua = 0.20 m (RNE-IS 010, Ítem 2.4, inciso j)
- Altura total interna (H) = 1.76 m

### 3.5.4.4.2. Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia

#### Datos:

De acuerdo a las líneas de entrada y de salida, tenemos:

Diámetro de tubería de entrada (conducción) = 1"

Diámetro de tubería de salida = 2"

Diámetro de tubería de ventilación = 2"

#### Dimensionamiento de la Canastilla

De acuerdo a las líneas de entrada y de salida, tenemos:

$$\emptyset \text{ tubería} = 2''$$

$$\emptyset \text{ canastilla} = 4''$$

Calcularemos la longitud de la canastilla, para ello se halla:

- Para 3D

$$3D = (3 * 2'') * 2.54 = 15.24 \text{ cm}$$

- Para 6D

$$6D = (6 * 2'') * 2.54 = 30.48 \text{ cm}$$

Por último, la longitud de la canastilla, sería la siguiente:

$$L = \frac{15.24 + 30.48}{2}$$

$$L = 22.86 \text{ cm}$$

Para la tubería de rebose y limpia se asume un diámetro de 2”

Para el cono de rebose el doble de la tubería de rebose, que sería de 4”

### 3.5.4.4.3. Análisis y Diseño Estructural

Para el análisis y diseño estructural nos basaremos en las normas y/o reglamentos que fueron descritas en análisis del reservorio 01:

Para el diseño estructural del reservorio 02, se ha considerado los siguientes datos:

Capacidad Requerida	=	15 m <sup>3</sup>
Longitud (L)	=	3.60 mts
Ancho (B)	=	3.60 mts
Altura del Líquido (HL)	=	1.26 mts
Borde Libre (BL)	=	0.50 mts

Para calcular la altura total del reservorio es:

Reemplazando en (46):

Altura Total del Reservorio (HW)	=	1.76 mts
----------------------------------	---	----------

Para calcular el volumen de líquido total es:

Reemplazando en (47)

Volumen del líquido Total	=	16.33 m <sup>3</sup>
Espesor de Muro (tw)	=	0.20 mts
Espesor de Losa Techo (Hr)	=	0.15 mts
Alero de la losa de techo ( e )	=	0.10 mts
Sobrecarga en la tapa	=	100 kg/m <sup>2</sup>
Espesor de la losa de fondo (Hs)	=	0.20 mts
Espesor de la zapata	=	0.40 mts
Alero de la Cimentacion (VF)	=	0.20 mts
Largo del clorador	=	1.05 mts
Ancho del clorador	=	0.80 mts
Espesor de losa de clorador	=	0.10 mts
Altura de muro de clorador	=	1.22 mts
Espesor de muro de clorador	=	0.10 mts

Peso de Bidón de agua	= 60 kg
Peso de clorador	= 779 kg
Peso de clorador por m <sup>2</sup> de techo	= 55.50 kg/m <sup>2</sup>

En las siguientes figuras 24 y 25 se observa la vista en planta y corte de un reservorio cuadrado

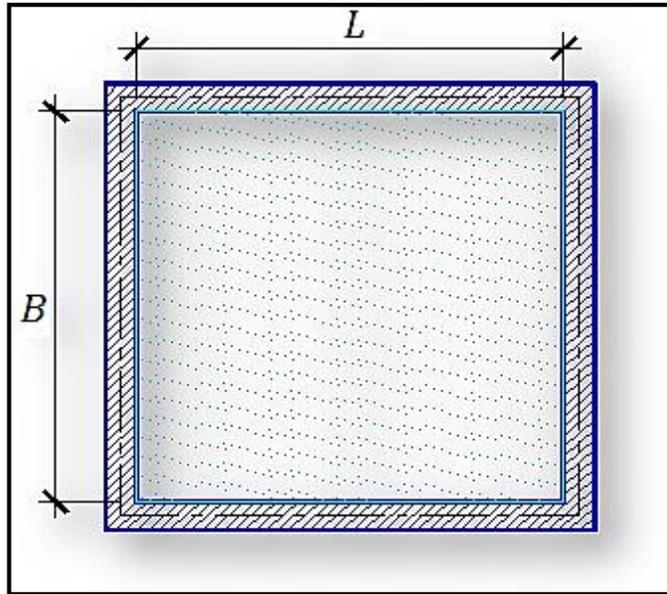


Figura 24: Vista en planta de un reservorio

FUENTE: MVCS

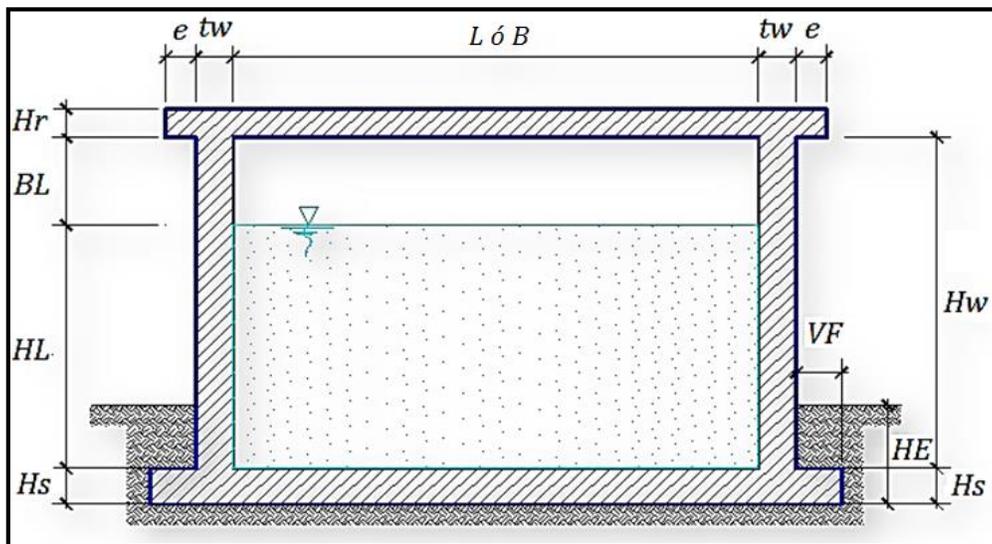


Figura 25: Vista frontal de un reservorio cuadrado

FUENTE: MVCS

Para la identificación del tipo de suelo en el análisis sísmico y diseño de la cimentación, se debe considerar los resultados obtenidos del Estudio de Mecánica de Suelos (EMS). Para el desarrollo de la presente estructura se consideró los siguientes valores:

Peso Específico del suelo ( $\gamma_s$ )	= 1.009 Tn/m <sup>3</sup>
Angulo de Rozamiento Interno del suelo ( $\phi$ )	= 25.00°
Presión admisible de terreno ( $st$ )	= 1.06 kg/cm <sup>2</sup>

Además, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Resistencia del concreto ( $f'c$ )	= 280.00 kg/cm <sup>2</sup>
Ec concreto	= 252671 kg/cm <sup>2</sup>
Fy del acero	= 4200 kg/cm <sup>2</sup>
Peso Específico del concreto ( $\gamma_c$ )	= 2400 kg/m <sup>3</sup>
Peso Específico del líquido	= 1000 kg/m <sup>3</sup>
Aceleración de la gravedad ( $g$ )	= 9.81 m/s <sup>2</sup>
Peso del Muro	= 12840.96 kg
Peso de la losa de techo	= 6350.40 kg
Recubrimiento muro	= 0.05 mts
Recubrimiento Losa de techo	= 0.03 mts
Recubrimiento Losa de fondo	= 0.05 mts
Recubrimiento en zapatas de muro	= 0.10 mts

#### a) Parámetros Sísmicos

Con los parámetros sísmicos ya determinados anteriormente los cuales nos da el Reglamento Nacional de Edificaciones, se tiene:

$$Z_3 = 0.35$$

$$U = 1.5$$

$$S_2 = 1.15$$

$$T_p = 0.60$$

$$T_L = 2.00$$

### **b) Análisis Sísmico Estático**

Para el análisis del reservorio apoyado se consideró el efecto de las cargas de gravedad, cargas sísmicas y cargas debido a la presión hidrostática del agua.

Según Seismic Design of Liquid-Containing Concrete Structures and Commentary (ACI 350.3-06), para el análisis sísmico, se utiliza los siguientes procedimientos y fórmulas.

#### **i. Coeficiente de Masa Efectiva ( $\epsilon$ )**

Según la Ecuación. 9.34 de la norma (ACI 350.3-06), la masa efectiva se calcula de la siguiente manera:

Reemplazando datos en (49), se obtiene:

$$\epsilon = 0.60 \text{ mts} \leq 1.0 \text{ CUMPLPLE}$$

Por lo tanto, cumple con lo establecido ya que el coeficiente es menor al máximo permitido.

#### **ii. Masa Equivalente de la aceleración del líquido**

Para esto calculamos los siguientes datos:

- Peso equivalente total del líquido almacenado (WL):

Reemplazando en (52), obtenemos :

$$WL = 16330 \text{ kg}$$

- Peso de la pared del reservorio almacenado (Ww):

$$Ww = 12841 \text{ Kg}$$

- Peso de la losa de techo (Wr):

$$Wr = 6350 \text{ Kg}$$

- Peso equivalente de la componente impulsiva (Wi):

Para calcular Wi, se reemplaza los datos en (50), y se obtiene

$$Wi = 6507 \text{ Kg}$$

- Peso equivalente de la componente convectiva (Wc):

Para calcular Wc, se reemplaza los datos en (51), y se obtiene

$$W_c = 9886 \text{ kg}$$

- Peso efectivo del depósito ( $W_e$ ):

Reemplazando en (53), obtenemos :

$$W_e = 14055 \text{ kg}$$

### iii. Propiedades Dinámicas

Para calcular las propiedades se utilizaron las siguientes formulas:

- Masa del muro ( $m_w$ ):

Reemplazando en (54), se tiene:

$$m_w = 86 \text{ kg} * s^2/m^2$$

- Masa impulsiva del líquido ( $m_i$ )

Reemplazando en (55), se tiene:

$$m_i = 92 \text{ kg} * s^2/m^2$$

- Masa total por unidad de ancho ( $m$ )

Reemplazando en (56), se tiene:

$$m = 178 \text{ kg} * s^2/m^2$$

- Altura sobre la base del muro al C.G. del muro ( $h_w$ )

Reemplazando en (57), se tiene:

$$h_w = 0.88 \text{ mts}$$

- Altura al C.G. de la componente impulsiva ( $h_i$ )

Reemplazando en (58), se tiene:

$$h_i = 0.47 \text{ mts}$$

- Altura al C.G. de la componente impulsiva IBP ( $h'i$ ):

Reemplazando en (59), se tiene:

$$h'i = 1.42 \text{ mts}$$

- Altura resultante ( $h$ ):

Reemplazando en (60), se tiene:

$$h = 0.67 \text{ mts}$$

- Altura al C.G. de la componente compulsiva ( $hc$ ):

Reemplazando en (61), se tiene:

$$hc = 0.69 \text{ mts}$$

- Altura al C.G. de la componente compulsiva IBP ( $h'c$ ):

Reemplazando en (62), se tiene:

$$h'c = 1.54 \text{ mts}$$

- Altura del C.G. a la Losa de Cobertura ( $hw$ ):

Reemplazando en (63), se tiene:

$$hw = 1.84 \text{ mts}$$

- Rigidez de la estructura ( $K$ ):

Reemplazando en (64), se tiene:

$$K = 67,208,090 \text{ kg/m}^2$$

- Frecuencia de vibración natural componente impulsiva ( $\omega_i$ )

Reemplazando en (65), se tiene:

$$\omega_i = 854.14 \text{ rad/s}$$

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

Reemplazando en (67), se tiene:

$$\omega_c = 2.63 \text{ rad/s}$$

- Periodo natural de vibración correspondiente a  $T_i$

Reemplazando en (68), se tiene:

$$T_i = 0.01 \text{ seg}$$

- Periodo natural de vibración correspondiente a  $T_c$

Reemplazando en (69), se tiene:

$$T_c = 2.39 \text{ seg}$$

Además, se calcula los factores de amplificación espectral de componente impulsiva ( $C_i$ ) y de componente convectiva ( $C_c$ ):

$$C_i = 2.39$$

$$C_c = 1.05$$

#### **iv. Fuerzas Laterales Dinámicas**

Dónde, se tiene:

$$I = 1.50$$

$$R_i = 2.00$$

$$R_c = 1.00$$

$$Z = 0.35$$

$$S = 1.15$$

Para calcular las fuerzas laterales dinámicas se utilizaron las siguientes fórmulas:

- Fuerza Inercial lateral por aceleración del muro ( $P_w$ )

Reemplazando en (70), se tiene:

$$P_w = 9269.57 \text{ kg}$$

- Fuerza Inercial lateral por aceleración de la losa ( $P_r$ )

Reemplazando en (71), se tiene:

$$P_r = 4584.20 \text{ kg}$$

- Fuerza Lateral impulsiva ( $P_i$ )

Reemplazando en (72), se tiene:

$$P_i = 4697.06 \text{ kg}$$

- Fuerza Lateral convectiva ( $P_c$ )

Reemplazando en (73), se tiene:

$$P_c = 6260.83 \text{ kg}$$

- Cortante Basal ( $V$ )

Reemplazando en (74), se tiene:

$$V = 19578.84 \text{ kg}$$

**v. Aceleración vertical**

Reemplazando en (75), se tiene:

$$q_{hy} = 1260 \text{ kg/m}^2$$

- La carga hidrodinámica resultante ( $P_{hy}$ ):

Reemplazando en (76), se tiene:

$$P_{hy} = 253.6 \text{ kg/m}^2$$

En el cuadro, se observa la presión hidrostática debido a la aceleración vertical

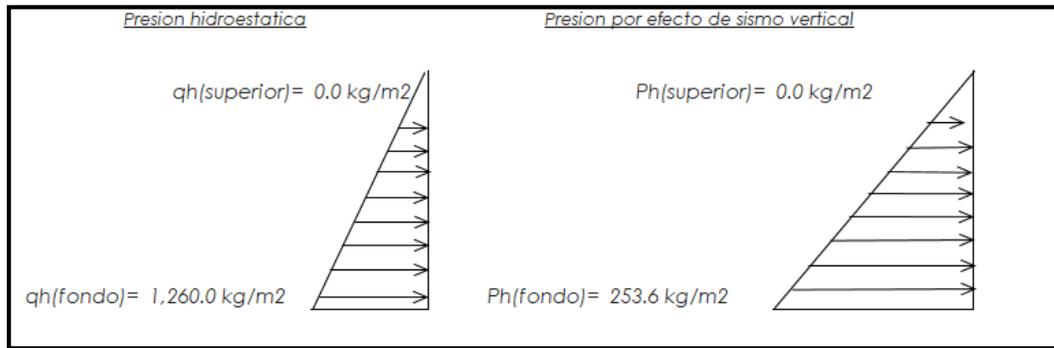


Figura 26 Ajuste a la presión hidrostática debido a la aceleración vertical

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- $C_v=1.0$  (para depósitos rectangulares)

**vi. Distribución horizontal de cargas**

- Presión lateral por sismo vertical ( $P_{hy}$ )

Reemplazando en (77), se tiene:

$$P_{hy} = 253.6 \text{ kg/m}^2$$

- Distribución de carga inercial por  $W_w$  ( $P_{wy}$ )

Reemplazando en (78), se tiene:

$$P_{wy} = 748.44 \text{ kg/m}$$

- Distribución de carga impulsiva ( $P_{iy}$ )

Reemplazando en (79), se tiene:

$$P_{iy} = 3284.00 \text{ kg/m}$$

- Distribución de carga convectiva ( $P_{cy}$ )

Reemplazando en (80), se tiene:

$$P_{cy} = 1774.6 \text{ kg/m}$$

## **vii. Presión Horizontal de Cargas**

Para esto se utiliza un  $y_{max} = 1.26 \text{ m}$ , que viene a ser la altura de agua.

- Presión lateral por sismo vertical ( $P_{hy}$ )

$$p_{hy} = 253.6 \text{ kg/m}^2$$

- Presión de carga inercial por  $W_w$  ( $P_{wy}$ )

Reemplazando en (81), se tiene:

$$p_{wy} = 207.9 \text{ kg/m}^2$$

- Presión de carga impulsiva ( $P_{iy}$ )

Reemplazando en (82), se tiene:

$$p_{iy} = 912.2 \text{ kg/m}^2$$

- Presión de carga convectiva ( $P_{cy}$ )

Reemplazando en (83), se tiene:

$$p_{cy} = 492.9 \text{ kg/m}^2$$

**viii. Momento Flexionante en la base del muro (Muro en voladizo)**

Para el cálculo del momento flexionante, previamente se calcula los momentos en la base del muro. En el siguiente cuadro, se aprecia los cálculos obtenidos antes de hallar Mb:

$M_w = P_w x h_w$	8,157 kg/m
$M_r = P_r x h_r$	8,412 kg/m
$M_i = P_i x h_i$	2,208 kg/m
$M_c = P_c x h_c$	4,320 kg/m

Cuadro 75: Momentos en la base del reservorio

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Después de obtener los datos del cuadro, se reemplaza en (84):

$$M_b = 19,267 \text{ kg. m}$$

**ix. Momento de volteo en la base del reservorio**

Para el cálculo del momento flexionante, previamente se calcula los momentos en la base del muro. En el siguiente cuadro, se aprecia los cálculos obtenidos antes de hallar Mo:

$M_w = P_w x h_w$	8,157 kg/m
$M_r = P_r x h_r$	8,412 kg/m
$M'_i = P_i x h'_i$	6,687 kg/m
$M'_c = P_c x h'_c$	9,642 kg/m

Cuadro 76: Momentos en la base del reservorio

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Después de obtener los datos del cuadro, se reemplaza en (85):

$$M_o = 25,175 \text{ kg. m}$$

**x. Factor de Seguridad al Volteo en la base**

Siendo MB =ML (momento en los muros), debido a que es un reservorio cuadrado los lados son iguales. Reemplazando en (86) y (87), se obtiene:

$$F = \frac{80,665 \text{ kg.m}}{25,175 \text{ kg.m}} > 1.6$$

$$F = 3.20 > 1.6 \text{ CUMPLE}$$

Se determinó, que el factor de seguridad de volteo cumple, ya que es mayor al mínimo de 1.6.

**c) Diseño Estructural del Reservorio Cuadrado**

El refuerzo de los elementos del reservorio en contacto con el agua se colocará en doble malla.

**i. Verificación y cálculo de refuerzo en el muro**

- Acero de refuerzo vertical por flexión

Se calculó el momento máximo último, a través del software SAP 2000, el cual es: 700 kg.m.

$$A_s = 1.24 \text{ cm}, \text{ usando } 3/8", \text{ con espaciamento de } 0.57 \text{ m}$$

$$A_{smin} = 3.00 \text{ cm}, \text{ usando } 3/8", \text{ con espaciamento de } 0.47 \text{ m}$$

- Control de agrietamiento

Se calculó la rajadura máxima, a través del software SAP, el cual es: 0.033 cm

A continuación, se calcula los espaciamentos máximos.

Reemplazando en (88) y (89); obtenemos:

$$s_{max} = 26 \text{ cm}$$

$$s_{max} = 27 \text{ cm}$$

- Verificación del cortante vertical

Se calculó la fuerza cortante máxima, a través del software SAP, el cual es: 1000 kg.

Para la resistencia del concreto a cortante, se utilizó la formula (90):

$$V_c = 8.87 \text{ kg/cm}^2$$

Para el esfuerzo cortante último se utilizó la formula (91):

$$\varepsilon = 0.78 \text{ kg/cm}^2$$

Se cumple que  $\varepsilon < V_c$  (CUMPLE)

- Verificación por contracción y temperatura

El cálculo de la verificación por contracción y temperatura se detalla en el siguiente cuadro:

	L	B
Long. de muro entre juntas (m)	4.00 mts	4.00 mts
Long. de muro entre juntas (pies)	13.12 pies	13.12 pies
Cuantía de acero de temperatura	0.003	0.003
Cuantía mínima de temperatura	0.003	0.003
Área de acero por temperatura	6.00 cm <sup>2</sup>	6.00 cm <sup>2</sup>

Cuadro 77: Verificación por contracción y temperatura

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Por último, se usará acero de 3/8", se determina un espaciamiento  $s=0.24$  mts

- Acero de refuerzo horizontal por flexión

Se calculó el momento máximo último, a través del software SAP 2000, el cual es: 250 kg.m.

$$A_s = 0.44 \text{ cm}, \text{ usando } 3/8", \text{ con espaciamiento de } 1.61 \text{ m}$$

$$A_{smin} = 2.25 \text{ cm}, \text{ usando } 3/8", \text{ con espaciamiento de } 0.63 \text{ m}$$

## ii. Cálculo de acero de refuerzo en losa de techo

- La losa de cobertura será una losa maciza armada en dos direcciones, para su diseño se utilizará el Método de Coeficientes.

Para el momento de flexión en la dirección x:

$$M_x = C_x * \text{Carga Muerta} * W_u * L_x^2 \dots \dots \dots (92)$$

Para el momento de flexión en la dirección y:

$$M_y = C_y * \text{Carga Viva} * W_u * L_y^2 \dots \dots \dots (93)$$

- Para el caso del Reservorio, se considerará que la losa se encuentra apoyada al muro en todo su perímetro, por lo cual se considera:

Carga Viva Uniformemente Repartida  $W_L = 100 \text{ kg/m}^2$

Carga Muerta Uniformemente Repartida  $W_D = 465 \text{ kg/m}^2$

Luz Libre del tramo en la dirección corta  $L_x = 3.60 \text{ m}$

Luz Libre del tramo en la dirección larga  $L_y = 3.60 \text{ m}$

- Para una relación  $m = L_x/L_y = 1.00$ , se considera los siguientes coeficientes:

$$C_x = 0.036$$

$$C_y = 0.036$$

A continuación, usaremos los factores de amplificación:

Carga Muerta: 1.4

Carga Viva: 1.7

- Para el momento más carga muerta amplificada en x y, reemplazando en (92):

$$M_{xy} = 304.1 \text{ kg. m}$$

- Para el momento más carga viva amplificada en x y, reemplazando en (93):

$$M_{xy} = 79.3 \text{ kg. m}$$

- Cálculo del acero de refuerzo

Donde el Momento máximo positivo (+) = 383 kg.m

Área de acero positivo (inferior) = 0.82cm<sup>2</sup>, de 3/8", s = 0.87 mts

Área de acero por temperatura = 4.50 cm, de 3/8", s = 0.16 mts

- Verificación de cortante

Fuerza Cortante Máxima = 1479 kg

Resistencia del concreto a cortante  $V_c = 8.87 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo cortante último  $\varepsilon = V/(0.85bd) = 1.16 \text{ kg/cm}^2$

Se cumple que  $\varepsilon < V_c$  (CUMPLE)

### iii. Cálculo de Acero de Refuerzo en Losa de Fondo

- Cálculo de la reacción amplificada del suelo

Las Cargas que se transmitirán al suelo se observa en el siguiente cuadro:

	<b>Carga Muerta (Pd)</b>	<b>Carga Viva (PL)</b>	<b>Carga Líquido (PH)</b>
Peso Muro de Reservorio	12841 kg	----	
Peso de Losa de Techo + Piso	15643 kg	----	
Peso del Clorador	979 kg	----	
Peso del líquido	----	----	16329.60 kg
Sobrecarga de Techo	----	1764	
	29463.12 kg	1764 kg	16329.60 kg

Cuadro 78: Cargas que se transmiten al suelo

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Además, se obtiene lo siguiente:

Capacidad Portante Neta del Suelo  $q_{sn} = 0.91 \text{ kg/cm}^2$

Presión de la estructura sobre terreno  $q_t = 0.25 \text{ kg/cm}^2$

Reacción Amplificada del Suelo  $q_{snu} = 0.37 \text{ kg/cm}^2$

Área en contacto con terreno = 19.36 m<sup>2</sup>

Cumple que  $q_{sn} > q_t$  (CUMPLE)

- Cálculo del acero de refuerzo

El análisis se efectuará considerando la losa de fondo armada en dos sentidos, siguiendo el criterio que la losa mantiene una continuidad con los muros, se tienen momentos finales siguientes por el Método de los Coeficientes:

Luz Libre del tramo en la dirección corta  $L_x = 3.60$  mts

Luz Libre del tramo en la dirección larga  $L_y = 3.60$  mts

Momento + por Carga Muerta Amplificada

$$C_x = 0.018 M_x = 497.0 \text{ kg.m}$$

$$C_y = 0.018 M_y = 497.0 \text{ kg.m}$$

Momento + por Carga Viva Amplificada

$$C_x = 0.027 M_x = 556.0 \text{ kg.m}$$

$$C_y = 0.027 M_y = 556.0 \text{ kg.m}$$

Momento - por Carga Total Amplificada

$$C_x = 0.045 M_x = 2,169.2 \text{ kg.m}$$

$$C_y = 0.045 M_y = 2,169.2 \text{ kg.m}$$

Momento máximo positivo (+) = 1053 kg.m

Área de acero positivo (Superior) = 1.88 cm<sup>2</sup>, de 3/8", s= 0.38 mts

Momento máximo negativo (-) = 2169 kg.m

Área de acero negativo (Inf. Zapata) = 3.92 m<sup>2</sup>, de 3/8", s=0.32 mts

Área de acero por temperatura = 6.00 cm<sup>2</sup>, de 3/8", s=0.24m

- Verificación del cortante

$$\text{Fuerza Cortante Máxima} = 6695 \text{ kg}$$

$$\text{Resistencia del concreto a cortante } V_c = 8.87 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo cortante último } \varepsilon = V/(0.85bd) = 2.63 \text{ kg/cm}^2$$

Se cumple que  $\varepsilon < V_c$  (CUMPLE)

A continuación, se detalla la colocación de acero en cada elemento estructura para el reservorio cuadrado. Cómo se observa en el cuadro:

Resumen	Teórico		Asumido
Acero de Refuerzo en Pantalla Vertical.	Ø 3/8"	@ 0.24 m	@ 0.20 m
Acero de Refuerzo en Pantalla Horizontal	Ø 3/8"	@ 0.24 m	@ 0.20 m
Acero en Losa de Techo (inferior)	Ø 3/8"	@ 0.16 m	@ 0.15 m
Acero en Losa de Techo (superior)	Ø 3/8"	@ 0.24 m	@ 0.20 m
Acero en Losa de Piso (superior)	Ø 3/8"	@ 0.24 m	@ 0.20 m
Acero en Losa de Piso (inferior)	Ø 3/8"	@ 0.24 m	@ 0.20 m
Acero en Zapata (inferior)	Ø 1/2"	@ 0.26 m	@ 0.20 m

Cuadro 79: Resumen de colocación de acero

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.5.5. Cámara rompe-presión

Se decidió el uso este recurso ya que al trazar la red y verificar las presiones, estas sobrepasaban los estándares de diseño, por lo tanto, se decidió la construcción de estas para que permitan la disipación de energía y la reducción de las presiones, ya que es este punto el agua está expuesta a la atmosfera y la presión es reducida a cero, y así evitar futuros daños en la tubería.

#### 3.5.5.1. Consideraciones Básicas

Se utilizará una cámara rompe-presión tipo 6 (CRP-T6), que se ubicará entre la captación 02 y el reservorio 02 para el sector B en estudio, como se observa en el cuadro. Para el diseño se colocó que la tubería de entrada sea igual a la de salida, permitiendo que el caudal sea el mismo el de entrada y salida.

CRP-T6	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN
CRO-T6 (1)	9138633	175362	3180

Cuadro 80: Ubicación de la CRP-T6

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.5.5.2. Diseño de la cámara rompe-presión

#### Datos del diseño:

Caudal Máximo Diario (Qmd)	= 0.641 l/s
Diámetro interno de la tubería de salida 1" (Ds)	= 32 mm
Aceleración de la gravedad (g)	= 9.81 m/s <sup>2</sup>
Longitud Útil de la CRP (L)	= 0.80mts (Lmin=0.60)
Ancho Útil de la CRP (A)	= 0.60mts (Amin=0.60)
Altura Mínima (Hmin)	= 0.10mts
Borde Libre Mínimo (BL)	= 0.40 mts
Coefficiente (C)	= 0.65 (0.60 - 0.65)
Diámetro de tubería de descarga (D)	= 1"
Área de tubería de descarga (Ar)	= 0.0005 m <sup>2</sup>

#### a. Cálculo de carga de agua (H)

- Se empleará la siguiente fórmula:

$$H = \frac{1.56 * V^2}{2g} \dots \dots \dots (94)$$

- Debemos antes hallar la velocidad, con la siguiente formula:

$$V = 1.9735 \frac{Qmd}{D^2} \dots \dots \dots (95)$$

Reemplazando en (95), se tiene:

$$V = 1.9735 \frac{0.641}{1^2}$$

$$V = 1.265 \text{ m/s}$$

Sustituyendo en (94), obtenemos:

$$H = \frac{1.56 * 1.265^2}{2 * 9.81}$$

$$H = 0.127 \text{ mts}$$

Para el diseño, se asume una altura  $H = 0.50$  mts (50 cm).

- A continuación, hallaremos la altura total (HT), con la formula siguiente:

$$HT = H + H_{min} + BL \dots \dots \dots (96)$$

Reemplazando en (96), se tiene:

$$HT = 0.50 + 0.10 + 0.40$$

$$HT = 1.00 \text{ mts}$$

El Tiempo de llenado a la CRP debe ser mucho mayor al Tiempo de Vaciado o descarga, para evitar así el rebose y pérdida de agua en la Cámara.

**b. Tiempo de llenado en la CRP-T6 (Ti)**

- El tiempo de llenado está dado por la ecuación:

$$T_i = \frac{\text{Volumen}}{Q_{md}} \dots \dots \dots (97)$$

**Dónde:**

V=Volumen útil de la CRP

Q<sub>md</sub>=Caudal Máximo diario

- Calculando el volumen útil, se tiene:

$$\text{Volumen} = L * A * H \dots \dots \dots (98)$$

Reemplazando en (98):

$$\text{Volumen} = 0.80 * 0.60 * 0.50$$

$$\text{Volumen} = 0.24 \text{ m}^3$$

Sustituyendo en (97), obtenemos:

$$Q_{md}=0.641 \text{ l/s (0.000641 m}^3\text{/s)}$$

$$T_i = \frac{0.24 \text{ m}^3}{0.000641 \text{ m}^3\text{/s}}$$

$$T_i = 374.42 \text{ segundos}$$

- Como podemos apreciar que el  $T_i$  es superior al tiempo mínimo de 3 minutos, por lo que este cumple el requerimiento.

$$374.42 \text{ seg.} > 180 \text{ seg. (CUMPLE)}$$

### c. Tiempo de Vaciado en la CRP-T6 ( $T_s$ )

Se debe tener en cuenta que el tiempo de vaciado mínimo es 0.5 minutos: El tiempo de llenado está dado por la ecuación:

$$T_s = \frac{2S * \sqrt{H}}{C * A_d * \sqrt{2g}} \dots \dots \dots (99)$$

Dónde:

$A_d$ =Área de la sección de la tubería de salida (0.0008 m<sup>2</sup>)

$S$ =Área de la CRP (0.48 m<sup>2</sup>)

$H$ =Altura de carga de agua (0.50 mts)

$g$ =Aceleración de la gravedad (9.81 m/seg<sup>2</sup>)

$C$ =Coeficiente (0.65)

Reemplazando en (99), se tiene:

$$T_s = \frac{2(0.48) * \sqrt{0.50}}{0.65 * 0.0008 * \sqrt{2(9.81)}}$$

$$T_s = 294.72 \text{ seg.}$$

$$4.91 \text{ minutos} > 0.5 \text{ minutos (CUMPLE)}$$

**d. Verificación por factor de seguridad (Fs)**

Calculado anteriormente el  $T_i$  y  $T_s$ . Para ello el tiempo de llenado es mucho mayor que Tiempo de Descarga de la Cámara, considerado un factor de seguridad para vaciado rápido mayor a 1.2.

$$F_s > 1.2$$

Entonces  $F_s$ , está dado por:

$$F_s = \frac{T_i}{T_s} \dots \dots \dots (100)$$

Reemplazando en (100):

$$F_s = \frac{374.42}{294.72}$$

$$F_s = 1.27 > 1.2 \text{ (CUMPLE)}$$

**e. Verificación por diferencia de llenado**

Tiene que cumplir que la diferencia entre el tiempo de llenado y el tiempo de vaciado sea mayor a 1.00 minuto, está dado por la siguiente formula:

$$T_i - T_s > 1.00 \text{ minuto} \dots \dots \dots (101)$$

Reemplazando en (101), se obtiene:

$$6.25 - 4.92 > 1.00$$

$$1.33 > 1.00 \text{ (CUMPLE)}$$

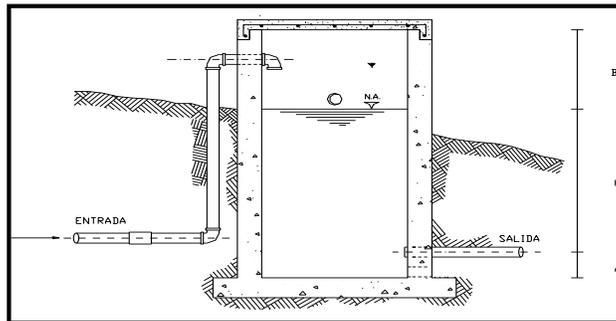


Figura 27: Esquema de la CRP-T6

FUENTE: MVCS

## f. Dimensionamiento de la canastilla

### Datos:

Ancho de ranura = 5 mm

Largo de ranura = 7 mm

Diámetro de tubería de salida (Dt) = 1"

- A continuación, se calcula el diámetro de la canastilla, donde se recomienda que el diámetro de la canastilla sea 2 veces el diámetro de la tubería de salida, que resulta de la fórmula siguiente

$$Dc = 2 * Dt \dots \dots \dots (102)$$

Reemplazando en (102), se tiene:

$$Dc = 2 * 1$$

$$Dc = 2"$$

- Seguidamente se calcula la longitud de la canastilla, donde la longitud de la canastilla (L) debe ser mayor 3D y menor que 6D, a continuación, se obtiene L:

$$L = (3 * 1") * 2.54 = 7.62 \text{ cm}$$

$$L = (6 * 1") * 2.54 = 15.24 \text{ cm}$$

Entonces la longitud total de la canastilla es:

$$Lc = 7.62 + 15.24$$

$$Lc = 22.86 \text{ cm}$$

Asumir un Longitud de la canastilla de 20 cm

- Calcular el área de la ranura, con la siguiente fórmula:

$$Ar = \text{Ancho de ranura} * \text{Largo de ranura} \dots \dots \dots (103)$$

Reemplazando en (103), se tiene:

$$Ar = 5\text{mm} * 7\text{mm}$$

$$Ar = 35 \text{ mm}^2 \text{ ó}$$

$$Ar = 0.000035 \text{ m}^2$$

- Calcular el área de la tubería de salida, con la siguiente formula:

$$A_t = \frac{\pi * D^2}{4} \dots \dots \dots (104)$$

Reemplazando en (104), se tiene:

$$A_t = \frac{\pi * 1^2}{4}$$

$$A_t = 0.0005 \text{ m}^2 \text{ ó}$$

$$A_t = 5 \text{ cm}^2$$

- Calcular el área total de ranuras, con la siguiente formula;

$$A_{tr} = 2 * A_t \dots \dots \dots (105)$$

Reemplazando en (105), se tiene:

$$A_{tr} = 2 * 0.0005$$

$$A_{tr} = 0.001 \text{ m}^2 \text{ ó}$$

$$A_{tr} = 10 \text{ cm}^2$$

- Calcular el área de cilindro canastilla, con la siguiente formula:

$$A_{lc} = 0.50 * D_{canastilla} * \text{Logitud canastilla} \dots \dots \dots (106)$$

Reemplazando en (106), se tiene:

$$A_{lc} = 0.50 * 0.051 * 0.20$$

$$A_{lc} = 0.005 \text{ m}^2 \text{ ó}$$

$$A_{lc} = 50 \text{ cm}^2$$

Se tiene que cumplir que el  $A_{tr} < A_{lc}$ , entonces:

$$10 \text{ cm}^2 < 50 \text{ cm}^2 \text{ (CUMPLE)}$$

- Por último, se calcula el número de ranuras, que está definida por la siguiente fórmula:

$$Nr = \frac{Atr}{Ar} \dots \dots \dots (107)$$

Reemplazando en (107), se tiene:

$$Nr = \frac{0.001 \text{ m}^2}{0.000035 \text{ m}^2}$$

$$Nr = 28.57$$

Asumir Nr=29 ranuras

**g. Diseño de rebose**

La tubería de rebose se calcula mediante la ecuación de Hazen y Williams, al igual que la captación se considera un  $H_f=0.010$  .

$$D_{rebose} = 4.63 * \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} * H_f^{0.21}} \dots \dots \dots (108)$$

Reemplazando en (108), se tiene:

$$D_{rebose} = 4.63 * \frac{0.641^{0.38}}{150^{0.38} * 0.010^{0.21}}$$

$$D_{rebose} = 1.53''$$

Asumir un Dreboso de 2''

Asumir un Dcono rebose de 4''

## h. Cálculo Estructural

### Datos:

Peso Específico del suelo ( $\gamma_s$ )	= 1.009 Tn/m <sup>3</sup>
Angulo de rozamiento interno del suelo ( $\emptyset$ )	= 25.00
Coefficiente de fricción (u)	= 0.45
Peso específico del concreto ( $\gamma_c$ )	= 2.40 Tn/m <sup>3</sup>
Resistencia del concreto ( $f'c$ )	= 210 Kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad de carga del suelo ( $\sigma_s$ )	= 1 Kg/cm <sup>2</sup>
Altura del suelo (h)	= 0.50 mts
Espesor de muros (em)	= 0.10 mts
Espesor de losa inferior (el)	= 0.15 mts

### i. Empuje del suelo sobre el muro

- El empuje del suelo está dado por la ecuación:

$$P = \frac{1}{2} * Cah * \gamma_s * h^2 \dots \dots \dots (109)$$

- Primero hallaremos Cah, con la siguiente formula:

$$Cah = \frac{1 - \text{sen}\emptyset}{1 + \text{sen}\emptyset} \dots \dots \dots (110)$$

Reemplazando en (110), se tiene:

$$Cah = 0.406$$

Sustituyendo en (109), se tiene:

$$P = \frac{1}{2} * 0.406 * 1009 * 0.50^2$$

$$P = 51.21 \text{ Kg}$$

**ii. Momento de vuelco (Mo)**

- El momento de vuelco está definido por:

$$M_o = P * y \dots \dots \dots (111)$$

Dónde y:  $h/3$

$$y = \frac{0.50}{3}$$

$$y = 0.17$$

Reemplazando en (111), se tiene:

$$M_o = 51.21 * 0.17$$

$$M_o = 8.71 \text{ Kg} * \text{m}$$

**iii. Momento de estabilización (Mr) y el peso W**

- El momento de estabilización está definido por la siguiente figura:

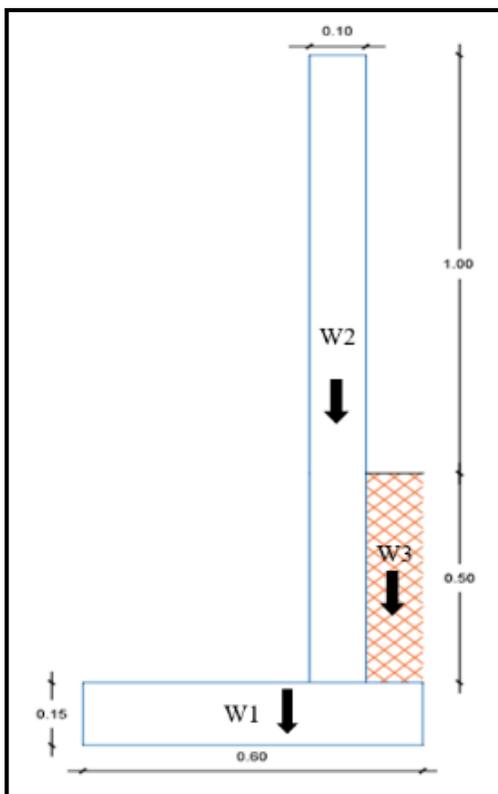


Figura 28: Muro de la CRP, sometido a empuje de la tierra

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para calcular el momento de estabilización, se utiliza la siguiente ecuación

$$M_r = W * X \dots \dots \dots (112)$$

Dónde:

W= Peso de la estructura

X= Distancia al centro de gravedad

Reemplazando datos en (112), se obtiene los datos observados en el cuadro:

W	Medidas	W (Kg)	X (mts)	Mr= W*X (Kg/mts)
W1	0.60*0.15*2.40	216.000	0.30	64.80
W2	1.50*0.10*2.40	360.000	0.45	162.00
W3	0.10*0.50*1.009	50.450	0.55	27.75
	<b>Wtotal</b>	<b>626.450</b>		<b>254.55</b>

Cuadro 81: Momentos de estabilización y peso “CRP T-6”

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

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

$$a = \frac{M_r - M_o}{W_{total}} \dots \dots \dots (113)$$

Reemplazando los datos obtenidos en (113), se obtiene:

$$a = \frac{254.55 - 8.71}{626.450}$$

$$a = 0.392$$

Para verificar que el valor de “a” obtenido pase por un tercio central de toda la estructura, se halla la condición siguiente:

$$0.17 < 0.392 < 0.43 \text{ (CUMPLE)}$$

#### iv. Verificación

- **Por Volteo**

$$Cdv = \frac{Mr}{Mo} > 1.60 \dots \dots \dots (114)$$

Reemplazando en (113), se tiene:

$$Cdv = \frac{254.55}{8.71}$$

$$Cdv = 29.22 > 1.60 \text{ (CUMPLE)}$$

- **Máxima Carga Unitaria**

$$P1 = (4l - 6a) * \frac{Wtotal}{l^2} \dots \dots \dots (115)$$

$$P2 = (6a - 2l) * \frac{Wtotal}{l^2} \dots \dots \dots (116)$$

Reemplazando datos en (115) y (116), se obtiene:

$$P1 = (4 * 0.60 - 6 * 0.392) * \frac{626.45}{0.60^2}$$
$$P1 = 83.527/10000$$
$$P1 = 0.008 \text{ kg/cm}^2$$

$$P2 = (6 * 0.392 - 2 * 0.60) * \frac{626.45}{0.60^2}$$
$$P2 = 2004.64/10000$$
$$P2 = 0.200 \text{ kg/cm}^2$$

El mayor valor que resulte de P1 y P2 debe ser menor o igual a la capacidad de carga del terreno la cual 1.00 kg/cm<sup>2</sup>. Tomaremos el valor de P2, porque es el que tiene mayor valor.

$$P2 = 0.200 \text{ kg/cm}^2 < 1.00 \text{ kg/cm}^2 \text{ (CUMPLE)}$$

- **Por Deslizamiento**

Se tiene que cumplir que sea mayor que el factor por volteo de 1.6, como se indica en la siguiente ecuación:

$$\frac{F}{P} > 1.6 \dots \dots \dots (117)$$

Primero se necesita calcular la fuerza de fricción, para esto se utiliza la siguiente ecuación:

$$F = \mu * W_{total} \dots \dots \dots (118)$$

Reemplazando datos en la (118), se obtiene:

$$F = 0.45 * 626.45$$

$$F = 281.903 \text{ kg}$$

Reemplazando en (117), se obtiene:

$$\frac{281.903}{51.21} > 1.6$$
$$5.505 > 1.6 \text{ CUMPLE}$$

**v. Reforzamiento**

A continuación, se presentarán los cálculos para obtener el área de acero que se requiere, así como sus espaciamientos

Donde:

em= Espesor de muro (0.10 mts)

el= Espesor de losa (0.15 mts)

b= Base (60.00 cm)

Fy= Resistencia de la fluencia del acero (4200.00 kg/cm<sup>2</sup>)

F'c= Resistencia al concreto (210.00 kg/cm<sup>2</sup>)

**i. Armadura en muro**

Se utilizó la fórmula del acero mínimo:

$$As_{min} = \frac{0.7 * \sqrt{f'_c} * b * e_m}{f_y} \dots \dots \dots (119)$$

Reemplazando datos en (119), se obtiene:

$$As_{min} = \frac{0.7 * \sqrt{210} * 60 * 10}{4200}$$

$$As_{min} = 1.45 \text{ cm}^2$$

Se asume un acero de Ø3/8"

Área de varilla de Ø3/8" = 71 mm<sup>2</sup> ó 0.71 cm<sup>2</sup> (Aceros Arequipa)

Se calcula el espaciamiento de las varillas, con la siguiente formula:

$$\text{espaciamiento} = \frac{As_{varilla} * 100}{As_{minimo}} \dots \dots \dots (120)$$

Reemplazando en (120), obtenemos:

$$\text{espaciamiento} = \frac{0.71 \text{ cm}^2 * 100}{1.45 \text{ cm}^2}$$

$$\text{espaciamiento} = 48.97 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se asumirá, un acero para horizontal y vertical de:

$$\phi = 3/8" @ 0.25 \text{ cm}$$

**ii. Armadura en losa**

Se utilizó la fórmula del acero mínimo:

$$As_{min} = 0.0018 * b * e_l \dots \dots \dots (121)$$

Reemplazando en (121), obtenemos:

$$As_{min} = 0.0018 * 60 * 15$$

$$As_{min} = 1.62 \text{ cm}^2$$

Se asume un acero de Ø3/8"

Área de varilla de  $\emptyset 3/8" = 71 \text{ mm}^2$  ó  $0.71 \text{ cm}^2$  (Aceros Arequipa)

Reemplazando en (120), obtenemos:

$$\text{espaciamiento} = \frac{0.71 \text{ cm}^2 * 100}{1.62 \text{ cm}^2}$$

$$\text{espaciamiento} = 43.83 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se asumirá, un acero para horizontal y vertical de:

$$\emptyset = 3/8" @ 0.25 \text{ cm}$$

### **3.5.6. Red de distribución.**

#### **3.5.6.1. Aspectos generales.**

Se optó por considerar diámetros de 2" y 1" en las líneas principales, y de 3/4" para los ramales, debido a que este proyecto considero un tipo de red abierta, según la norma: Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en ámbito rural.

#### **3.5.6.2. Caudales de diseño.**

La red fue diseñada a partir del caudal máximo horario en los dos sectores. El sector A (parte alta) con 0.533 l/s, el sector B (parte centro y baja) con 0.986 l/s. Se determinaron para cada sector los caudales máximos horarios unitarios resultantes de la división del caudal máximo horario y el número de viviendas futuras por cada sector.

#### **3.5.6.3. Velocidades Admisibles.**

Las velocidades, refieren a una mínima de 0.60 m/s, y una máxima de 3 m/s.

#### **3.5.6.4. Presiones Admisibles.**

Los criterios a tener en cuenta en la red, tuvieron que ver, básicamente con las presiones. Las presiones en cada vivienda superaron los 5 m.c.a, como valor mínimo y no superaron los 60 m.c.a, como presión máxima, con el fin de no fatigar los accesorios. Las presiones fueron manejadas con diámetros de tuberías correctos.

#### **3.5.6.5. Trazado.**

El trazo de la red se proyectó priorizando la ubicación en terreno y vías públicas, así mismo el recorrido evito considerar fuertes pendientes. Se evitó la ubicación en zonas vulnerables y taludes que con el tiempo dejaran expuesta la tubería y esto implique el perjuicio de la misma.

#### **3.5.6.6. Materiales.**

Para las tuberías se ha propuesto las de material de PVC, este material minimiza fugas, y es de larga durabilidad en condiciones bajo tierra. donde se ubiquen algunos accesorios como codos, tees, etc. con presiones importantes estos deberán estar protegidos por dados de concreto.

#### **3.5.6.7. Criterios de diseño.**

El presente proyecto utiliza una red ramificada que está constituida por tuberías a modo de ramificación a partir de una línea principal.

El diámetro considerado en la línea de alimentación fue elegido en base a las condiciones hidráulicas que aseguren las presiones mínimas y máximas de servicio en la red.

### 3.5.6.8. Línea de aducción.

#### CAUDALES ENTRANTES PARA LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE SECTOR A (Parte Alta) Y SECTOR B (Parte Centro y Baja)

Período de diseño	=	20	Años
Tasa de crecimiento anual	=	0.737	%
Número de vivienda - Sector A	=	86	viviendas
Número de vivienda - Sector B	=	151	viviendas
Total, de Viviendas Beneficiadas	=	237	viviendas
Población actual	=	846	Habitantes
Densidad poblacional	=	4.000	Hab/Vivienda
Población futura	=	971	Habitantes
Viviendas Futuras - Sector A	=	99	Viviendas
Viviendas Futuras - Sector B	=	174	Viviendas
<b>TOTAL DE VIVIENDAS FUTURAS</b>	=	<b>273</b>	Viviendas
		<b>SECTOR A</b>	<b>SECTOR B</b>
Dotación	=	50	50
Coeficiente de variación diaria (K1)	=	1.3	1.3
Coeficiente de variación horaria (K2)	=	2.0	2.0
Caudal promedio (Qp)	=	1.255 lps	1.255 lps
Caudal promedio con pérdidas (Qpp)	=	.266 lps	.493 lps
Caudal máximo diario ( Qmd)	=	.346 lps	.641 lps
Caudal máximo horario (Qmh)	=	.532 lps	1.01 lps
Caudal Unitario (qu)	=	0.00195	0.00361
			(lit/hab)/día
			Lps/viviendas

#### MÉTODO POR CONEXIÓN DOMICILARIA

Caudal máximo horario (Qmh) - Sector A	=	0.532	Lps
Caudal máximo horario (Qmh) - Sector B	=	0.986	Lps
<b>TOTAL, DE VIVIENDAS FUTURAS</b>	=	<b>273</b>	Viviendas
Caudal Unitario (qu) - Sector A	=	0.00195	Lps/viviendas
Caudal Unitario (qu) - Sector B	=	0.00361	Lps/viviendas
Viviendas Futuras - Sector B	=	174	Viviendas
Viviendas Futuras - Sector A	=	99	Viviendas

**CUADALES PARA LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE SECTOR A (Parte Alta) Y SECTOR B (Parte Centro y Baja)**

Caudal Sistema de Agua Sector A	=	<b>.00152 lps</b>
Caudal Sistema de Agua Sector B	=	<b>.00159 lps</b>

**3.4.6.8.1. Línea de conducción – SECTOR A.**

A. CÁLCULO DE LA CARGA ESTÁTICA MÁXIMA. Tenemos las cotas de ubicación de la Captación y el Reservorio que son:

- Cota de terreno de la Captación: 3274.00 msnm
- Cota de terreno del Reservorio: 3265.00 msnm

ESTRUCTURA	COTAS (msnm)	CARGA ESTÁTICA MÁXIMA (m)
Captación 01	3274	9.000 m
Reservorio 01	3265	

Cuadro 82: Carga estática máxima

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

B. IDENTIFICACIÓN DE TRAMOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN.

TRAMO	DISTANCIA ( m )	COTA TERRENO		DIF. DE COTAS ( m )
		INICIO (Z1)	FINAL (Z2)	
CAP - RESER	40.07	3274.000	3265.000	9.000

Cuadro 83: Tramos de la línea de conducción.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

C. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA TOTALES (Hf):

TRAMO	GASTO (l/s)		LONG (m)	Pérdida de carga hf	DIÁMETRO REDONDEADO (pulgadas)	DIÁMETRO (metros)	VELOCIDAD (m/s)	PÉRDIDA DE CARGA	
	TRAMO	DISEÑO						hf (%)	HF (m)
CAP - RESER	0.533	0.533	40.07	0.225	1.000	0.025	1.05	0.058	2.310

Cuadro 84: Pérdidas de carga

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

D. CÁLCULO DE LA PRESIÓN EN CADA TRAMO:

TRAMO	COTA PIEZOMETRICA (m.s.n.m)		COTA DEL TERRENO (m.s.n.m)		PRESIÓN (m.c.a)	
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
CAP - RESER	3274.000	3271.690	3274.000	3265.000	0.00	6.7

Cuadro 85: Presión.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.5.6.8.2. Línea de conducción – SECTOR B.

A. CÁLCULO DE LA CARGA ESTÁTICA MÁXIMA. Tenemos las cotas de ubicación de la Captación y el Reservorio que son:

- Cota de terreno de la Captación 2: 3240.00 msnm
- Cota de terreno de la CRP 7: 3180.00 msnm
- Cota de terreno de la Captación 3: 3170.00 msnm
- Cota de terreno del Reservorio 2: 3150.00 msnm

ESTRUCTURA	COTAS (msnm)	CARGA ESTÁTICA MÁXIMA
Captación 2	3240	90.000 m
Reservorio 2	3150	

Cuadro 86: Carga estática máxima

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

ESTRUCTURA	COTAS (msnm)	CARGA ESTÁTICA MÁXIMA (m)
Captación 3	3170	20.000 m
Reservorio 2	3150	

Cuadro 86: Carga estática máxima

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### B. IDENTIFICACIÓN DE TRAMOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN.

TRAMO	DISTANCIA (m)	COTA TERRENO		DIF. DE COTAS (m)
		INICIO (Z1)	FINAL (Z2)	
CAPT 02 - CRP 01	148.720	3240.000	3181.300	58.700
CRP 01- RESER 02	135.890	3180.300	3152.060	28.240
CAPT 03 - RESER 02	137.500	3170.000	3152.060	17.940

Cuadro 87: Tramos de la línea de conducción.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

A. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA TOTALES (Hf):

TRAMO	GASTO (l/s)		LONG (m)	Pérdida de carga hf	DIÁMETRO (pulgadas)	DIÁMETRO REDONDEADO (pulgadas)	DIÁMETRO (metros)	VELOCIDAD (m/s)	PÉRDIDA DE CARGA	
	TRAMO	DISEÑO							hf (%)	HF (m)
CAPT 02 - CRP 01	0.987	0.987	148.720	0.605	0.785	1.000	0.025	1.95	0.180	26.793
CRP 01- RESER 02	0.987	0.987	135.890	0.662	0.770	1.000	0.025	1.95	0.180	24.482
CAPT 03 - RESER 02	0.987	0.987	137.500	0.655	0.772	1.000	0.025	1.95	0.180	24.772

Cuadro 88: Pérdidas de carga

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

B. CÁLCULO DE LA PRESIÓN EN CADA TRAMO:

TRAMO	COTA PIEZOMÉTRICA (m.s.n.m)		COTA DEL TERRENO (m.s.n.m)		PRESIÓN (mca)	
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
CAPT 02 - CRP 01	3240.000	3213.207	3240.000	3181.300	0.000	31.907
CRP 01- RESER 02	3213.207	3188.725	3180.300	3152.060	32.907	36.665
CAPT 03 - RESER 02	3188.725	3163.954	3170.000	3152.060	18.725	11.894
RES - N-1	3163.954	3145.408	3150.300	3130.000	13.654	15.408

Cuadro 89: Presiones.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.5.6.8.3. Línea de distribución – SECTOR A.

Para el cálculo hidráulico de la red de distribución, se tiene en cuenta los siguientes tramos, con el fin de facilitar el replanteo de las redes.

Cuadro 90: Tramos de la línea de distribución Sector A.

TRAMO	DISTANCIA ( m )	COTA TERRENO		DIF. DE COTAS ( m )
		INICIO (Z1)	FINAL (Z2)	
CAP - RESER	40.07	3274.000	3265.000	9.000
RES - N-1	24.55	3265.300	3259.000	6.300
N1 - N2	754.73	3259.000	3231.000	28.000
N2 - N3	80.08	3231.000	3218.000	13.000
N3 - N4	9.51	3218.000	3218.000	0.000
N3 - N5	9.89	3218.000	3217.000	1.000
J5 - J6	7.08	3217.000	3216.000	1.000
J5 - J7	7.86	3217.000	3215.000	2.000
J7 - J8	7.03	3215.000	3214.000	1.000
J7 - J9	13.1	3215.000	3213.000	2.000
J9 - J10	6.38	3213.000	3212.000	1.000
J9 - J11	12.48	3213.000	3212.000	1.000
J11 - J12	5.74	3212.000	3211.000	1.000
J11 - J13	10.26	3212.000	3210.000	2.000
J13 - J14	5.63	3210.000	3209.000	1.000
J13 - J15	12.33	3210.000	3208.000	2.000
J15 - J16	5.71	3208.000	3207.000	1.000
J15 - J17	11.17	3208.000	3206.000	2.000
J17 - J18	6.22	3206.000	3205.000	1.000
J17 - J19	11.19	3206.000	3204.000	2.000
J19 - J20	5.16	3204.000	3203.000	1.000
J19 - J21	11.92	3204.000	3202.000	2.000
J21 - J22	6.32	3202.000	3201.000	1.000
J21 - J23	11.86	3202.000	3200.000	2.000
J23 - J24	6.67	3200.000	3200.000	0.000
J23 - J25	10.07	3200.000	3199.000	1.000
J25 - J26	7.32	3199.000	3198.000	1.000
J25 - J27	11.14	3199.000	3197.000	2.000
J27 - J28	7.54	3197.000	3196.000	1.000

J27 - J29	11.49	3197.000	3196.000	1.000
J29 - J30	7.88	3196.000	3195.000	1.000
J29 - J31	10.1	3196.000	3195.000	1.000
J31 - J32	8.21	3195.000	3194.000	1.000
J31 - J33	20.2	3195.000	3193.000	2.000

J2 - J34	42.88	3231.000	3220.000	11.000
J34 - J35	47.49	3220.000	3208.000	12.000
J35 - J36	5.94	3208.000	3207.000	1.000
J35 - J37	29.13	3208.000	3204.000	4.000
J37 - J38	7.46	3204.000	3203.000	1.000
J37 - J39	17.07	3204.000	3201.000	3.000
J39 - J40	4.76	3201.000	3200.000	1.000
J39 - J41	18.69	3201.000	3198.000	3.000
J41 - J42	5.18	3198.000	3198.000	0.000
J41 - J43	15.23	3198.000	3197.000	1.000
J43 - J44	3.55	3197.000	3196.000	1.000
J43 - J45	10.32	3197.000	3196.000	1.000
J45 - J46	4.6	3196.000	3196.000	0.000
J45 - J47	11.71	3196.000	3195.000	1.000
J47 - J48	5.11	3195.000	3195.000	0.000
J47 - J49	10.44	3195.000	3195.000	0.000
J49 - J50	5.23	3195.000	3194.000	1.000
J49 - J51	13.4	3195.000	3194.000	1.000
J51 - J52	3.97	3194.000	3193.000	1.000
J51 - J53	10.95	3194.000	3194.000	0.000
J53 - J54	4.7	3194.000	3193.000	1.000
J53 - J55	10.41	3194.000	3194.000	0.000
J55 - J56	5.43	3194.000	3193.000	1.000
J55 - J57	7.16	3194.000	3194.000	0.000
J57 - J58	5.6	3194.000	3194.000	0.000
J57 - J59	6.62	3194.000	3193.000	1.000
J59 - J60	4.97	3193.000	3193.000	0.000
J59 - J61	6.9	3193.000	3194.000	-1.000
J61 - J62	5.64	3194.000	3193.000	1.000
J61 - J63	3.23	3193.000	3193.000	0.000
J63 - J64	5.28	3193.000	3193.000	0.000
J63 - J65	10.2	3193.000	3193.000	0.000
J65 - J66	4.49	3193.000	3193.000	0.000
J65 - J67	4.64	3193.000	3193.000	0.000

J67 - J68	3.54	3193.000	3193.000	0.000
J67 - J69	3.74	3193.000	3193.000	0.000
J69 - J70	16.15	3193.000	3192.000	1.000
J69 - J71	17.81	3193.000	3193.000	0.000
J71 - J72	7.29	3193.000	3194.000	-1.000
J71 - J73	17.14	3193.000	3194.000	-1.000

J34 - J74	99.24	3220.000	3205.000	15.000
J74 - J75	19.96	3205.000	3202.000	3.000
J75 - J76	14.24	3202.000	3201.000	1.000
J75 - J77	15.9	3202.000	3200.000	2.000
J77 - J78	15.3	3200.000	3199.000	1.000
J77 - J79	18.34	3200.000	3198.000	2.000
J79 - J80	11.53	3198.000	3197.000	1.000
J79 - J81	12.8	3198.000	3197.000	1.000
J81 - J82	15.12	3197.000	3196.000	1.000
J81 - J83	16.54	3197.000	3195.000	2.000
J83 - J84	13.3	3195.000	3194.000	1.000
J83 - J85	14.8	3195.000	3193.000	2.000
J85 - J86	10.9	3193.000	3191.000	2.000
J85 - J87	24.8	3193.000	3190.000	3.000

J74 - J88	169.37	3205.000	3179.000	26.000
J88 - J89	22.43	3179.000	3171.000	8.000
J88 - J90	59.7	3179.000	3164.000	15.000
J90 - J91	10.25	3164.000	3166.000	-2.000
J90 - J92	18.71	3164.000	3161.000	3.000
J92 - J94	24.9	3161.000	3155.000	6.000
J92 - J93	10.31	3161.000	3166.000	-5.000
J92 - J95	12.97	3161.000	3162.000	-1.000
J95 - J96	9.6	3162.000	3166.000	-4.000
J95 - J97	24.32	3162.000	3165.000	-3.000

J1 - J98	88.39	3259.000	3236.000	23.000
J98 - J99	103.9	3236.000	3195.000	41.000
J99 - J100	16.7	3195.000	3192.000	3.000
J99 - J101	18.1	3195.000	3190.000	5.000
J101 - J102	17.04	3190.000	3186.000	4.000
J101 - J103	7.3	3190.000	3187.000	3.000
J103 - J104	17.82	3187.000	3190.000	-3.000

J103 - J105	23.7	3187.000	3189.000	-2.000
J105 - J106	21.25	3189.000	3186.000	3.000
J105 - J107	18.9	3189.000	3191.000	-2.000
J105 - J108	48.75	3189.000	3175.000	14.000

J98 - J109	89.99	3236.000	3201.000	35.000
J109 - J110	10.4	3201.000	3201.000	0.000
J109 - J111	14.71	3201.000	3202.000	-1.000
J111 - J112	11.43	3202.000	3200.000	2.000
J111 - J113	12.2	3202.000	3200.000	2.000
J113 - J114	10.33	3200.000	3200.000	0.000
J113 - J115	12.42	3200.000	3200.000	0.000
J115 - J116	9.34	3200.000	3200.000	0.000
J115 - J117	18.13	3200.000	3201.000	-1.000
J117 - J118	9.8	3201.000	3204.000	-3.000
J117 - J119	120.7	3201.000	3194.000	7.000
J119 - J120	7.8	3194.000	3191.000	3.000
J119 - J121	13.63	3194.000	3191.000	3.000
J121 - J122	8.13	3191.000	3189.000	2.000
J121 - J123	13.83	3191.000	3188.000	3.000
J123 - J124	7.6	3188.000	3185.000	3.000
J123 - J125	13.61	3188.000	3185.000	3.000
J125 - J126	7.4	3185.000	3181.000	4.000
J125 - J127	18.91	3185.000	3181.000	4.000
J127 - J128	8.1	3181.000	3177.000	4.000
J127 - J129	16.81	3181.000	3179.000	2.000
J129 - J130	6.63	3179.000	3176.000	3.000
J129 - J131	17.56	3179.000	3176.000	3.000
J131 - J132	8.02	3176.000	3175.000	1.000
J131 - J133	11.41	3176.000	3176.000	0.000
J133 - J134	8.12	3176.000	3173.000	3.000
J133 - J135	13.2	3176.000	3175.000	1.000
J135 - J136	7.41	3175.000	3172.000	3.000
J135 - J137	12.24	3175.000	3174.000	1.000
J137 - J138	8.33	3174.000	3171.000	3.000
J137 - J139	14.84	3174.000	3173.000	1.000
J139 - J140	7.62	3173.000	3170.000	3.000
J139 - J141	12.2	3173.000	3173.000	0.000
J141 - J142	8.22	3173.000	3168.000	5.000
J141 - J143	19.83	3173.000	3170.000	3.000

J143 - J144	11.74	3170.000	3165.000	5.000
J143 - J145	10.1	3170.000	3170.000	0.000
J145 - J146	11.8	3170.000	3167.000	3.000

J145 - J147	105.98	3170.000	3155.300	14.700
J147 - J148	11.82	3155.300	3155.300	0.000
J148 - J149	20.97	3155.300	3155.300	0.000
J148 - J150	11.82	3155.300	3156.900	-1.600
J150 - J151	14.12	3156.900	3156.900	0.000
J150 - J152	14.04	3156.900	3156.900	0.000
J152 - J153	13.82	3156.900	3156.900	0.000
J152 - J154	9.6	3156.900	3156.900	0.000
J154 - J155	15.25	3156.900	3154.000	2.900
J154 - J156	21.69	3156.900	3153.000	3.900
J147 - J157	25.95	3155.300	3153.000	2.300
J147 - J158	26.53	3155.300	3154.000	1.300
J158 - J159	10.43	3154.000	3154.000	0.000
J158 - J160	10.2	3154.000	3155.600	-1.600
J160 - J161	13.3	3155.600	3155.600	0.000
J160 - J162	14.9	3155.600	3154.000	1.600
J162 - J163	14.3	3154.000	3154.000	0.000
J162 - J164	15.64	3154.000	3155.000	-1.000
J164 - J165	6.97	3155.000	3154.000	1.000
J164 - J166	25.54	3155.000	3153.000	2.000
J166 - J167	13.3	3153.000	3153.000	0.000
J166 - J168	25.8	3153.000	3153.000	0.000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### A. VERIFICACIÓN DE LA VELOCIDAD.

Las Velocidades de diseño son (0.6 – 3.0) m/s, tenemos una velocidad máxima de 1.05 m/s y una velocidad mínima de 0.62 m/s.

Cuadro 91: Verificación de las velocidades Sector A.

TRAMO	GASTO (l/s)		LONG (m)	Pérdida de carga hf	DIÁMETRO (pulgadas)	DIÁMETRO REDONDEADO (pulgadas)	DIÁMETRO (metros)	VELOCIDAD (m/s)	PÉRDIDA DE CARGA	
	TRAMO	DISEÑO							hf (%)	HF (m)
CAP - RESER	0.533	0.533	40.07	0.225	0.765	1.000	0.025	1.05	0.058	2.310
RES - N-1	0.533	0.533	24.55	0.367	0.690	1.000	0.025	1.05	0.058	1.415
N1 - N2	0.533	0.533	754.73	0.012	1.417	1.000	0.025	1.05	0.058	43.513
N2 - N3	0.000	0.308	80.08	0.112	0.718	1.000	0.025	0.97	0.021	1.677
N3 - N4	0.005	0.005	9.51	0.946	0.098	1.000	0.025	0.97	0.000	0.000
N3 - N5	0.000	0.110	9.89	0.910	0.313	1.000	0.025	0.95	0.003	0.031
J5 - J6	0.007	0.007	7.08	1.271	0.102	1.000	0.025	0.95	0.000	0.000
J5 - J7	0.000	0.103	7.86	1.145	0.291	1.000	0.025	0.93	0.003	0.022
J7 - J8	0.007	0.007	7.03	1.280	0.102	1.000	0.025	0.93	0.000	0.000
J7 - J9	0.000	0.096	13.1	0.687	0.315	1.000	0.025	0.91	0.002	0.032
J9 - J10	0.005	0.005	6.38	1.411	0.090	1.000	0.025	0.91	0.000	0.000
J9 - J11	0.000	0.091	12.48	0.721	0.305	1.000	0.025	0.89	0.002	0.027
J11 - J12	0.009	0.009	5.74	1.568	0.107	1.000	0.025	0.89	0.000	0.000
J11 - J13	0.000	0.082	10.26	0.877	0.282	1.000	0.025	0.87	0.002	0.018
J13 - J14	0.005	0.005	5.63	1.599	0.087	1.000	0.025	0.87	0.000	0.000
J13 - J15	0.000	0.077	12.33	0.730	0.286	1.000	0.025	0.85	0.002	0.020

J15 - J16	0.010	0.010	5.71	1.576	0.114	1.000	0.025	0.85	0.000	0.000
J15 - J17	0.000	0.066	11.17	0.806	0.265	1.000	0.025	0.83	0.001	0.014
J17 - J18	0.005	0.005	6.22	1.447	0.089	1.000	0.025	0.83	0.000	0.000
J17 - J19	0.000	0.061	11.19	0.804	0.257	1.000	0.025	0.81	0.001	0.012
J19 - J20	0.014	0.014	5.16	1.744	0.125	1.000	0.025	0.81	0.000	0.000
J19 - J21	0.000	0.047	11.92	0.755	0.236	1.000	0.025	0.79	0.001	0.008
J21 - J22	0.005	0.005	6.32	1.424	0.090	1.000	0.025	0.79	0.000	0.000
J21- J23	0.000	0.042	11.86	0.759	0.225	1.000	0.025	0.77	0.001	0.006
J23 - J24	0.005	0.005	6.67	1.349	0.091	1.000	0.025	0.77	0.000	0.000
J23 - J25	0.000	0.037	10.07	0.894	0.207	1.000	0.025	0.75	0.000	0.004
J25 - J26	0.005	0.005	7.32	1.230	0.092	1.000	0.025	0.75	0.000	0.000
J25 - J27	0.000	0.031	11.14	0.808	0.199	1.000	0.025	0.73	0.000	0.003
J27 - J28	0.010	0.010	7.54	1.194	0.121	1.000	0.025	0.73	0.000	0.000
J27 - J29	0.000	0.021	11.49	0.783	0.172	1.000	0.025	0.71	0.000	0.002
J29 - J30	0.005	0.005	7.88	1.142	0.094	1.000	0.025	0.71	0.000	0.000
J29 - J31	0.000	0.016	10.1	0.891	0.150	1.000	0.025	0.69	0.000	0.001
J31 - J32	0.005	0.005	8.21	1.096	0.095	1.000	0.025	0.69	0.000	0.000
J31 - J33	0.010	0.010	20.2	0.446	0.149	1.000	0.025	0.67	0.000	0.001

J2 - J34	0.000	0.193	42.88	0.210	0.528	2.000	0.051	0.94	0.257	11.041
J34 - J35	0.000	0.122	47.49	0.190	0.453	1.000	0.025	0.89	0.004	0.179
J35 - J36	0.005	0.005	5.94	1.515	0.088	1.000	0.025	0.89	0.000	0.000
J35 - J37	0.000	0.117	29.13	0.309	0.402	1.000	0.025	0.87	0.003	0.101
J37 - J38	0.005	0.005	7.46	1.206	0.093	1.000	0.025	0.87	0.000	0.000
J37 - J39	0.000	0.111	17.07	0.527	0.353	1.000	0.025	0.85	0.003	0.054
J39 - J40	0.009	0.009	4.76	1.891	0.102	1.000	0.025	0.85	0.000	0.000
J39 - J41	0.000	0.103	18.69	0.482	0.349	1.000	0.025	0.83	0.003	0.051

J41 - J42	0.005	0.005	5.18	1.737	0.086	1.000	0.025	0.83	0.000	0.000
J41 - J43	0.000	0.098	15.23	0.591	0.327	1.000	0.025	0.81	0.002	0.038
J43 - J44	0.005	0.005	3.55	2.535	0.079	1.000	0.025	0.81	0.000	0.000
J43 - J45	0.000	0.092	10.32	0.872	0.295	1.000	0.025	0.79	0.002	0.023
J45 - J46	0.005	0.005	4.6	1.957	0.084	1.000	0.025	0.79	0.000	0.000
J45 - J47	0.000	0.087	11.71	0.769	0.297	1.000	0.025	0.77	0.002	0.024
J47 - J48	0.005	0.005	5.11	1.761	0.086	1.000	0.025	0.77	0.000	0.000
J47 - J49	0.000	0.082	10.44	0.862	0.283	1.000	0.025	0.77	0.002	0.019
J49 - J50	0.010	0.010	5.23	1.721	0.112	1.000	0.025	0.77	0.000	0.000
J49 - J51	0.000	0.071	13.4	0.672	0.283	1.000	0.025	0.77	0.001	0.019
J51 - J52	0.005	0.005	3.97	2.267	0.081	1.000	0.025	0.77	0.000	0.000
J51 - J53	0.000	0.066	10.95	0.822	0.264	1.000	0.025	0.75	0.001	0.013
J53 - J54	0.014	0.014	4.7	1.915	0.122	1.000	0.025	0.75	0.000	0.000
J53 - J55	0.000	0.052	10.41	0.865	0.238	1.000	0.025	0.73	0.001	0.008
J55 - J56	0.005	0.005	5.43	1.657	0.087	1.000	0.025	0.73	0.000	0.000
J55 - J57	0.000	0.047	7.16	1.257	0.212	1.000	0.025	0.71	0.001	0.005
J57 - J58	0.005	0.005	5.6	1.607	0.087	1.000	0.025	0.71	0.000	0.000
J57 - J59	0.000	0.042	6.62	1.360	0.199	1.000	0.025	0.69	0.001	0.003
J59 - J60	0.005	0.005	4.97	1.811	0.085	1.000	0.025	0.69	0.000	0.000
J59 - J61	0.000	0.037	6.9	1.304	0.191	1.000	0.025	0.68	0.000	0.003
J61 - J62	0.005	0.005	5.64	1.596	0.087	1.000	0.025	0.68	0.000	0.000
J61 - J63	0.000	0.031	3.23	2.786	0.154	1.000	0.025	0.67	0.000	0.001
J63 - J64	0.005	0.005	5.28	1.705	0.086	1.000	0.025	0.67	0.000	0.000
J63 - J65	0.000	0.026	10.2	0.882	0.182	1.000	0.025	0.66	0.000	0.002
J65 - J66	0.005	0.005	4.49	2.004	0.083	1.000	0.025	0.66	0.000	0.000
J65 - J67	0.000	0.021	4.64	1.940	0.142	1.000	0.025	0.65	0.000	0.001
J67 - J68	0.005	0.005	3.54	2.542	0.079	1.000	0.025	0.65	0.000	0.000

J67 - J69	0.000	0.016	3.74	2.406	0.122	1.000	0.025	0.64	0.000	0.000
J69 - J70	0.005	0.005	16.15	0.557	0.109	1.000	0.025	0.64	0.000	0.000
J69 - J71	0.000	0.010	17.81	0.505	0.145	1.000	0.025	0.63	0.000	0.001
J71 - J72	0.005	0.005	7.29	1.235	0.092	1.000	0.025	0.63	0.000	0.000
J71 - J73	0.005	0.005	17.14	0.525	0.110	1.000	0.025	0.62	0.000	0.000

J34 - J74	0.000	0.071	99.24	0.091	0.431	2.000	0.051	0.74	0.041	4.048
J74 - J75	0.000	0.040	19.96	0.451	0.247	1.000	0.025	0.73	0.000	0.010
J75 - J76	0.005	0.005	14.24	0.632	0.106	1.000	0.025	0.73	0.000	0.000
J75 - J77	0.000	0.035	15.9	0.566	0.223	1.000	0.025	0.72	0.000	0.006
J77 - J78	0.005	0.005	15.3	0.588	0.108	1.000	0.025	0.72	0.000	0.000
J77 - J79	0.000	0.030	18.34	0.491	0.216	1.000	0.025	0.71	0.000	0.005
J79 - J80	0.005	0.005	11.53	0.781	0.102	1.000	0.025	0.71	0.000	0.000
J79 - J81	0.000	0.024	12.8	0.703	0.186	1.000	0.025	0.70	0.000	0.002
J81 - J82	0.005	0.005	15.12	0.595	0.108	1.000	0.025	0.70	0.000	0.000
J81 - J83	0.000	0.019	16.54	0.544	0.180	1.000	0.025	0.69	0.000	0.002
J83 - J84	0.009	0.009	13.3	0.677	0.127	1.000	0.025	0.69	0.000	0.000
J83 - J85	0.000	0.010	14.8	0.608	0.139	1.000	0.025	0.68	0.000	0.001
J85 - J86	0.005	0.005	10.9	0.826	0.100	1.000	0.025	0.68	0.000	0.000
J85 - J87	0.005	0.005	24.8	0.363	0.119	1.000	0.025	0.67	0.000	0.000

J74 - J88	0.000	0.031	169.37	0.053	0.353	2.000	0.051	0.67	0.009	1.507
J88 - J89	0.005	0.005	22.43	0.401	0.117	1.000	0.025	0.66	0.000	0.000
J88 - J90	0.000	0.026	59.7	0.151	0.264	1.000	0.025	0.65	0.000	0.013
J90 - J91	0.005	0.005	10.25	0.878	0.099	1.000	0.025	0.65	0.000	0.000
J90 - J92	0.000	0.021	18.71	0.481	0.190	1.000	0.025	0.64	0.000	0.003
J92 - J94	0.005	0.005	24.9	0.361	0.119	1.000	0.025	0.64	0.000	0.000

J92 - J93	0.005	0.005	10.31	0.873	0.099	1.000	0.025	0.63	0.000	0.000
J92 - J95	0.000	0.010	12.97	0.694	0.135	1.000	0.025	0.63	0.000	0.001
J95 - J96	0.005	0.005	9.6	0.938	0.098	1.000	0.025	0.62	0.000	0.000
J95 - J97	0.005	0.005	24.32	0.370	0.119	1.000	0.025	0.62	0.000	0.000

J1 - J98	0.000	0.225	88.39	0.102	0.650	1.000	0.025	0.99	0.012	1.031
J98 - J99	0.000	0.038	103.9	0.087	0.344	1.000	0.025	0.99	0.000	0.046
J99 - J100	0.005	0.005	16.7	0.539	0.110	1.000	0.025	0.98	0.000	0.000
J99 - J101	0.000	0.033	18.1	0.497	0.225	1.000	0.025	0.98	0.000	0.006
J101 - J102	0.005	0.005	17.04	0.528	0.110	1.000	0.025	0.97	0.000	0.000
J101 - J103	0.000	0.028	7.3	1.233	0.174	1.000	0.025	0.97	0.000	0.002
J103 - J104	0.012	0.012	17.82	0.505	0.154	1.000	0.025	0.96	0.000	0.001
J103 - J105	0.000	0.016	23.7	0.380	0.179	1.000	0.025	0.96	0.000	0.002
J105 - J106	0.005	0.005	21.25	0.424	0.115	1.000	0.025	0.95	0.000	0.000
J105 - J107	0.005	0.005	18.9	0.476	0.113	1.000	0.025	0.95	0.000	0.000
J105 - J108	0.005	0.005	48.75	0.185	0.137	1.000	0.025	0.94	0.000	0.001

J98 - J109	0.000	0.186	89.99	0.100	0.608	1.000	0.025	0.94	0.008	0.743
J109 - J110	0.005	0.005	10.4	0.865	0.099	1.000	0.025	0.94	0.000	0.000
J109 - J111	0.000	0.181	14.71	0.612	0.411	1.000	0.025	0.93	0.008	0.115
J111 - J112	0.005	0.005	11.43	0.787	0.101	1.000	0.025	0.93	0.000	0.000
J111 - J113	0.000	0.176	12.2	0.738	0.391	1.000	0.025	0.92	0.007	0.090
J113 - J114	0.005	0.005	10.33	0.871	0.099	1.000	0.025	0.92	0.000	0.000
J113 - J115	0.000	0.171	12.42	0.725	0.388	1.000	0.025	0.91	0.007	0.087
J115 - J116	0.005	0.005	9.34	0.964	0.097	1.000	0.025	0.91	0.000	0.000
J115 - J117	0.000	0.165	18.13	0.496	0.415	1.000	0.025	0.90	0.007	0.120
J117 - J118	0.005	0.005	9.8	0.918	0.098	1.000	0.025	0.90	0.000	0.000

J117 - J119	0.000	0.160	120.7	0.075	0.611	1.000	0.025	0.89	0.006	0.753
J119 - J120	0.005	0.005	7.8	1.154	0.094	1.000	0.025	0.89	0.000	0.000
J119 - J121	0.000	0.155	13.63	0.660	0.381	1.000	0.025	0.88	0.006	0.080
J121 - J122	0.005	0.005	8.13	1.107	0.094	1.000	0.025	0.88	0.000	0.000
J121 - J123	0.000	0.150	13.83	0.651	0.378	1.000	0.025	0.87	0.006	0.076
J123 - J124	0.005	0.005	7.6	1.184	0.093	1.000	0.025	0.87	0.000	0.000
J123 - J125	0.000	0.145	13.61	0.661	0.371	1.000	0.025	0.86	0.005	0.070
J125 - J126	0.005	0.005	7.4	1.216	0.093	1.000	0.025	0.86	0.000	0.000
J125 - J127	0.000	0.139	18.91	0.476	0.392	1.000	0.025	0.85	0.005	0.091
J127 - J128	0.005	0.005	8.1	1.111	0.094	1.000	0.025	0.85	0.000	0.000
J127 - J129	0.000	0.134	16.81	0.535	0.377	1.000	0.025	0.84	0.004	0.075
J129 - J130	0.009	0.009	6.63	1.357	0.110	1.000	0.025	0.84	0.000	0.000
J129 - J131	0.000	0.125	17.56	0.513	0.371	1.000	0.025	0.83	0.004	0.070
J131 - J132	0.012	0.012	8.02	1.122	0.130	1.000	0.025	0.83	0.000	0.000
J131 - J133	0.000	0.113	11.41	0.789	0.326	1.000	0.025	0.82	0.003	0.037
J133 - J134	0.009	0.009	8.12	1.108	0.115	1.000	0.025	0.82	0.000	0.000
J133 - J135	0.000	0.105	13.2	0.682	0.326	1.000	0.025	0.81	0.003	0.037
J135 - J136	0.010	0.010	7.41	1.215	0.120	1.000	0.025	0.81	0.000	0.000
J135 - J137	0.000	0.094	12.24	0.735	0.308	1.000	0.025	0.80	0.002	0.029
J137 - J138	0.005	0.005	8.33	1.080	0.095	1.000	0.025	0.80	0.000	0.000
J137 - J139	0.000	0.089	14.84	0.606	0.314	1.000	0.025	0.79	0.002	0.031
J139 - J140	0.007	0.007	7.62	1.181	0.104	1.000	0.025	0.79	0.000	0.000
J139 - J141	0.000	0.082	12.2	0.738	0.292	1.000	0.025	0.78	0.002	0.022
J141 - J142	0.000	0.000	8.22	1.095	0.000	1.000	0.025	0.78	0.000	0.000
J141 - J143	0.000	0.082	19.83	0.454	0.324	1.000	0.025	0.77	0.002	0.036
J143 - J144	0.005	0.005	11.74	0.767	0.102	1.000	0.025	0.77	0.000	0.000
J143 - J145	0.000	0.077	10.1	0.891	0.274	1.000	0.025	0.76	0.002	0.016

J145 - J146	0.007	0.007	11.8	0.763	0.114	1.000	0.025	0.76	0.000	0.000
-------------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------

J145 - J147	0.000	0.070	105.98	0.085	0.433	1.000	0.025	0.75	0.001	0.142
J147 - J148	0.000	0.030	11.82	0.761	0.197	1.000	0.025	0.75	0.000	0.003
J148 - J149	0.005	0.005	20.97	0.429	0.115	1.000	0.025	0.75	0.000	0.000
J148 - J150	0.000	0.024	11.82	0.761	0.183	1.000	0.025	0.74	0.000	0.002
J150 - J151	0.005	0.005	14.12	0.637	0.106	1.000	0.025	0.74	0.000	0.000
J150 - J152	0.000	0.019	14.04	0.641	0.173	1.000	0.025	0.73	0.000	0.002
J152 - J153	0.005	0.005	13.82	0.651	0.106	1.000	0.025	0.73	0.000	0.000
J152 - J154	0.000	0.014	9.6	0.938	0.142	1.000	0.025	0.72	0.000	0.001
J154 - J155	0.007	0.007	15.25	0.590	0.120	1.000	0.025	0.72	0.000	0.000
J154 - J156	0.007	0.007	21.69	0.415	0.129	1.000	0.025	0.71	0.000	0.000
J147 - J157	0.005	0.005	25.95	0.347	0.120	1.000	0.025	0.71	0.000	0.000
J147 - J158	0.000	0.035	26.53	0.339	0.249	1.000	0.025	0.70	0.000	0.010
J158 - J159	0.005	0.005	10.43	0.863	0.099	1.000	0.025	0.70	0.000	0.000
J158 - J160	0.000	0.030	10.2	0.882	0.191	1.000	0.025	0.69	0.000	0.003
J160 - J161	0.005	0.005	13.3	0.677	0.105	1.000	0.025	0.69	0.000	0.000
J160 - J162	0.000	0.024	14.9	0.604	0.192	1.000	0.025	0.68	0.000	0.003
J162 - J163	0.005	0.005	14.3	0.629	0.106	1.000	0.025	0.68	0.000	0.000
J162 - J164	0.000	0.019	15.64	0.575	0.177	1.000	0.025	0.67	0.000	0.002
J164 - J165	0.007	0.007	6.97	1.291	0.102	1.000	0.025	0.67	0.000	0.000
J164 - J166	0.000	0.012	25.54	0.352	0.166	1.000	0.025	0.66	0.000	0.001
J166 - J167	0.007	0.007	13.3	0.677	0.117	1.000	0.025	0.66	0.000	0.000
J166 - J168	0.005	0.005	25.8	0.349	0.120	1.000	0.025	0.65	0.000	0.000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

A. VERIFICACIÓN DE LA PRESIÓN EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

Se trabajó teniendo en cuenta los parámetros de diseño del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, utilizando tubería clase 10 con una presión de trabajo mínima de 5 m.c.a y una máxima de 60 m.c.a.

Cuadro 92: Verificación de las presiones Sector A.

TRAMO	COTA PIEZOMÉTRICA (m.s.n.m)		COTA DEL TERRENO (m.s.n.m)		PRESIÓN (m.c.a)	
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
CAP - RESER	3274.000	3271.690	3274.000	3265.000	0.00	6.7
RES - N-1	3271.690	3270.274	3265.300	3259.000	6.39	11.3
N1 - N2	3270.274	3226.761	3259.000	3221.000	11.27	5.8
N2 - N3	3226.761	3225.084	3221.000	3218.000	5.76	7.1
N3 - N4	3225.084	3225.084	3218.000	3218.000	7.08	7.1
N3 - N5	3225.084	3225.053	3218.000	3217.000	7.08	8.1
J5 - J6	3225.053	3225.053	3217.000	3216.000	8.05	9.1
J5 - J7	3225.053	3225.032	3217.000	3215.000	8.05	10.0
J7 - J8	3225.032	3225.031	3215.000	3214.000	10.03	11.0
J7 - J9	3225.031	3225.000	3215.000	3213.000	10.03	12.0
J9 - J10	3225.000	3225.000	3213.000	3212.000	12.00	13.0
J9 - J11	3225.000	3224.973	3213.000	3212.000	12.00	13.0
J11 - J12	3224.973	3224.973	3212.000	3211.000	12.97	14.0
J11 - J13	3224.973	3224.954	3212.000	3210.000	12.97	15.0
J13 - J14	3224.954	3224.954	3210.000	3209.000	14.95	16.0
J13 - J15	3224.954	3224.934	3210.000	3208.000	14.95	16.9

J15 - J16	3224.934	3224.934	3208.000	3207.000	16.93	17.9
J15 - J17	3224.934	3224.921	3208.000	3206.000	16.93	18.9
J17 - J18	3224.921	3224.920	3206.000	3205.000	18.92	19.9
J17 - J19	3224.920	3224.909	3206.000	3204.000	18.92	20.9
J19 - J20	3224.909	3224.908	3204.000	3203.000	20.91	21.9
J19 - J21	3224.908	3224.901	3204.000	3202.000	20.91	22.9
J21 - J22	3224.901	3224.901	3202.000	3201.000	22.90	23.9
J21 - J23	3224.901	3224.894	3202.000	3200.000	22.90	24.9
J23 - J24	3224.894	3224.894	3200.000	3200.000	24.89	24.9
J23 - J25	3224.894	3224.890	3200.000	3199.000	24.89	25.9
J25 - J26	3224.890	3224.890	3199.000	3198.000	25.89	26.9
J25 - J27	3224.890	3224.887	3199.000	3197.000	25.89	27.9
J27 - J28	3224.887	3224.887	3197.000	3196.000	27.89	28.9
J27 - J29	3224.887	3224.885	3197.000	3196.000	27.89	28.9
J29 - J30	3224.885	3224.885	3196.000	3195.000	28.88	29.9
J29 - J31	3224.885	3224.884	3196.000	3195.000	28.88	29.9
J31 - J32	3224.884	3224.884	3195.000	3194.000	29.88	30.9
J31 - J33	3224.884	3224.883	3195.000	3193.000	29.88	31.9

J2 - J34	3226.761	3215.720	3225.000	3207.000	1.76	8.7
J34 - J35	3215.720	3215.541	3207.000	3208.000	8.72	7.5
J35 - J36	3215.541	3215.541	3208.000	3207.000	7.54	8.5
J35 - J37	3215.541	3215.440	3208.000	3204.000	7.54	11.4
J37 - J38	3215.440	3215.440	3204.000	3203.000	11.44	12.4
J37 - J39	3215.440	3215.385	3204.000	3201.000	11.44	14.4
J39 - J40	3215.385	3215.385	3201.000	3200.000	14.39	15.4
J39 - J41	3215.385	3215.334	3201.000	3198.000	14.39	17.3

J41 - J42	3215.334	3215.334	3198.000	3198.000	17.33	17.3
J41 - J43	3215.334	3215.296	3198.000	3197.000	17.33	18.3
J43 - J44	3215.296	3215.296	3197.000	3196.000	18.30	19.3
J43 - J45	3215.296	3215.273	3197.000	3196.000	18.30	19.3
J45 - J46	3215.273	3215.273	3196.000	3196.000	19.27	19.3
J45 - J47	3215.273	3215.249	3196.000	3195.000	19.27	20.2
J47 - J48	3215.249	3215.249	3195.000	3195.000	20.25	20.2
J47 - J49	3215.249	3215.230	3195.000	3195.000	20.25	20.2
J49 - J50	3215.230	3215.230	3195.000	3194.000	20.23	21.2
J49 - J51	3215.230	3215.211	3195.000	3194.000	20.23	21.2
J51 - J52	3215.211	3215.211	3194.000	3193.000	21.21	22.2
J51 - J53	3215.211	3215.198	3194.000	3194.000	21.21	21.2
J53 - J54	3215.198	3215.198	3194.000	3193.000	21.20	22.2
J53 - J55	3215.198	3215.189	3194.000	3194.000	21.20	21.2
J55 - J56	3215.189	3215.189	3194.000	3193.000	21.19	22.2
J55 - J57	3215.189	3215.185	3194.000	3194.000	21.19	21.2
J57 - J58	3215.185	3215.185	3194.000	3194.000	21.18	21.2
J57 - J59	3215.185	3215.181	3194.000	3193.000	21.18	22.2
J59 - J60	3215.181	3215.181	3193.000	3193.000	22.18	22.2
J59 - J61	3215.181	3215.178	3193.000	3194.000	22.18	21.2
J61 - J62	3215.178	3215.178	3194.000	3193.000	21.18	22.2
J61 - J63	3215.178	3215.177	3193.000	3193.000	22.18	22.2
J63 - J64	3215.177	3215.177	3193.000	3193.000	22.18	22.2
J63 - J65	3215.177	3215.175	3193.000	3193.000	22.18	22.2
J65 - J66	3215.175	3215.175	3193.000	3193.000	22.18	22.2
J65 - J67	3215.175	3215.174	3193.000	3193.000	22.17	22.2
J67 - J68	3215.174	3215.174	3193.000	3193.000	22.17	22.2

J67 - J69	3215.174	3215.174	3193.000	3193.000	22.17	22.2
J69 - J70	3215.174	3215.174	3193.000	3192.000	22.17	23.2
J69 - J71	3215.174	3215.173	3193.000	3193.000	22.17	22.2
J71 - J72	3215.173	3215.173	3193.000	3194.000	22.17	21.2
J71 - J73	3215.173	3215.173	3193.000	3194.000	22.17	21.2

J34 - J74	3215.173	3211.125	3213.000	3205.000	2.17	6.1
J74 - J75	3211.125	3211.115	3205.000	3202.000	6.12	9.1
J75 - J76	3211.115	3211.115	3202.000	3201.000	9.12	10.1
J75 - J77	3211.115	3211.109	3202.000	3200.000	9.12	11.1
J77 - J78	3211.109	3211.109	3200.000	3199.000	11.11	12.1
J77 - J79	3211.109	3211.104	3200.000	3198.000	11.11	13.1
J79 - J80	3211.104	3211.104	3198.000	3197.000	13.10	14.1
J79 - J81	3211.104	3211.101	3198.000	3197.000	13.10	14.1
J81 - J82	3211.101	3211.101	3197.000	3196.000	14.10	15.1
J81 - J83	3211.101	3211.099	3197.000	3195.000	14.10	16.1
J83 - J84	3211.099	3211.099	3195.000	3194.000	16.10	17.1
J83 - J85	3211.099	3211.098	3195.000	3193.000	16.10	18.1
J85 - J86	3211.098	3211.098	3193.000	3191.000	18.10	20.1
J85 - J87	3211.098	3211.098	3193.000	3190.000	18.10	21.1

J74 - J88	3211.098	3209.591	3205.000	3179.000	6.10	30.6
J88 - J89	3209.591	3209.591	3179.000	3171.000	30.59	38.6
J88 - J90	3209.591	3209.578	3179.000	3164.000	30.59	45.6
J90 - J91	3209.578	3209.578	3164.000	3166.000	45.58	43.6
J90 - J92	3209.578	3209.575	3164.000	3161.000	45.58	48.6
J92 - J94	3209.575	3209.575	3161.000	3155.000	48.58	54.6

J92 - J93	3209.575	3209.575	3161.000	3166.000	48.57	43.6
J92 - J95	3209.575	3209.574	3161.000	3162.000	48.57	47.6
J95 - J96	3209.574	3209.574	3162.000	3176.000	47.57	33.6
J95 - J97	3209.574	3209.574	3162.000	3175.000	47.57	34.6

J1 - J98	3209.574	3208.543	3209.000	3200.000	0.57	8.5
J98 - J99	3208.543	3208.497	3200.000	3195.000	8.54	13.5
J99 - J100	3208.497	3208.497	3195.000	3192.000	13.50	16.5
J99 - J101	3208.497	3208.491	3195.000	3190.000	13.50	18.5
J101 - J102	3208.491	3208.490	3190.000	3186.000	18.49	22.5
J101 - J103	3208.490	3208.489	3190.000	3187.000	18.49	21.5
J103 - J104	3208.489	3208.488	3187.000	3190.000	21.49	18.5
J103 - J105	3208.488	3208.486	3187.000	3189.000	21.49	19.5
J105 - J106	3208.486	3208.485	3189.000	3186.000	19.49	22.5
J105 - J107	3208.485	3208.485	3189.000	3191.000	19.49	17.5
J105 - J108	3208.485	3208.485	3189.000	3175.000	19.49	33.5

J98 - J109	3208.485	3207.742	3206.000	3201.000	2.48	6.7
J109 - J110	3207.742	3207.742	3201.000	3201.000	6.74	6.7
J109 - J111	3207.742	3207.627	3201.000	3202.000	6.74	5.6
J111 - J112	3207.627	3207.627	3202.000	3200.000	5.63	7.6
J111 - J113	3207.627	3207.536	3202.000	3200.000	5.63	7.5
J113 - J114	3207.536	3207.536	3200.000	3200.000	7.54	7.5
J113 - J115	3207.536	3207.449	3200.000	3200.000	7.54	7.4
J115 - J116	3207.449	3207.449	3200.000	3200.000	7.45	7.4
J115 - J117	3207.449	3207.329	3200.000	3201.000	7.45	6.3
J117 - J118	3207.329	3207.329	3201.000	3204.000	6.33	3.3

J117 - J119	3207.329	3206.575	3201.000	3194.000	6.33	12.6
J119 - J120	3206.575	3206.575	3194.000	3191.000	12.58	15.6
J119 - J121	3206.575	3206.495	3194.000	3191.000	12.58	15.5
J121 - J122	3206.495	3206.495	3191.000	3189.000	15.50	17.5
J121 - J123	3206.495	3206.419	3191.000	3188.000	15.50	18.4
J123 - J124	3206.419	3206.419	3188.000	3185.000	18.42	21.4
J123 - J125	3206.419	3206.349	3188.000	3185.000	18.42	21.3
J125 - J126	3206.349	3206.349	3185.000	3181.000	21.35	25.3
J125 - J127	3206.349	3206.257	3185.000	3181.000	21.35	25.3
J127 - J128	3206.257	3206.257	3181.000	3177.000	25.26	29.3
J127 - J129	3206.257	3206.182	3181.000	3179.000	25.26	27.2
J129 - J130	3206.182	3206.182	3179.000	3176.000	27.18	30.2
J129 - J131	3206.182	3206.112	3179.000	3176.000	27.18	30.1
J131 - J132	3206.112	3206.112	3176.000	3175.000	30.11	31.1
J131 - J133	3206.112	3206.074	3176.000	3176.000	30.11	30.1
J133 - J134	3206.074	3206.074	3176.000	3173.000	30.07	33.1
J133 - J135	3206.074	3206.037	3176.000	3175.000	30.07	31.0
J135 - J136	3206.037	3206.036	3175.000	3172.000	31.04	34.0
J135 - J137	3206.036	3206.008	3175.000	3174.000	31.04	32.0
J137 - J138	3206.008	3206.008	3174.000	3171.000	32.01	35.0
J137 - J139	3206.008	3205.977	3174.000	3173.000	32.01	33.0
J139 - J140	3205.977	3205.976	3173.000	3170.000	32.98	36.0
J139 - J141	3205.976	3205.954	3173.000	3173.000	32.98	33.0
J141 - J142	3205.954	3205.954	3173.000	3168.000	32.95	38.0
J141 - J143	3205.954	3205.919	3173.000	3170.000	32.95	35.9
J143 - J144	3205.919	3205.919	3170.000	3165.000	35.92	40.9
J143 - J145	3205.919	3205.902	3170.000	3170.000	35.92	35.9

J145 - J146	3205.902	3205.902	3170.000	3167.000	35.90	38.9
J145 - J147	3205.902	3205.761	3170.000	3155.300	35.90	50.5
J147 - J148	3205.761	3205.757	3155.300	3155.300	50.46	50.5
J148 - J149	3205.757	3205.757	3155.300	3155.300	50.46	50.5
J148 - J150	3205.757	3205.755	3155.300	3156.900	50.46	48.9
J150 - J151	3205.755	3205.755	3156.900	3156.900	48.85	48.9
J150 - J152	3205.755	3205.753	3156.900	3156.900	48.85	48.9
J152 - J153	3205.753	3205.753	3156.900	3156.900	48.85	48.9
J152 - J154	3205.753	3205.752	3156.900	3156.900	48.85	48.9
J154 - J155	3205.752	3205.752	3156.900	3154.000	48.85	49.8
J154 - J156	3205.752	3205.751	3156.900	3153.000	48.85	49.8
J147 - J157	3205.751	3205.751	3155.300	3153.000	50.45	49.8
J147 - J158	3205.751	3205.741	3155.300	3154.000	50.45	48.7
J158 - J159	3205.741	3205.741	3154.000	3154.000	51.74	48.7
J158 - J160	3205.741	3205.738	3154.000	3155.600	51.74	50.1
J160 - J161	3205.738	3205.738	3155.600	3155.600	50.14	50.1
J160 - J162	3205.738	3205.735	3155.600	3154.000	50.14	50.7
J162 - J163	3205.735	3205.735	3154.000	3154.000	51.74	50.7
J162 - J164	3205.735	3205.733	3154.000	3155.000	51.74	49.7
J164 - J165	3205.733	3205.733	3155.000	3154.000	50.73	49.7
J164 - J166	3205.733	3205.732	3155.000	3153.000	50.73	50.7
J166 - J167	3205.732	3205.732	3153.000	3153.000	52.73	50.7
J166 - J168	3205.732	3205.731	3153.000	3153.000	52.73	50.7

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.5.6.8.4. Línea de distribución – SECTOR B.

Para el cálculo hidráulico de la red de distribución, se tiene en cuenta los siguientes tramos, con el fin de facilitar el replanteo de las redes.

Cuadro 93: Tramos de la línea de distribución Sector B.

TRAMO	DISTANCIA ( m )	COTA TERRENO		DIF. DE COTAS ( m )
		INICIO (Z1)	FINAL (Z2)	
CAPT 02 - CRP 01	148.720	3240.000	3181.300	58.700
CRP 01- RESER 02	135.890	3180.300	3152.060	28.240
CAPT 03 - RESER 02	137.500	3170.000	3152.060	17.940
RES - N-1	102.890	3150.300	3130.000	20.300

N1 - N2	160.830	3152.060	3140.000	12.060
N2 - N3	55.440	3140.000	3135.000	5.000
N3 - N4	14.700	3140.000	3132.000	8.000
N3 - N5	10.980	3132.000	3131.000	1.000
J3 - J6	11.330	3132.000	3133.000	-1.000
J6 - J7	9.820	3133.000	3130.000	3.000
J6 - J8	34.260	3133.000	3124.000	9.000
J8 - J9	8.980	3124.000	3124.000	0.000
J8 - J10	9.900	3124.000	3123.000	1.000
J10 - J11	8.990	3123.000	3123.000	0.000
J10 - J12	7.200	3123.000	3123.000	0.000
J12 - J13	8.700	3123.000	3122.000	1.000
J12 - J14	19.000	3123.000	3120.000	3.000

J2 - J15	34.000	3140.000	3142.000	-2.000
J15 - J16	17.510	3142.000	3134.000	8.000
J15 - J17	16.120	3142.000	3139.000	3.000
J17 - J18	10.630	3139.000	3134.000	5.000
J17 - J19	28.200	3139.000	3137.000	2.000
J19 - J20	9.140	3137.000	3136.000	1.000
J19 - J21	13.600	3137.000	3138.000	-1.000
J21 - J22	8.630	3138.000	3136.000	2.000
J21- J23	17.110	3138.000	3138.000	0.000
J23 - J24	8.100	3138.000	3135.000	3.000

J23 - J25	11.990	3138.000	3137.000	1.000
J25 - J26	7.250	3137.000	3135.000	2.000
J25 - J27	11.970	3137.000	3137.000	0.000
J27 - J28	6.220	3137.000	3135.000	2.000
J27 - J29	10.600	3137.000	3137.000	0.000
J29 - J30	6.040	3137.000	3135.000	2.000
J29 - J31	14.500	3137.000	3137.000	0.000
J31 - J32	5.630	3137.000	3135.000	2.000
J31 - J33	13.400	3137.000	3136.000	1.000
J33 - J34	4.530	3136.000	3135.000	1.000
J34 - J35	16.700	3136.000	3135.000	1.000
J35 - J36	4.440	3135.000	3134.000	1.000
J35 - J37	11.400	3135.000	3136.000	-1.000
J37 - J38	5.130	3136.000	3135.000	1.000
J37 - J39	9.600	3136.000	3136.000	0.000
J39 - J40	7.800	3136.000	3135.000	1.000
J39 - J41	16.540	3136.000	3137.000	-1.000
J41 - J42	5.740	3137.000	3136.000	1.000
J41 - J43	12.050	3137.000	3138.000	-1.000
J43 - J44	5.430	3138.000	3137.000	1.000
J43 - J45	10.900	3138.000	3139.000	-1.000
J45 - J46	6.250	3139.000	3138.000	1.000
J45 - J47	10.500	3139.000	3140.000	-1.000
J47 - J48	6.140	3140.000	3139.000	1.000
J47 - J49	11.540	3140.000	3141.000	-1.000
J49 - J50	7.900	3141.000	3140.000	1.000
J49 - J51	129.840	3141.000	3144.000	-3.000
J51 - J52	22.000	3144.000	3141.000	3.000
J51 - J53	17.720	3144.000	3140.000	4.000
J53 - J54	11.000	3140.000	3138.000	2.000
J53 - J55	14.100	3140.000	3137.000	3.000
J55 - J56	6.900	3137.000	3136.000	1.000
J55 - J57	11.000	3137.000	3135.000	2.000
J57 - J58	7.100	3135.000	3133.000	2.000
J57 - J59	10.400	3135.000	3132.000	3.000
J59 - J60	6.400	3132.000	3130.000	2.000
J59 - J61	24.600	3132.000	3126.000	6.000
J61 - J62	9.000	3126.000	3126.000	0.000
J61 - J63	10.850	3126.000	3125.000	1.000
J63 - J64	9.500	3125.000	3125.000	0.000

J63 - J65	12.900	3125.000	3124.000	1.000
J65 - J66	9.630	3124.000	3124.000	0.000
J65 - J67	30.240	3124.000	3123.000	1.000

CRP 7 - J68	479.100	3100.000	3089.00	11.000
J68 - J69	12.400	3089.000	3081.00	8.000
J68 - J70	14.600	3089.000	3085.00	4.000
J70 - J71	10.700	3085.000	3082.00	3.000
J70 - J72	14.200	3085.000	3086.00	-1.000
J72 - J73	11.700	3086.000	3083.00	3.000
J72 - J74	13.900	3086.000	3086.00	0.000
J74 - J75	10.460	3086.000	3084.00	2.000
J75 - J76	6.900	3084.000	3087.00	-3.000

J74 - J77	7.200	3086.000	3085.000	1.000
J77 - J78	41.800	3085.000	3077.000	8.000
J78 - J79	12.040	3077.000	3075.000	2.000
J78 - J80	7.640	3077.000	3077.000	0.000
J80 - J81	9.900	3077.000	3075.000	2.000
J80 - J82	11.900	3077.000	3074.000	3.000
J82 - J83	8.600	3074.000	3072.000	2.000
J82 - J84	10.400	3074.000	3071.000	3.000
J84 - J85	7.300	3071.000	3069.000	2.000
J84 - J86	9.100	3071.000	3069.000	2.000
J86 - J87	7.500	3069.000	3067.000	2.000
J86 - J88	11.500	3069.000	3067.000	2.000
J88 - J89	6.800	3067.000	3068.000	-1.000
J88 - J90	13.700	3067.000	3068.000	-1.000
J90 - J91	6.200	3068.000	3067.000	1.000
J90 - J92	12.400	3068.000	3067.000	1.000
J92 - J93	6.100	3067.000	3068.000	-1.000
J92 - J93	16.400	3067.000	3067.000	0.000
J78 - J95	11.600	3077.000	3078.000	-1.000
J95 - J96	14.700	3078.000	3077.000	1.000
J95 - J97	12.040	3078.000	3078.000	0.000
J97 - J98	13.200	3078.000	3078.000	0.000
J97 - J99	24.500	3078.000	3078.000	0.000

J77 - J100	9.700	3085.000	3085.00	0.000
J100 - J101	7.800	3085.000	3086.00	-1.000

J100 - J102	14.100	3085.000	3085.00	0.000
J102 - J103	7.900	3085.000	3086.00	-1.000
J102 - J104	12.900	3085.000	3084.00	1.000
J104 - J105	7.120	3084.000	3085.00	-1.000
J104 - J106	15.800	3084.000	3083.00	1.000
J106 - J107	6.500	3083.000	3084.00	-1.000
J106 - J108	10.900	3083.000	3083.00	0.000
J108 - J109	7.120	3083.000	3083.00	0.000
J108 - J110	11.200	3083.000	3083.00	0.000
J110 - J111	20.300	3083.000	3078.00	5.000
J110 - J112	5.230	3083.000	3081.00	2.000
J112 - J113	7.500	3081.000	3082.00	-1.000
J112 - J114	10.130	3081.000	3081.00	0.000
J114 - J115	8.800	3081.000	3081.00	0.000
J114 - J116	7.200	3081.000	3079.00	2.000
J116 - J117	9.900	3079.000	3078.00	1.000

J116 - J118	29.000	3079.000	3077.00	2.000
J118 - J119	76.560	3077.000	3066.00	11.000
J119 - J120	10.120	3066.000	3064.00	2.000
J119 - J121	13.200	3066.000	3065.00	1.000
J121 - J122	8.700	3065.000	3064.00	1.000
J121 - J123	13.500	3065.000	3064.00	1.000
J123 - J124	9.400	3064.000	3063.00	1.000
J123 - J125	13.900	3064.000	3063.00	1.000
J125 - J126	10.400	3063.000	3062.00	1.000
J125 - J127	12.000	3063.000	3062.00	1.000
J127 - J128	9.600	3062.000	3061.00	1.000
J127 - J129	17.800	3062.000	3061.00	1.000
J129 - J130	9.040	3061.000	3060.00	1.000
J129 - J131	12.400	3061.000	3061.00	0.000
J131 - J132	8.900	3061.000	3060.00	1.000
J131 - J133	13.500	3061.000	3060.00	1.000
J133 - J134	7.900	3060.000	3059.00	1.000
J133 - J135	10.700	3060.000	3059.00	1.000
J135 - J136	7.500	3059.000	3058.00	1.000
J135 - J137	12.600	3059.000	3059.00	0.000
J137 - J138	7.600	3059.000	3058.00	1.000
J137 - J139	20.850	3059.000	3057.00	2.000

J118 - J140	3.030	3077.000	3078.00	-1.000
J118 - J141	12.030	3078.000	3076.00	2.000
J141 - J142	7.300	3076.000	3078.00	-2.000
J141 - J143	14.300	3076.000	3075.00	1.000
J143 - J144	5.420	3075.000	3076.00	-1.000
J143 - J145	15.100	3075.000	3074.00	1.000
J145 - J146	5.900	3074.000	3075.00	-1.000
J145 - J147	12.700	3074.000	3074.00	0.000
J147 - J148	8.600	3074.000	3075.00	-1.000
J147 - J149	15.400	3074.000	3072.00	2.000
J149 - J150	7.150	3072.000	3073.00	-1.000
J149 - J151	27.800	3072.000	3070.00	2.000
J151 - J152	5.220	3070.000	3072.00	-2.000
J151 - J153	55.100	3070.000	3069.00	1.000
J153 - J154	5.500	3069.000	3066.00	3.000
J153 - J155	36.400	3069.000	3068.00	1.000
J155 - J156	7.800	3068.000	3066.00	2.000
J155 - J157	12.000	3068.000	3070.00	-2.000
J157 - J158	8.400	3070.000	3073.00	-3.000
J157 - J159	14.400	3070.000	3071.00	-1.000
J159 - J160	6.600	3071.000	3069.00	2.000
J159 - J161	12.400	3071.000	3071.00	0.000
J161 - J162	7.300	3071.000	3068.00	3.000
J161 - J163	18.000	3071.000	3070.00	1.000
J163 - J164	9.800	3070.000	3063.00	7.000
J163 - J165	13.800	3070.000	3070.00	0.000
J165 - J166	9.800	3070.000	3060.00	10.000
J165 - J167	16.600	3070.000	3069.00	1.000
J167 - J168	8.800	3069.000	3060.00	9.000
J167 - J169	15.600	3069.000	3067.00	2.000
J169 - J170	7.800	3067.000	3064.00	3.000

J169 - J171	28.700	3067.000	3065.00	2.000
J171 - J172	29.200	3065.000	3049.00	16.000
J172 - J173	32.600	3049.000	3051.00	-2.000
J172 - J174	28.500	3049.000	3052.00	-3.000
J174 - J175	12.600	3052.000	3053.00	-1.000
J174 - J176	19.300	3052.000	3052.00	0.000
J176 - J177	8.800	3052.000	3053.00	-1.000

J176 - J178	22.300	3052.000	3051.00	1.000
J178 - J179	6.140	3051.000	3051.00	0.000
J178 - J180	12.900	3051.000	3049.00	2.000
J180 - J181	7.240	3049.000	3051.00	-2.000
J180 - J182	13.300	3049.000	3050.00	-1.000
J182 - J183	5.900	3050.000	3051.00	-1.000
J182 - J184	21.400	3050.000	3049.00	1.000
J184 - J185	4.900	3049.000	3050.00	-1.000
J184 - J186	11.600	3049.000	3049.00	0.000
J186 - J187	5.700	3049.000	3049.00	0.000
J186 - J188	11.500	3049.000	3048.00	1.000
J188 - J189	5.500	3048.000	3048.00	0.000
J188 - J190	11.020	3048.000	3047.00	1.000
J190 - J191	8.000	3047.000	3048.00	-1.000
J190 - J192	10.800	3047.000	3047.00	0.000
J192 - J193	7.800	3047.000	3047.00	0.000
J192 - J194	12.900	3047.000	3046.00	1.000
J194 - J195	6.030	3046.000	3046.00	0.000
J194 - J196	15.700	3046.000	3045.00	1.000
J196 - J197	5.900	3045.000	3045.00	0.000
J196 - J198	16.700	3045.000	3045.00	0.000
J198 - J199	6.500	3045.000	3046.00	-1.000
J198 - J200	17.350	3045.000	3045.00	0.000
J200 - J201	10.240	3045.000	3045.00	0.000
J200 - J202	29.800	3045.000	3047.00	-2.000

J171 - J203	33.100	3065.000	3055.000	10.000
J203 - J204	31.340	3055.000	3051.000	4.000
J203 - J205	16.440	3055.000	3054.000	1.000
J205 - J206	27.130	3054.000	3051.000	3.000
J205 - J207	18.700	3054.000	3055.000	-1.000
J207 - J208	34.900	3055.000	3054.000	1.000
J207 - J209	15.100	3055.000	3056.000	-1.000
J209 - J210	7.300	3056.000	3057.000	-1.000
J209 - J211	15.800	3056.000	3055.000	1.000
J211 - J212	5.700	3055.000	3056.000	-1.000
J211 - J213	17.900	3055.000	3056.000	-1.000
J213 - J214	6.020	3056.000	3057.000	-1.000
J213 - J215	10.600	3056.000	3057.000	-1.000
J215 - J216	7.020	3057.000	3057.000	0.000

J215 - J217	15.300	3057.000	3057.000	0.000
J217 - J218	7.700	3057.000	3058.000	-1.000
J217 - J219	17.520	3057.000	3058.000	-1.000
J219 - J220	5.300	3058.000	3059.000	-1.000
J219 - J221	13.800	3058.000	3059.000	-1.000
J221 - J222	5.800	3059.000	3059.000	0.000
J221 - J223	13.900	3059.000	3059.000	0.000
J223 - J224	5.700	3059.000	3060.000	-1.000
J223 - J225	15.500	3059.000	3062.000	-3.000
J225 - J226	5.500	3062.000	3064.000	-2.000
J225 - J227	13.100	3062.000	3063.000	-1.000
J227 - J228	4.900	3063.000	3065.000	-2.000
J227 - J229	13.600	3063.000	3064.000	-1.000
J229 - J230	4.400	3064.000	3065.000	-1.000
J229 - J231	13.800	3064.000	3064.000	0.000
J231 - J232	4.400	3064.000	3065.000	-1.000
J231 - J233	65.400	3064.000	3069.000	-5.000
J233 - J234	5.900	3069.000	3068.000	1.000
J233 - J235	42.600	3069.000	3068.000	1.000
J235 - J236	6.500	3068.000	3068.000	0.000
J235 - J237	13.220	3068.000	3068.000	0.000
J237 - J238	5.900	3068.000	3067.000	1.000
J237 - J239	41.100	3068.000	3068.000	0.000
J239 - J240	5.400	3068.000	3068.000	0.000
J239 - J241	18.250	3068.000	3068.000	0.000
J241 - J242	3.700	3068.000	3068.000	0.000
J241 - J243	14.500	3068.000	3068.000	0.000
J243 - J244	4.500	3068.000	3068.000	0.000
J243 - J245	45.300	3068.000	3067.000	1.000
J245 - J246	4.500	3067.000	3067.000	0.000
J245 - J247	10.230	3067.000	3067.000	0.000
J247 - J248	5.700	3067.000	3067.000	0.000
J247 - J249	10.500	3067.000	3066.000	1.000
J249 - J250	6.300	3066.000	3066.000	0.000
J249 - J251	13.900	3066.000	3066.000	0.000
J251 - J252	5.400	3066.000	3067.000	-1.000
J251 - J253	14.040	3066.000	3067.000	-1.000
J253 - J254	3.900	3067.000	3065.000	2.000
J253 - J255	10.620	3067.000	3065.000	2.000
J255 - J256	6.600	3065.000	3066.000	-1.000

J255 - J257	23.300	3065.000	3066.000	-1.000
J257 - J258	7.400	3066.000	3066.000	0.000
J257 - J259	11.140	3066.000	3066.000	0.000
J259 - J260	7.900	3066.000	3066.000	0.000
J259 - J261	12.700	3066.000	3066.000	0.000
J261 - J262	6.800	3066.000	3066.000	0.000
J261 - J263	12.300	3066.000	3065.000	1.000
J263 - J264	6.800	3065.000	3065.000	0.000
J263 - J265	10.600	3065.000	3065.000	0.000
J265 - J266	7.600	3065.000	3065.000	0.000
J265 - J267	22.400	3065.000	3065.000	0.000
J267 - J268	5.600	3065.000	3064.000	1.000
J267 - J269	11.530	3065.000	3064.000	1.000
J269 - J270	5.400	3064.000	3065.000	-1.000
J269 - J271	11.270	3064.000	3065.000	-1.000
J271 - J272	6.300	3065.000	3065.000	0.000
J271 - J273	10.010	3065.000	3064.000	1.000
J273 - J274	7.700	3064.000	3064.000	0.000
J273 - J275	13.700	3064.000	3064.000	0.000
J275 - J276	9.200	3064.000	3066.000	-2.000

J275 - J277	33.800	3064.000	3060.00	4.000
J277 - J278	22.500	3060.000	3060.00	0.000
J278 - J279	12.540	3060.000	3061.00	-1.000
J278 - J280	13.200	3060.000	3060.00	0.000
J280 - J281	6.900	3060.000	3061.00	-1.000
J280 - J282	17.100	3060.000	3063.00	-3.000
J277 - J283	26.500	3063.000	3067.00	-4.000
J277 - J284	44.140	3063.000	3065.00	-2.000
J284 - J285	5.600	3065.000	3066.00	-1.000
J284 - J286	11.130	3065.000	3064.00	1.000
J286 - J287	5.600	3064.000	3065.00	-1.000
J286 - J288	51.100	3064.000	3065.00	-1.000
J288 - J289	6.300	3065.000	3065.00	0.000
J288 - J290	10.830	3065.000	3065.00	0.000
J290 - J291	6.400	3065.000	3066.00	-1.000
J290 - J292	10.500	3065.000	3066.00	-1.000
J292 - J293	6.500	3066.000	3065.00	1.000
J292 - J294	19.200	3066.000	3065.00	1.000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

A. VERIFICACIÓN DE LA VELOCIDAD.

Las Velocidades de diseño son (0.6 – 3.0) m/s, mediante el Modelamiento hidráulico de la red obtenemos una velocidad máxima de 1.95 m/s y una velocidad mínima de 0.61 m/s.

Cuadro 94: Verificación de las velocidades Sector B.

TRAMO	GASTO (l/s)		LONG (m)	Pérdida de carga hf	DIÁMETRO (pulgadas)	DIÁMETRO REDONDEADO (pulgadas)	DIÁMETRO (metros)	VELOCIDAD (m/s)	PÉRDIDA DE CARGA	
	TRAMO	DISEÑO							hf (%)	HF (m)
CAPT 02 - CRP 01	0.987	0.987	148.720	0.605	0.785	1.000	0.025	1.95	0.180	26.793
CRP 01- RESER 02	0.987	0.987	135.890	0.662	0.770	1.000	0.025	1.95	0.180	24.482
CAPT 03 - RESER 02	0.987	0.987	137.500	0.655	0.772	1.000	0.025	1.95	0.180	24.772
RES - N-1	0.987	0.987	102.890	0.875	0.727	1.000	0.025	1.95	0.180	18.546

N1 - N2	0.000	0.243	160.830	0.560	0.468	1.000	0.025	1.05	0.013	2.166
N2 - N3	0.000	0.044	55.440	1.623	0.195	1.000	0.025	0.89	0.001	0.031
N3 - N4	0.007	0.007	14.700	6.122	0.075	1.000	0.025	0.89	0.000	0.000
N3 - N5	0.005	0.005	10.980	8.197	0.063	1.000	0.025	0.85	0.000	0.000
J3 - J6	0.000	0.031	11.330	7.944	0.123	1.000	0.025	0.79	0.000	0.003
J6 - J7	0.005	0.005	9.820	9.165	0.062	1.000	0.025	0.79	0.000	0.000
J6 - J8	0.000	0.026	34.260	2.627	0.144	1.000	0.025	0.69	0.000	0.007
J8 - J9	0.005	0.005	8.980	10.022	0.060	1.000	0.025	0.69	0.000	0.000
J8 - J10	0.000	0.020	9.900	9.091	0.101	1.000	0.025	0.65	0.000	0.001
J10 - J11	0.005	0.005	8.990	10.011	0.061	1.000	0.025	0.65	0.000	0.000
J10 - J12	0.000	0.015	7.200	12.500	0.084	1.000	0.025	0.61	0.000	0.001

J12 - J13	0.005	0.005	8.700	10.345	0.060	1.000	0.025	0.61	0.000	0.000
J12 - J14	0.009	0.009	19.000	4.737	0.086	1.000	0.025	0.61	0.000	0.001

J2 - J15	0.000	0.199	34.000	2.647	0.313	1.000	0.025	1.28	0.009	0.317
J15 - J16	0.009	0.009	17.510	5.140	0.085	1.000	0.025	1.28	0.000	0.001
J15 - J17	0.000	0.190	16.120	5.583	0.263	1.000	0.025	1.09	0.009	0.138
J17 - J18	0.009	0.009	10.630	8.467	0.076	1.000	0.025	1.09	0.000	0.000
J17 - J19	0.000	0.181	28.200	3.191	0.290	1.000	0.025	0.99	0.008	0.220
J19 - J20	0.005	0.005	9.140	9.847	0.061	1.000	0.025	0.99	0.000	0.000
J19 - J21	0.000	0.175	13.600	6.618	0.246	1.000	0.025	0.95	0.007	0.100
J21 - J22	0.005	0.005	8.630	10.429	0.060	1.000	0.025	0.95	0.000	0.000
J21- J23	0.000	0.170	17.110	5.260	0.255	1.000	0.025	0.89	0.007	0.119
J23 - J24	0.005	0.005	8.100	11.111	0.059	1.000	0.025	0.89	0.000	0.000
J23 - J25	0.000	0.164	11.990	7.506	0.234	1.000	0.025	0.89	0.007	0.078
J25 - J26	0.009	0.009	7.250	12.414	0.070	1.000	0.025	0.89	0.000	0.000
J25 - J27	0.000	0.155	11.970	7.519	0.229	1.000	0.025	0.89	0.006	0.070
J27 - J28	0.011	0.011	6.220	14.469	0.073	1.000	0.025	0.89	0.000	0.000
J27 - J29	0.000	0.144	10.600	8.491	0.217	1.000	0.025	0.79	0.005	0.054
J29 - J30	0.005	0.005	6.040	14.901	0.056	1.000	0.025	0.79	0.000	0.000
J29 - J31	0.000	0.139	14.500	6.207	0.228	1.000	0.025	0.79	0.005	0.069
J31 - J32	0.005	0.005	5.630	15.986	0.055	1.000	0.025	0.79	0.000	0.000
J31 - J33	0.000	0.133	13.400	6.716	0.221	1.000	0.025	0.77	0.004	0.059
J33 - J34	0.005	0.005	4.530	19.868	0.052	1.000	0.025	0.77	0.000	0.000
J34 - J35	0.000	0.128	16.700	5.389	0.228	1.000	0.025	0.75	0.004	0.069
J35 - J36	0.005	0.005	4.440	20.270	0.052	1.000	0.025	0.75	0.000	0.000
J35 - J37	0.000	0.122	11.400	7.895	0.207	1.000	0.025	0.73	0.004	0.043
J37 - J38	0.005	0.005	5.130	17.544	0.054	1.000	0.025	0.73	0.000	0.000

J37 - J39	0.000	0.117	9.600	9.375	0.196	1.000	0.025	0.71	0.003	0.033
J39 - J40	0.005	0.005	7.800	11.538	0.059	1.000	0.025	0.71	0.000	0.000
J39 - J41	0.000	0.111	16.540	5.441	0.216	1.000	0.025	0.69	0.003	0.053
J41 - J42	0.005	0.005	5.740	15.679	0.055	1.000	0.025	0.69	0.000	0.000
J41 - J43	0.000	0.106	12.050	7.469	0.198	1.000	0.025	0.69	0.003	0.035
J43 - J44	0.005	0.005	5.430	16.575	0.054	1.000	0.025	0.69	0.000	0.000
J43 - J45	0.000	0.100	10.900	8.257	0.190	1.000	0.025	0.67	0.003	0.029
J45 - J46	0.013	0.013	6.250	14.400	0.077	1.000	0.025	0.67	0.000	0.000
J45 - J47	0.000	0.088	10.500	8.571	0.179	1.000	0.025	0.67	0.002	0.021
J47 - J48	0.011	0.011	6.140	14.658	0.073	1.000	0.025	0.67	0.000	0.000
J47 - J49	0.000	0.077	11.540	7.799	0.174	1.000	0.025	0.67	0.002	0.018
J49 - J50	0.005	0.005	7.900	11.392	0.059	1.000	0.025	0.65	0.000	0.000
J49 - J51	0.000	0.071	129.840	0.693	0.281	1.000	0.025	0.65	0.001	0.181
J51 - J52	0.007	0.007	22.000	4.091	0.081	1.000	0.025	0.65	0.000	0.000
J51 - J53	0.000	0.064	17.720	5.079	0.177	1.000	0.025	0.65	0.001	0.020
J53 - J54	0.009	0.009	11.000	8.182	0.077	1.000	0.025	0.65	0.000	0.000
J53 - J55	0.000	0.055	14.100	6.383	0.160	1.000	0.025	0.63	0.001	0.012
J55 - J56	0.013	0.013	6.900	13.043	0.079	1.000	0.025	0.63	0.000	0.000
J55 - J57	0.000	0.042	11.000	8.182	0.137	1.000	0.025	0.63	0.001	0.006
J57 - J58	0.011	0.011	7.100	12.676	0.075	1.000	0.025	0.63	0.000	0.000
J57 - J59	0.000	0.031	10.400	8.654	0.121	1.000	0.025	0.63	0.000	0.003
J59 - J60	0.005	0.005	6.400	14.063	0.056	1.000	0.025	0.63	0.000	0.000
J59 - J61	0.000	0.026	24.600	3.659	0.134	1.000	0.025	0.61	0.000	0.005
J61 - J62	0.005	0.005	9.000	10.000	0.061	1.000	0.025	0.61	0.000	0.000
J61 - J63	0.000	0.020	10.850	8.295	0.103	1.000	0.025	0.61	0.000	0.001
J63 - J64	0.005	0.005	9.500	9.474	0.061	1.000	0.025	0.61	0.000	0.000
J63 - J65	0.000	0.015	12.900	6.977	0.095	1.000	0.025	0.61	0.000	0.001

J65 - J66	0.005	0.005	9.630	9.346	0.061	1.000	0.025	0.61	0.000	0.000
J65 - J67	0.009	0.009	30.240	2.976	0.095	1.000	0.025	0.61	0.000	0.001

J1 - J68	0.000	0.743	479.100	0.188	0.901	1.000	0.025	1.47	0.107	51.086
J68 - J69	0.005	0.005	12.400	7.258	0.065	1.000	0.025	1.47	0.000	0.000
J68 - J70	0.000	0.738	14.600	6.164	0.432	1.000	0.025	1.46	0.105	1.536
J70 - J71	0.005	0.005	10.700	8.411	0.063	1.000	0.025	1.46	0.000	0.000
J70 - J72	0.000	0.732	14.200	6.338	0.428	1.000	0.025	1.45	0.104	1.473
J72 - J73	0.005	0.005	11.700	7.692	0.064	1.000	0.025	1.45	0.000	0.000
J72 - J74	0.000	0.727	13.900	6.475	0.425	1.000	0.025	1.43	0.102	1.422
J74 - J75	0.005	0.005	10.460	8.604	0.062	1.000	0.025	1.43	0.000	0.000
J74 - J76	0.005	0.005	6.900	13.043	0.057	1.000	0.025	1.42	0.000	0.000

J74 - J77	0.000	0.716	7.200	12.500	0.368	1.000	0.025	1.41	0.099	0.716
J77 - J78	0.000	0.088	41.800	2.153	0.240	1.000	0.025	1.41	0.002	0.085
J78 - J79	0.009	0.009	12.040	7.475	0.078	1.000	0.025	1.41	0.000	0.000
J78 - J80	0.000	0.079	7.640	11.780	0.161	1.000	0.025	1.39	0.002	0.013
J80 - J81	0.007	0.007	9.900	9.091	0.069	1.000	0.025	1.39	0.000	0.000
J80 - J82	0.000	0.051	11.900	7.563	0.150	1.000	0.025	1.38	0.001	0.009
J82 - J83	0.007	0.007	8.600	10.465	0.067	1.000	0.025	1.38	0.000	0.000
J82 - J84	0.000	0.044	10.400	8.654	0.137	1.000	0.025	1.37	0.001	0.006
J84 - J85	0.009	0.009	7.300	12.329	0.070	1.000	0.025	1.37	0.000	0.000
J84 - J86	0.000	0.055	9.100	9.890	0.146	1.000	0.025	1.35	0.001	0.008
J86 - J87	0.007	0.007	7.500	12.000	0.065	1.000	0.025	1.35	0.000	0.000
J86 - J88	0.000	0.047	11.500	7.826	0.145	1.000	0.025	1.33	0.001	0.008
J88 - J89	0.011	0.011	6.800	13.235	0.074	1.000	0.025	1.33	0.000	0.000
J88 - J90	0.000	0.016	13.700	6.569	0.100	1.000	0.025	1.31	0.000	0.001

J90 - J91	0.005	0.005	6.200	14.516	0.056	1.000	0.025	1.31	0.000	0.000
J90 - J92	0.000	0.011	12.400	7.258	0.084	1.000	0.025	1.30	0.000	0.001
J92 - J93	0.005	0.005	6.100	14.754	0.056	1.000	0.025	1.30	0.000	0.000
J92 - J94	0.005	0.005	16.400	5.488	0.069	1.000	0.025	1.29	0.000	0.000
J78 - J95	0.000	0.020	11.600	7.759	0.105	1.000	0.025	1.28	0.000	0.002
J95 - J96	0.009	0.009	14.700	6.122	0.081	1.000	0.025	1.28	0.000	0.000
J95 - J97	0.000	0.011	12.040	7.475	0.084	1.000	0.025	1.26	0.000	0.001
J97 - J98	0.005	0.005	13.200	6.818	0.066	1.000	0.025	1.26	0.000	0.000
J97 - J99	0.005	0.005	24.500	3.673	0.075	1.000	0.025	1.25	0.000	0.000

J77 - J100	0.000	0.628	9.700	9.278	0.373	1.000	0.025	1.24	0.078	0.758
J100 - J101	0.005	0.005	7.800	11.538	0.059	1.000	0.025	1.24	0.000	0.000
J100 - J102	0.000	0.623	14.100	6.383	0.402	1.000	0.025	1.23	0.077	1.084
J102 - J103	0.005	0.005	7.900	11.392	0.059	1.000	0.025	1.23	0.000	0.000
J102 - J104	0.000	0.617	12.900	6.977	0.393	1.000	0.025	1.22	0.076	0.975
J104 - J105	0.005	0.005	7.120	12.640	0.058	1.000	0.025	1.22	0.000	0.000
J104 - J106	0.000	0.612	15.800	5.696	0.409	1.000	0.025	1.21	0.074	1.175
J106 - J107	0.005	0.005	6.500	13.846	0.057	1.000	0.025	1.21	0.000	0.000
J106 - J108	0.000	0.606	10.900	8.257	0.377	1.000	0.025	1.20	0.073	0.797
J108 - J109	0.005	0.005	7.120	12.640	0.058	1.000	0.025	1.20	0.000	0.000
J108 - J110	0.000	0.601	11.200	8.036	0.378	1.000	0.025	1.19	0.072	0.806
J110 - J111	0.005	0.005	20.300	4.433	0.072	1.000	0.025	1.19	0.000	0.000
J110 - J112	0.000	0.595	5.230	17.208	0.321	1.000	0.025	1.17	0.071	0.370
J112 - J113	0.009	0.009	7.500	12.000	0.071	1.000	0.025	1.17	0.000	0.000
J112 - J114	0.000	0.586	10.130	8.885	0.366	1.000	0.025	1.16	0.069	0.696
J114 - J115	0.005	0.005	8.800	10.227	0.060	1.000	0.025	1.16	0.000	0.000
J114 - J116	0.000	0.581	7.200	12.500	0.340	1.000	0.025	1.15	0.068	0.486

J116 - J117	0.005	0.005	9.900	9.091	0.062	1.000	0.025	1.15	0.000	0.000
J116 - J118	0.000	0.575	29.000	3.103	0.454	1.000	0.025	1.14	0.066	1.925
J118 - J119	0.000	0.071	76.560	1.176	0.251	1.000	0.025	1.14	0.001	0.107
J119 - J120	0.005	0.005	10.120	8.893	0.062	1.000	0.025	1.14	0.000	0.000
J119 - J121	0.000	0.066	13.200	6.818	0.169	1.000	0.025	1.12	0.001	0.016
J121 - J122	0.005	0.005	8.700	10.345	0.060	1.000	0.025	1.12	0.000	0.000
J121 - J123	0.000	0.060	13.500	6.667	0.164	1.000	0.025	1.11	0.001	0.014
J123 - J124	0.005	0.005	9.400	9.574	0.061	1.000	0.025	1.11	0.000	0.000
J123 - J125	0.000	0.055	13.900	6.475	0.159	1.000	0.025	1.10	0.001	0.012
J125 - J126	0.005	0.005	10.400	8.654	0.062	1.000	0.025	1.10	0.000	0.000
J125 - J127	0.000	0.049	12.000	7.500	0.148	1.000	0.025	1.09	0.001	0.008
J127 - J128	0.005	0.005	9.600	9.375	0.061	1.000	0.025	1.09	0.000	0.000
J127 - J129	0.000	0.044	17.800	5.056	0.154	1.000	0.025	1.08	0.001	0.010
J129 - J130	0.005	0.005	9.040	9.956	0.061	1.000	0.025	1.08	0.000	0.000
J129 - J131	0.000	0.038	12.400	7.258	0.136	1.000	0.025	1.07	0.000	0.005
J131 - J132	0.005	0.005	8.900	10.112	0.060	1.000	0.025	1.07	0.000	0.000
J131 - J133	0.000	0.033	13.500	6.667	0.130	1.000	0.025	1.06	0.000	0.004
J133 - J134	0.007	0.007	7.900	11.392	0.066	1.000	0.025	1.06	0.000	0.000
J133 - J135	0.000	0.026	10.700	8.411	0.113	1.000	0.025	1.05	0.000	0.002
J135 - J136	0.009	0.009	7.500	12.000	0.071	1.000	0.025	1.05	0.000	0.000
J135 - J137	0.000	0.016	12.600	7.143	0.099	1.000	0.025	1.03	0.000	0.001
J137 - J138	0.011	0.011	7.600	11.842	0.076	1.000	0.025	1.03	0.000	0.000
J137 - J139	0.005	0.005	20.850	4.317	0.072	1.000	0.025	1.01	0.000	0.000
J118 - J140	0.007	0.007	3.030	29.703	0.054	1.000	0.025	0.99	0.000	0.000
J118 - J141	0.000	0.497	12.030	7.481	0.357	1.000	0.025	0.98	0.051	0.609

J141 - J142	0.009	0.009	7.300	12.329	0.070	1.000	0.025	0.98	0.000	0.000
J141 - J143	0.000	0.488	14.300	6.294	0.367	1.000	0.025	0.96	0.049	0.699
J143 - J144	0.011	0.011	5.420	16.605	0.071	1.000	0.025	0.96	0.000	0.000
J143 - J145	0.000	0.477	15.100	5.960	0.368	1.000	0.025	0.94	0.047	0.708
J145 - J146	0.009	0.009	5.900	15.254	0.067	1.000	0.025	0.94	0.000	0.000
J145 - J147	0.000	0.467	12.700	7.087	0.353	1.000	0.025	0.92	0.045	0.574
J147 - J148	0.009	0.009	8.600	10.465	0.073	1.000	0.025	0.92	0.000	0.000
J147 - J149	0.000	0.458	15.400	5.844	0.364	1.000	0.025	0.90	0.044	0.672
J149 - J150	0.005	0.005	7.150	12.587	0.058	1.000	0.025	0.90	0.000	0.000
J149 - J151	0.000	0.453	27.800	3.237	0.411	1.000	0.025	0.89	0.043	1.186
J151 - J152	0.005	0.005	5.220	17.241	0.054	1.000	0.025	0.89	0.000	0.000
J151 - J153	0.000	0.447	55.100	1.633	0.472	1.000	0.025	0.88	0.042	2.297
J153 - J154	0.005	0.005	5.500	16.364	0.055	1.000	0.025	0.88	0.000	0.000
J153 - J155	0.000	0.442	36.400	2.473	0.430	1.000	0.025	0.87	0.041	1.484
J155 - J156	0.005	0.005	7.800	11.538	0.059	1.000	0.025	0.87	0.000	0.000
J155 - J157	0.000	0.436	12.000	7.500	0.339	1.000	0.025	0.86	0.040	0.478
J157 - J158	0.007	0.007	8.400	10.714	0.067	1.000	0.025	0.86	0.000	0.000
J157 - J159	0.000	0.429	14.400	6.250	0.350	1.000	0.025	0.85	0.039	0.556
J159 - J160	0.009	0.009	6.600	13.636	0.069	1.000	0.025	0.85	0.000	0.000
J159 - J161	0.000	0.420	12.400	7.258	0.337	1.000	0.025	0.83	0.037	0.460
J161 - J162	0.009	0.009	7.300	12.329	0.070	1.000	0.025	0.83	0.000	0.000
J161 - J163	0.000	0.411	18.000	5.000	0.361	1.000	0.025	0.81	0.036	0.641
J163 - J164	0.011	0.011	9.800	9.184	0.080	1.000	0.025	0.81	0.000	0.000
J163 - J165	0.000	0.400	13.800	6.522	0.338	1.000	0.025	0.79	0.034	0.468
J165 - J166	0.005	0.005	9.800	9.184	0.062	1.000	0.025	0.79	0.000	0.000
J165 - J167	0.000	0.394	16.600	5.422	0.350	1.000	0.025	0.78	0.033	0.548
J167 - J168	0.007	0.007	8.800	10.227	0.067	1.000	0.025	0.78	0.000	0.000

J167 - J169	0.000	0.387	15.600	5.769	0.343	1.000	0.025	0.76	0.032	0.498
J169 - J170	0.009	0.009	7.800	11.538	0.071	1.000	0.025	0.76	0.000	0.000

J169 - J171	0.000	0.378	28.700	3.136	0.386	1.000	0.025	0.75	0.031	0.876
J171 - J172	0.000	0.110	29.200	3.082	0.242	1.000	0.025	0.75	0.003	0.090
J172 - J173	0.011	0.011	32.600	2.761	0.103	1.000	0.025	0.75	0.000	0.001
J172 - J174	0.000	0.099	28.500	3.158	0.231	1.000	0.025	0.72	0.003	0.072
J174 - J175	0.009	0.009	12.600	7.143	0.079	1.000	0.025	0.72	0.000	0.000
J174 - J176	0.000	0.089	19.300	4.663	0.205	1.000	0.025	0.71	0.002	0.041
J176 - J177	0.007	0.007	8.800	10.227	0.067	1.000	0.025	0.71	0.000	0.000
J176 - J178	0.000	0.082	22.300	4.036	0.205	1.000	0.025	0.69	0.002	0.040
J178 - J179	0.005	0.005	6.140	14.658	0.056	1.000	0.025	0.69	0.000	0.000
J178 - J180	0.000	0.077	12.900	6.977	0.178	1.000	0.025	0.68	0.002	0.021
J180 - J181	0.000	0.000	7.240	12.431	0.000	1.000	0.025	0.68	0.000	0.000
J180 - J182	0.000	0.077	13.300	6.767	0.179	1.000	0.025	0.68	0.002	0.021
J182 - J183	0.009	0.009	5.900	15.254	0.067	1.000	0.025	0.68	0.000	0.000
J182 - J184	0.000	0.068	21.400	4.206	0.189	1.000	0.025	0.66	0.001	0.027
J184 - J185	0.009	0.009	4.900	18.367	0.065	1.000	0.025	0.66	0.000	0.000
J184 - J186	0.000	0.058	11.600	7.759	0.157	1.000	0.025	0.65	0.001	0.011
J186 - J187	0.000	0.000	5.700	15.789	0.000	1.000	0.025	0.65	0.000	0.000
J186 - J188	0.000	0.058	11.500	7.826	0.157	1.000	0.025	0.65	0.001	0.011
J188 - J189	0.005	0.005	5.500	16.364	0.055	1.000	0.025	0.65	0.000	0.000
J188 - J190	0.000	0.053	11.020	8.167	0.150	1.000	0.025	0.63	0.001	0.009
J190 - J191	0.009	0.009	8.000	11.250	0.072	1.000	0.025	0.63	0.000	0.000
J190 - J192	0.000	0.044	10.800	8.333	0.139	1.000	0.025	0.62	0.001	0.006
J192 - J193	0.011	0.011	7.800	11.538	0.076	1.000	0.025	0.62	0.000	0.000
J192 - J194	0.000	0.033	12.900	6.977	0.129	1.000	0.025	0.61	0.000	0.004

J194 - J195	0.005	0.005	6.030	14.925	0.056	1.000	0.025	0.61	0.000	0.000
J194 - J196	0.000	0.027	15.700	5.732	0.125	1.000	0.025	0.61	0.000	0.004
J196 - J197	0.007	0.007	5.900	15.254	0.062	1.000	0.025	0.61	0.000	0.000
J196 - J198	0.000	0.020	16.700	5.389	0.113	1.000	0.025	0.61	0.000	0.002
J198 - J199	0.009	0.009	6.500	13.846	0.069	1.000	0.025	0.61	0.000	0.000
J198 - J200	0.000	0.011	17.350	5.187	0.090	1.000	0.025	0.61	0.000	0.001
J200 - J201	0.005	0.005	10.240	8.789	0.062	1.000	0.025	0.61	0.000	0.000
J200 - J202	0.005	0.005	29.800	3.020	0.078	1.000	0.025	0.61	0.000	0.000

J171 - J203	0.000	0.268	33.100	2.719	0.349	0.750	0.019	1.19	0.004	0.132
J203 - J204	0.005	0.005	31.340	2.872	0.079	0.750	0.019	1.19	0.000	0.000
J203 - J205	0.000	0.263	16.440	5.474	0.299	0.750	0.019	1.16	0.004	0.063
J205 - J206	0.005	0.005	27.130	3.317	0.076	0.750	0.019	1.16	0.000	0.000
J205 - J207	0.000	0.257	18.700	4.813	0.305	0.750	0.019	1.12	0.004	0.069
J207 - J208	0.011	0.011	34.900	2.579	0.105	0.750	0.019	1.12	0.000	0.000
J207 - J209	0.000	0.247	15.100	5.960	0.287	0.750	0.019	1.09	0.003	0.052
J209 - J210	0.005	0.005	7.300	12.329	0.058	0.750	0.019	1.09	0.000	0.000
J209 - J211	0.000	0.241	15.800	5.696	0.287	0.750	0.019	1.05	0.003	0.052
J211 - J212	0.005	0.005	5.700	15.789	0.055	0.750	0.019	1.05	0.000	0.000
J211 - J213	0.000	0.236	17.900	5.028	0.292	0.750	0.019	1.02	0.003	0.056
J213 - J214	0.005	0.005	6.020	14.950	0.056	0.750	0.019	1.02	0.000	0.000
J213 - J215	0.000	0.230	10.600	8.491	0.259	0.750	0.019	0.98	0.003	0.032
J215 - J216	0.005	0.005	7.020	12.821	0.057	0.750	0.019	0.98	0.000	0.000
J215 - J217	0.000	0.225	15.300	5.882	0.277	0.750	0.019	0.95	0.003	0.044
J217 - J218	0.005	0.005	7.700	11.688	0.059	0.750	0.019	0.95	0.000	0.000
J217 - J219	0.000	0.219	17.520	5.137	0.283	0.750	0.019	0.91	0.003	0.048
J219 - J220	0.005	0.005	5.300	16.981	0.054	0.750	0.019	0.91	0.000	0.000

J219 - J221	0.000	0.214	13.800	6.522	0.266	0.750	0.019	0.88	0.003	0.036
J221 - J222	0.005	0.005	5.800	15.517	0.055	0.750	0.019	0.88	0.000	0.000
J221 - J223	0.000	0.208	13.900	6.475	0.264	0.750	0.019	0.84	0.002	0.035
J223 - J224	0.005	0.005	5.700	15.789	0.055	0.750	0.019	0.84	0.000	0.000
J223 - J225	0.000	0.203	15.500	5.806	0.268	0.750	0.019	0.81	0.002	0.037
J225 - J226	0.005	0.005	5.500	16.364	0.055	0.750	0.019	0.81	0.000	0.000
J225 - J227	0.000	0.197	13.100	6.870	0.256	0.750	0.019	0.77	0.002	0.030
J227 - J228	0.005	0.005	4.900	18.367	0.053	0.750	0.019	0.77	0.000	0.000
J227 - J229	0.000	0.192	13.600	6.618	0.255	0.750	0.019	0.74	0.002	0.029
J229 - J230	0.005	0.005	4.400	20.455	0.052	0.750	0.019	0.74	0.000	0.000
J229 - J231	0.000	0.186	13.800	6.522	0.253	0.750	0.019	0.70	0.002	0.028
J231 - J232	0.005	0.005	4.400	20.455	0.052	0.750	0.019	0.70	0.000	0.000
J231 - J233	0.000	0.181	65.400	1.376	0.347	0.750	0.019	0.70	0.002	0.126
J233 - J234	0.005	0.005	5.900	15.254	0.055	0.750	0.019	0.70	0.000	0.000
J233 - J235	0.000	0.175	42.600	2.113	0.313	0.750	0.019	0.70	0.002	0.077
J235 - J236	0.005	0.005	6.500	13.846	0.057	0.750	0.019	0.70	0.000	0.000
J235 - J237	0.000	0.170	13.220	6.808	0.242	0.750	0.019	0.70	0.002	0.023
J237 - J238	0.005	0.005	5.900	15.254	0.055	0.750	0.019	0.70	0.000	0.000
J237 - J239	0.000	0.164	41.100	2.190	0.303	0.750	0.019	0.70	0.002	0.066
J239 - J240	0.005	0.005	5.400	16.667	0.054	0.750	0.019	0.70	0.000	0.000
J239 - J241	0.000	0.159	18.250	4.932	0.252	0.750	0.019	0.67	0.002	0.028
J241 - J242	0.005	0.005	3.700	24.324	0.050	0.750	0.019	0.67	0.000	0.000
J241 - J243	0.000	0.153	14.500	6.207	0.237	0.750	0.019	0.67	0.001	0.021
J243 - J244	0.009	0.009	4.500	20.000	0.064	0.750	0.019	0.67	0.000	0.000
J243 - J245	0.000	0.144	45.300	1.987	0.295	0.750	0.019	0.67	0.001	0.057
J245 - J246	0.005	0.005	4.500	20.000	0.052	0.750	0.019	0.67	0.000	0.000
J245 - J247	0.000	0.139	10.230	8.798	0.212	0.750	0.019	0.67	0.001	0.012

J247 - J248	0.005	0.005	5.700	15.789	0.055	0.750	0.019	0.67	0.000	0.000
J247 - J249	0.000	0.133	10.500	8.571	0.210	0.750	0.019	0.63	0.001	0.011
J249 - J250	0.005	0.005	6.300	14.286	0.056	0.750	0.019	0.63	0.000	0.000
J249 - J251	0.000	0.128	13.900	6.475	0.219	0.750	0.019	0.63	0.001	0.014
J251 - J252	0.005	0.005	5.400	16.667	0.054	0.750	0.019	0.63	0.000	0.000
J251 - J253	0.000	0.122	14.040	6.410	0.216	0.750	0.019	0.63	0.001	0.013
J253 - J254	0.005	0.005	3.900	23.077	0.051	0.750	0.019	0.63	0.000	0.000
J253 - J255	0.000	0.117	10.620	8.475	0.200	0.750	0.019	0.63	0.001	0.009
J255 - J256	0.005	0.005	6.600	13.636	0.057	0.750	0.019	0.63	0.000	0.000
J255 - J257	0.000	0.111	23.300	3.863	0.232	0.750	0.019	0.63	0.001	0.018
J257 - J258	0.005	0.005	7.400	12.162	0.058	0.750	0.019	0.63	0.000	0.000
J257 - J259	0.000	0.106	11.140	8.079	0.195	0.750	0.019	0.63	0.001	0.008
J259 - J260	0.005	0.005	7.900	11.392	0.059	0.750	0.019	0.63	0.000	0.000
J259 - J261	0.000	0.100	12.700	7.087	0.197	0.750	0.019	0.63	0.001	0.008
J261 - J262	0.005	0.005	6.800	13.235	0.057	0.750	0.019	0.63	0.000	0.000
J261 - J263	0.000	0.095	12.300	7.317	0.191	0.750	0.019	0.61	0.001	0.007
J263 - J264	0.005	0.005	6.800	13.235	0.057	0.750	0.019	0.61	0.000	0.000
J263 - J265	0.000	0.089	10.600	8.491	0.181	0.750	0.019	0.61	0.001	0.006
J265 - J266	0.005	0.005	7.600	11.842	0.058	0.750	0.019	0.61	0.000	0.000
J265 - J267	0.000	0.084	22.400	4.018	0.207	0.750	0.019	0.61	0.000	0.010
J267 - J268	0.005	0.005	5.600	16.071	0.055	0.750	0.019	0.61	0.000	0.000
J267 - J269	0.000	0.079	11.530	7.806	0.175	0.750	0.019	0.61	0.000	0.005
J269 - J270	0.005	0.005	5.400	16.667	0.054	0.750	0.019	0.61	0.000	0.000
J269 - J271	0.000	0.073	11.270	7.986	0.170	0.750	0.019	0.61	0.000	0.004
J271 - J272	0.005	0.005	6.300	14.286	0.056	0.750	0.019	0.61	0.000	0.000
J271 - J273	0.000	0.068	10.010	8.991	0.161	0.750	0.019	0.61	0.000	0.003
J273 - J274	0.005	0.005	7.700	11.688	0.059	0.750	0.019	0.61	0.000	0.000

J273 - J275	0.000	0.062	13.700	6.569	0.166	0.750	0.019	0.61	0.000	0.004
J275 - J276	0.005	0.005	9.200	9.783	0.061	0.750	0.019	0.61	0.000	0.000

J275 - J277	0.000	0.057	33.800	2.663	0.194	0.750	0.019	0.88	0.000	0.008
J277 - J278	0.000	0.057	22.500	4.000	0.178	0.750	0.019	0.84	0.000	0.005
J278 - J279	0.005	0.005	12.540	7.177	0.065	0.750	0.019	0.84	0.000	0.000
J278 - J280	0.000	0.013	13.200	6.818	0.091	0.750	0.019	0.81	0.000	0.000
J280 - J281	0.005	0.005	6.900	13.043	0.057	0.750	0.019	0.81	0.000	0.000
J280 - J282	0.007	0.007	17.100	5.263	0.077	0.750	0.019	0.81	0.000	0.000
J277 - J283	0.005	0.005	26.500	3.396	0.076	0.750	0.019	0.77	0.000	0.000
J277 - J284	0.000	0.033	44.140	2.039	0.167	0.750	0.019	0.74	0.000	0.004
J284 - J285	0.005	0.005	5.600	16.071	0.055	0.750	0.019	0.74	0.000	0.000
J284 - J286	0.000	0.027	11.130	8.086	0.117	0.750	0.019	0.70	0.000	0.001
J286 - J287	0.005	0.005	5.600	16.071	0.055	0.750	0.019	0.70	0.000	0.000
J286 - J288	0.000	0.022	51.100	1.761	0.148	0.750	0.019	0.67	0.000	0.002
J288 - J289	0.005	0.005	6.300	14.286	0.056	0.750	0.019	0.67	0.000	0.000
J288 - J290	0.000	0.016	10.830	8.310	0.096	0.750	0.019	0.63	0.000	0.000
J290 - J291	0.005	0.005	6.400	14.063	0.056	0.750	0.019	0.63	0.000	0.000
J290 - J292	0.000	0.011	10.500	8.571	0.081	0.750	0.019	0.63	0.000	0.000
J292 - J293	0.005	0.005	6.500	13.846	0.057	0.750	0.019	0.63	0.000	0.000
J292 - J294	0.005	0.005	19.200	4.688	0.071	0.750	0.019	0.61	0.000	0.000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

A. VERIFICACIÓN DE LA PRESIÓN EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

Se trabajó teniendo en cuenta los parámetros de diseño del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, utilizando tubería clase 10 con una presión de trabajo mínima de 5 m.c.a y una máxima de 60 m.c.a.

Cuadro 95: Verificación de las presiones Sector B.

TRAMO	COTA PIEZOMÉTRICA (m.s.n.m)		COTA DEL TERRENO (m.s.n.m)		PRESIÓN (mca)	
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
CAPT 02 - CRP 01	3240.000	3213.207	3240.000	3181.300	0.000	31.907
CRP 01- RESER 02	3213.207	3188.725	3180.300	3152.060	32.907	36.665
CAPT 03 - RESER 02	3188.725	3163.954	3170.000	3152.060	18.725	11.894
RES - N-1	3163.954	3145.408	3150.300	3130.000	13.654	15.408
N1 - N2	3163.954	3161.788	3152.060	3140.000	11.894	21.788
N2 - N3	3161.788	3161.757	3140.000	3135.000	21.788	26.757
N3 - N4	3161.757	3161.756	3140.000	3132.000	21.757	29.756
N3 - N5	3161.756	3161.756	3132.000	3131.000	29.756	30.756
J3 - J6	3161.756	3161.753	3132.000	3133.000	29.756	28.753
J6 - J7	3161.753	3161.753	3133.000	3130.000	28.753	31.753
J6 - J8	3161.753	3161.745	3133.000	3124.000	28.753	37.745
J8 - J9	3161.745	3161.745	3124.000	3124.000	37.745	37.745
J8 - J10	3161.745	3161.744	3124.000	3123.000	37.745	38.744
J10 - J11	3161.744	3161.744	3123.000	3123.000	38.744	38.744
J10 - J12	3161.744	3161.743	3123.000	3123.000	38.744	38.743

J12 - J13	3161.743	3161.743	3123.000	3122.000	38.743	39.743
J12 - J14	3161.743	3161.743	3123.000	3120.000	38.743	41.743

J2 - J15	3161.743	3161.426	3140.000	3142.000	21.743	19.426
J15 - J16	3161.426	3161.425	3142.000	3134.000	19.426	27.425
J15 - J17	3161.425	3161.287	3142.000	3139.000	19.425	22.287
J17 - J18	3161.287	3161.287	3139.000	3134.000	22.287	27.287
J17 - J19	3161.287	3161.067	3139.000	3137.000	22.287	24.067
J19 - J20	3161.067	3161.067	3137.000	3136.000	24.067	25.067
J19 - J21	3161.067	3160.967	3137.000	3138.000	24.067	22.967
J21 - J22	3160.967	3160.967	3138.000	3136.000	22.967	24.967
J21 - J23	3160.967	3160.848	3138.000	3138.000	22.967	22.848
J23 - J24	3160.848	3160.848	3138.000	3135.000	22.848	25.848
J23 - J25	3160.848	3160.769	3138.000	3137.000	22.848	23.769
J25 - J26	3160.769	3160.769	3137.000	3135.000	23.769	25.769
J25 - J27	3160.769	3160.699	3137.000	3137.000	23.769	23.699
J27 - J28	3160.699	3160.699	3137.000	3135.000	23.699	25.699
J27 - J29	3160.699	3160.644	3137.000	3137.000	23.699	23.644
J29 - J30	3160.644	3160.644	3137.000	3135.000	23.644	25.644
J29 - J31	3160.644	3160.575	3137.000	3137.000	23.644	23.575
J31 - J32	3160.575	3160.575	3137.000	3135.000	23.575	25.575
J31 - J33	3160.575	3160.515	3137.000	3136.000	23.575	24.515
J33 - J34	3160.515	3160.515	3136.000	3135.000	24.515	25.515
J34 - J35	3160.515	3160.446	3136.000	3135.000	24.515	25.446
J35 - J36	3160.446	3160.446	3135.000	3134.000	25.446	26.446
J35 - J37	3160.446	3160.403	3135.000	3136.000	25.446	24.403
J37 - J38	3160.403	3160.403	3136.000	3135.000	24.403	25.403

J37 - J39	3160.403	3160.370	3136.000	3136.000	24.403	24.370
J39 - J40	3160.370	3160.370	3136.000	3135.000	24.370	25.370
J39 - J41	3160.370	3160.317	3136.000	3137.000	24.370	23.317
J41 - J42	3160.317	3160.317	3137.000	3136.000	23.317	24.317
J41 - J43	3160.317	3160.282	3137.000	3138.000	23.317	22.282
J43 - J44	3160.282	3160.282	3138.000	3137.000	22.282	23.282
J43 - J45	3160.282	3160.253	3138.000	3139.000	22.282	21.253
J45 - J46	3160.253	3160.253	3139.000	3138.000	21.253	22.253
J45 - J47	3160.253	3160.231	3139.000	3140.000	21.253	20.231
J47 - J48	3160.231	3160.231	3140.000	3139.000	20.231	21.231
J47 - J49	3160.231	3160.213	3140.000	3141.000	20.231	19.213
J49 - J50	3160.213	3160.213	3141.000	3140.000	19.213	20.213
J49 - J51	3160.213	3160.032	3141.000	3144.000	19.213	16.032
J51 - J52	3160.032	3160.031	3144.000	3141.000	16.032	19.031
J51 - J53	3160.031	3160.011	3144.000	3140.000	16.031	20.011
J53 - J54	3160.011	3160.011	3140.000	3138.000	20.011	22.011
J53 - J55	3160.011	3159.999	3140.000	3137.000	20.011	22.999
J55 - J56	3159.999	3159.998	3137.000	3136.000	22.999	23.998
J55 - J57	3159.998	3159.993	3137.000	3135.000	22.998	24.993
J57 - J58	3159.993	3159.992	3135.000	3133.000	24.993	26.992
J57 - J59	3159.992	3159.989	3135.000	3132.000	24.992	27.989
J59 - J60	3159.989	3159.989	3132.000	3130.000	27.989	29.989
J59 - J61	3159.989	3159.984	3132.000	3126.000	27.989	33.984
J61 - J62	3159.984	3159.984	3126.000	3126.000	33.984	33.984
J61 - J63	3159.984	3159.982	3126.000	3125.000	33.984	34.982
J63 - J64	3159.982	3159.982	3125.000	3125.000	34.982	34.982
J63 - J65	3159.982	3159.981	3125.000	3124.000	34.982	35.981

J65 - J66	3159.981	3159.981	3124.000	3124.000	35.981	35.981
J65 - J67	3159.981	3159.980	3124.000	3123.000	35.981	36.980

J1 - J68	3163.954	3112.867	3100.000	3089.00	63.954	23.867
J68 - J69	3112.867	3112.867	3089.000	3081.00	23.867	31.867
J68 - J70	3112.867	3111.332	3089.000	3085.00	23.867	26.332
J70 - J71	3111.332	3111.331	3085.000	3082.00	26.332	29.331
J70 - J72	3111.331	3109.858	3085.000	3086.00	26.331	23.858
J72 - J73	3109.858	3109.858	3086.000	3083.00	23.858	26.858
J72 - J74	3109.858	3108.436	3086.000	3086.00	23.858	22.436
J74 - J75	3108.436	3108.436	3086.000	3084.00	22.436	24.436
J74 - J76	3108.436	3108.436	3084.000	3087.00	24.436	21.436

J74 - J77	3108.436	3107.720	3086.000	3085.000	22.436	22.720
J77 - J78	3107.720	3107.634	3085.000	3077.000	22.720	30.634
J78 - J79	3107.634	3107.634	3077.000	3075.000	30.634	32.634
J78 - J80	3107.634	3107.621	3077.000	3077.000	30.634	30.621
J80 - J81	3107.621	3107.621	3077.000	3075.000	30.621	32.621
J80 - J82	3107.621	3107.612	3077.000	3074.000	30.621	33.612
J82 - J83	3107.612	3107.612	3074.000	3072.000	33.612	35.612
J82 - J84	3107.612	3107.606	3074.000	3071.000	33.612	36.606
J84 - J85	3107.606	3107.606	3071.000	3069.000	36.606	38.606
J84 - J86	3107.606	3107.598	3071.000	3069.000	36.606	38.598
J86 - J87	3107.598	3107.598	3069.000	3067.000	38.598	40.598
J86 - J88	3107.598	3107.590	3069.000	3067.000	38.598	40.590
J88 - J89	3107.590	3107.590	3067.000	3068.000	40.590	39.590
J88 - J90	3107.590	3107.589	3067.000	3068.000	40.590	39.589

J90 - J91	3107.589	3107.588	3068.000	3067.000	39.589	40.588
J90 - J92	3107.588	3107.588	3068.000	3067.000	39.588	40.588
J92 - J93	3107.588	3107.588	3067.000	3068.000	40.588	39.588
J92 - J94	3107.588	3107.588	3067.000	3067.000	40.588	40.588
J78 - J95	3107.588	3107.586	3077.000	3078.000	30.588	29.586
J95 - J96	3107.586	3107.586	3078.000	3077.000	29.586	30.586
J95 - J97	3107.586	3107.585	3078.000	3078.000	29.586	29.585
J97 - J98	3107.585	3107.585	3078.000	3078.000	29.585	29.585
J97 - J99	3107.585	3107.585	3078.000	3078.000	29.585	29.585

J77 - J100	3107.585	3106.827	3085.000	3085.00	22.585	21.827
J100 - J101	3106.827	3106.827	3085.000	3086.00	21.827	20.827
J100 - J102	3106.827	3105.743	3085.000	3085.00	21.827	20.743
J102 - J103	3105.743	3105.743	3085.000	3086.00	20.743	19.743
J102 - J104	3105.743	3104.767	3085.000	3084.00	20.743	20.767
J104 - J105	3104.767	3104.767	3084.000	3085.00	20.767	19.767
J104 - J106	3104.767	3103.592	3084.000	3083.00	20.767	20.592
J106 - J107	3103.592	3103.592	3083.000	3084.00	20.592	19.592
J106 - J108	3103.592	3102.795	3083.000	3083.00	20.592	19.795
J108 - J109	3102.795	3102.795	3083.000	3083.00	19.795	19.795
J108 - J110	3102.795	3101.989	3083.000	3083.00	19.795	18.989
J110 - J111	3101.989	3101.989	3083.000	3078.00	18.989	23.989
J110 - J112	3101.989	3101.619	3083.000	3081.00	18.989	20.619
J112 - J113	3101.619	3101.619	3081.000	3082.00	20.619	19.619
J112 - J114	3101.619	3100.922	3081.000	3081.00	20.619	19.922
J114 - J115	3100.922	3100.922	3081.000	3081.00	19.922	19.922
J114 - J116	3100.922	3100.436	3081.000	3079.00	19.922	21.436

J116 - J117	3100.436	3100.436	3079.000	3078.00	21.436	22.436
-------------	----------	----------	----------	---------	--------	--------

J116 - J118	3100.436	3098.511	3079.000	3077.00	21.436	21.511
J118 - J119	3098.511	3098.404	3077.000	3066.00	21.511	32.404
J119 - J120	3098.404	3098.404	3066.000	3064.00	32.404	34.404
J119 - J121	3098.404	3098.388	3066.000	3065.00	32.404	33.388
J121 - J122	3098.388	3098.388	3065.000	3064.00	33.388	34.388
J121 - J123	3098.388	3098.374	3065.000	3064.00	33.388	34.374
J123 - J124	3098.374	3098.374	3064.000	3063.00	34.374	35.374
J123 - J125	3098.374	3098.362	3064.000	3063.00	34.374	35.362
J125 - J126	3098.362	3098.362	3063.000	3062.00	35.362	36.362
J125 - J127	3098.362	3098.354	3063.000	3062.00	35.362	36.354
J127 - J128	3098.354	3098.354	3062.000	3061.00	36.354	37.354
J127 - J129	3098.354	3098.344	3062.000	3061.00	36.354	37.344
J129 - J130	3098.344	3098.343	3061.000	3060.00	37.344	38.343
J129 - J131	3098.343	3098.338	3061.000	3061.00	37.343	37.338
J131 - J132	3098.338	3098.338	3061.000	3060.00	37.338	38.338
J131 - J133	3098.338	3098.333	3061.000	3060.00	37.338	38.333
J133 - J134	3098.333	3098.333	3060.000	3059.00	38.333	39.333
J133 - J135	3098.333	3098.331	3060.000	3059.00	38.333	39.331
J135 - J136	3098.331	3098.331	3059.000	3058.00	39.331	40.331
J135 - J137	3098.331	3098.330	3059.000	3059.00	39.331	39.330
J137 - J138	3098.330	3098.329	3059.000	3058.00	39.330	40.329
J137 - J139	3098.329	3098.329	3059.000	3057.00	39.329	41.329

J118 - J140	3098.329	3098.329	3077.000	3078.00	21.329	20.329
J118 - J141	3098.329	3097.720	3078.000	3076.00	20.329	21.720

J141 - J142	3097.720	3097.720	3076.000	3078.00	21.720	19.720
J141 - J143	3097.720	3097.021	3076.000	3075.00	21.720	22.021
J143 - J144	3097.021	3097.021	3075.000	3076.00	22.021	21.021
J143 - J145	3097.021	3096.313	3075.000	3074.00	22.021	22.313
J145 - J146	3096.313	3096.313	3074.000	3075.00	22.313	21.313
J145 - J147	3096.313	3095.738	3074.000	3074.00	22.313	21.738
J147 - J148	3095.738	3095.738	3074.000	3075.00	21.738	20.738
J147 - J149	3095.738	3095.067	3074.000	3072.00	21.738	23.067
J149 - J150	3095.067	3095.067	3072.000	3073.00	23.067	22.067
J149 - J151	3095.067	3093.881	3072.000	3070.00	23.067	23.881
J151 - J152	3093.881	3093.881	3070.000	3072.00	23.881	21.881
J151 - J153	3093.881	3091.584	3070.000	3069.00	23.881	22.584
J153 - J154	3091.584	3091.584	3069.000	3066.00	22.584	25.584
J153 - J155	3091.584	3090.100	3069.000	3068.00	22.584	22.100
J155 - J156	3090.100	3090.100	3068.000	3066.00	22.100	24.100
J155 - J157	3090.100	3089.622	3068.000	3070.00	22.100	19.622
J157 - J158	3089.622	3089.622	3070.000	3073.00	19.622	16.622
J157 - J159	3089.622	3089.066	3070.000	3071.00	19.622	18.066
J159 - J160	3089.066	3089.066	3071.000	3069.00	18.066	20.066
J159 - J161	3089.066	3088.606	3071.000	3071.00	18.066	17.606
J161 - J162	3088.606	3088.606	3071.000	3068.00	17.606	20.606
J161 - J163	3088.606	3087.964	3071.000	3070.00	17.606	17.964
J163 - J164	3087.964	3087.964	3070.000	3063.00	17.964	24.964
J163 - J165	3087.964	3087.496	3070.000	3070.00	17.964	17.496
J165 - J166	3087.496	3087.496	3070.000	3060.00	17.496	27.496
J165 - J167	3087.496	3086.948	3070.000	3069.00	17.496	17.948
J167 - J168	3086.948	3086.948	3069.000	3060.00	17.948	26.948

J167 - J169	3086.948	3086.450	3069.000	3067.00	17.948	19.450
J169 - J170	3086.450	3086.450	3067.000	3064.00	19.450	22.450

J169 - J171	3086.450	3085.574	3067.000	3065.00	19.450	20.574
J171 - J172	3085.574	3085.484	3065.000	3049.00	20.574	36.484
J172 - J173	3085.484	3085.482	3049.000	3051.00	36.484	34.482
J172 - J174	3085.482	3085.410	3049.000	3052.00	36.482	33.410
J174 - J175	3085.410	3085.409	3052.000	3053.00	33.410	32.409
J174 - J176	3085.409	3085.368	3052.000	3052.00	33.409	33.368
J176 - J177	3085.368	3085.368	3052.000	3053.00	33.368	32.368
J176 - J178	3085.368	3085.328	3052.000	3051.00	33.368	34.328
J178 - J179	3085.328	3085.328	3051.000	3051.00	34.328	34.328
J178 - J180	3085.328	3085.307	3051.000	3049.00	34.328	36.307
J180 - J181	3085.307	3085.307	3049.000	3051.00	36.307	34.307
J180 - J182	3085.307	3085.286	3049.000	3050.00	36.307	35.286
J182 - J183	3085.286	3085.286	3050.000	3051.00	35.286	34.286
J182 - J184	3085.286	3085.259	3050.000	3049.00	35.286	36.259
J184 - J185	3085.259	3085.259	3049.000	3050.00	36.259	35.259
J184 - J186	3085.259	3085.247	3049.000	3049.00	36.259	36.247
J186 - J187	3085.247	3085.247	3049.000	3049.00	36.247	36.247
J186 - J188	3085.247	3085.236	3049.000	3048.00	36.247	37.236
J188 - J189	3085.236	3085.236	3048.000	3048.00	37.236	37.236
J188 - J190	3085.236	3085.227	3048.000	3047.00	37.236	38.227
J190 - J191	3085.227	3085.227	3047.000	3048.00	38.227	37.227
J190 - J192	3085.227	3085.221	3047.000	3047.00	38.227	38.221
J192 - J193	3085.221	3085.221	3047.000	3047.00	38.221	38.221
J192 - J194	3085.221	3085.216	3047.000	3046.00	38.221	39.216

J194 - J195	3085.216	3085.216	3046.000	3046.00	39.216	39.216
J194 - J196	3085.216	3085.213	3046.000	3045.00	39.216	40.213
J196 - J197	3085.213	3085.212	3045.000	3045.00	40.213	40.212
J196 - J198	3085.212	3085.210	3045.000	3045.00	40.212	40.210
J198 - J199	3085.210	3085.210	3045.000	3046.00	40.210	39.210
J198 - J200	3085.210	3085.209	3045.000	3045.00	40.210	40.209
J200 - J201	3085.209	3085.209	3045.000	3045.00	40.209	40.209
J200 - J202	3085.209	3085.209	3045.000	3047.00	40.209	38.209

J171 - J203	3085.574	3085.442	3065.000	3055.000	20.574	30.442
J203 - J204	3085.442	3085.441	3055.000	3051.000	30.442	34.441
J203 - J205	3085.441	3085.378	3055.000	3054.000	30.441	31.378
J205 - J206	3085.378	3085.378	3054.000	3051.000	31.378	34.378
J205 - J207	3085.378	3085.309	3054.000	3055.000	31.378	30.309
J207 - J208	3085.309	3085.309	3055.000	3054.000	30.309	31.309
J207 - J209	3085.309	3085.257	3055.000	3056.000	30.309	29.257
J209 - J210	3085.257	3085.257	3056.000	3057.000	29.257	28.257
J209 - J211	3085.257	3085.205	3056.000	3055.000	29.257	30.205
J211 - J212	3085.205	3085.205	3055.000	3056.000	30.205	29.205
J211 - J213	3085.205	3085.149	3055.000	3056.000	30.205	29.149
J213 - J214	3085.149	3085.149	3056.000	3057.000	29.149	28.149
J213 - J215	3085.149	3085.117	3056.000	3057.000	29.149	28.117
J215 - J216	3085.117	3085.117	3057.000	3057.000	28.117	28.117
J215 - J217	3085.117	3085.073	3057.000	3057.000	28.117	28.073
J217 - J218	3085.073	3085.073	3057.000	3058.000	28.073	27.073
J217 - J219	3085.073	3085.025	3057.000	3058.000	28.073	27.025
J219 - J220	3085.025	3085.025	3058.000	3059.000	27.025	26.025

J219 - J221	3085.025	3084.989	3058.000	3059.000	27.025	25.989
J221 - J222	3084.989	3084.989	3059.000	3059.000	25.989	25.989
J221 - J223	3084.989	3084.954	3059.000	3059.000	25.989	25.954
J223 - J224	3084.954	3084.954	3059.000	3060.000	25.954	24.954
J223 - J225	3084.954	3084.917	3059.000	3062.000	25.954	22.917
J225 - J226	3084.917	3084.917	3062.000	3064.000	22.917	20.917
J225 - J227	3084.917	3084.888	3062.000	3063.000	22.917	21.888
J227 - J228	3084.888	3084.888	3063.000	3065.000	21.888	19.888
J227 - J229	3084.888	3084.858	3063.000	3064.000	21.888	20.858
J229 - J230	3084.858	3084.858	3064.000	3065.000	20.858	19.858
J229 - J231	3084.858	3084.830	3064.000	3064.000	20.858	20.830
J231 - J232	3084.830	3084.830	3064.000	3065.000	20.830	19.830
J231 - J233	3084.830	3084.704	3064.000	3069.000	20.830	15.704
J233 - J234	3084.704	3084.704	3069.000	3068.000	15.704	16.704
J233 - J235	3084.704	3084.627	3069.000	3068.000	15.704	16.627
J235 - J236	3084.627	3084.627	3068.000	3068.000	16.627	16.627
J235 - J237	3084.627	3084.604	3068.000	3068.000	16.627	16.604
J237 - J238	3084.604	3084.604	3068.000	3067.000	16.604	17.604
J237 - J239	3084.604	3084.538	3068.000	3068.000	16.604	16.538
J239 - J240	3084.538	3084.538	3068.000	3068.000	16.538	16.538
J239 - J241	3084.538	3084.510	3068.000	3068.000	16.538	16.510
J241 - J242	3084.510	3084.510	3068.000	3068.000	16.510	16.510
J241 - J243	3084.510	3084.490	3068.000	3068.000	16.510	16.490
J243 - J244	3084.490	3084.490	3068.000	3068.000	16.490	16.490
J243 - J245	3084.490	3084.432	3068.000	3067.000	16.490	17.432
J245 - J246	3084.432	3084.432	3067.000	3067.000	17.432	17.432
J245 - J247	3084.432	3084.420	3067.000	3067.000	17.432	17.420

J247 - J248	3084.420	3084.420	3067.000	3067.000	17.420	17.420
J247 - J249	3084.420	3084.409	3067.000	3066.000	17.420	18.409
J249 - J250	3084.409	3084.409	3066.000	3066.000	18.409	18.409
J249 - J251	3084.409	3084.395	3066.000	3066.000	18.409	18.395
J251 - J252	3084.395	3084.395	3066.000	3067.000	18.395	17.395
J251 - J253	3084.395	3084.382	3066.000	3067.000	18.395	17.382
J253 - J254	3084.382	3084.382	3067.000	3065.000	17.382	19.382
J253 - J255	3084.382	3084.372	3067.000	3065.000	17.382	19.372
J255 - J256	3084.372	3084.372	3065.000	3066.000	19.372	18.372
J255 - J257	3084.372	3084.354	3065.000	3066.000	19.372	18.354
J257 - J258	3084.354	3084.354	3066.000	3066.000	18.354	18.354
J257 - J259	3084.354	3084.346	3066.000	3066.000	18.354	18.346
J259 - J260	3084.346	3084.346	3066.000	3066.000	18.346	18.346
J259 - J261	3084.346	3084.338	3066.000	3066.000	18.346	18.338
J261 - J262	3084.338	3084.338	3066.000	3066.000	18.338	18.338
J261 - J263	3084.338	3084.331	3066.000	3065.000	18.338	19.331
J263 - J264	3084.331	3084.331	3065.000	3065.000	19.331	19.331
J263 - J265	3084.331	3084.325	3065.000	3065.000	19.331	19.325
J265 - J266	3084.325	3084.325	3065.000	3065.000	19.325	19.325
J265 - J267	3084.325	3084.315	3065.000	3065.000	19.325	19.315
J267 - J268	3084.315	3084.315	3065.000	3064.000	19.315	20.315
J267 - J269	3084.315	3084.310	3065.000	3064.000	19.315	20.310
J269 - J270	3084.310	3084.310	3064.000	3065.000	20.310	19.310
J269 - J271	3084.310	3084.306	3064.000	3065.000	20.310	19.306
J271 - J272	3084.306	3084.306	3065.000	3065.000	19.306	19.306
J271 - J273	3084.306	3084.303	3065.000	3064.000	19.306	20.303
J273 - J274	3084.303	3084.303	3064.000	3064.000	20.303	20.303

J273 - J275	3084.303	3084.299	3064.000	3064.000	20.303	20.299
J275 - J276	3084.299	3084.299	3064.000	3066.000	20.299	18.299

J275 - J277	3084.299	3084.291	3064.000	3060.00	20.299	24.291
J277 - J278	3084.291	3084.286	3060.000	3060.00	24.291	24.286
J278 - J279	3084.286	3084.286	3060.000	3061.00	24.286	23.286
J278 - J280	3084.286	3084.286	3060.000	3060.00	24.286	24.286
J280 - J281	3084.286	3084.286	3060.000	3061.00	24.286	23.286
J280 - J282	3084.286	3084.286	3060.000	3063.00	24.286	21.286
J277 - J283	3084.286	3084.286	3063.000	3067.00	21.286	17.286
J277 - J284	3084.286	3084.282	3063.000	3065.00	21.286	19.282
J284 - J285	3084.282	3084.282	3065.000	3066.00	19.282	18.282
J284 - J286	3084.282	3084.282	3065.000	3064.00	19.282	20.282
J286 - J287	3084.282	3084.282	3064.000	3065.00	20.282	19.282
J286 - J288	3084.282	3084.280	3064.000	3065.00	20.282	19.280
J288 - J289	3084.280	3084.280	3065.000	3065.00	19.280	19.280
J288 - J290	3084.280	3084.279	3065.000	3065.00	19.280	19.279
J290 - J291	3084.279	3084.279	3065.000	3066.00	19.279	18.279
J290 - J292	3084.279	3084.279	3065.000	3066.00	19.279	18.279
J292 - J293	3084.279	3084.279	3066.000	3065.00	18.279	19.279
J292 - J294	3084.279	3084.279	3066.000	3065.00	18.279	19.279

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### **3.6. DISEÑO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO.**

#### **3.6.1. Generalidades.**

El ámbito geográfico, se relaciona directamente, con la dotación de agua. Esto varía según la zona donde se realice el proyecto. Para este proyecto por estar ubicado en una zona rural de la sierra, el consumo es mucho menor.

#### **3.6.2. Parámetros de diseño.**

##### **3.6.2.1. Ámbito geográfico.**

El ámbito geográfico, se relaciona directamente, con la dotación de agua. Esto varía según la zona donde se realice el proyecto. Para este proyecto por estar ubicado en una zona rural de la sierra, el consumo es mucho menor.

##### **3.6.2.2. Dispersión de la población.**

La situación idónea, para desarrollar un sistema de saneamiento con redes de alcantarillado, es tener a la población concentrada, para que así el desarrollo de este sistema sea factible, tener una población dispersa genera que el desarrollo de este sistema no sea económicamente factible.

##### **3.6.2.3. Inundabilidad del terreno.**

Ante la evidencia de la inundabilidad de terreno se optó como única solución utilizar Unidades Básicas de Saneamiento.

##### **3.6.2.4. Posibilidad de descarga de agua.**

Es necesario en zonas no inundables conocer si la dotación de agua nos permite realizar descargas teniendo en cuenta una descarga mínima de 3 litros.

##### **3.6.2.5. Permeabilidad del terreno.**

Es la capacidad que tiene el suelo de filtrar el agua proveniente de las unidades básicas. Esta característica se determinó mediante ensayos de permeabilidad y percolación.

### **3.6.2.6. Profundidad del acuífero.**

Se hacen necesarios los sondeos en las zonas de instalación con la finalidad de asegurar que los acuíferos no sean contaminados por percolación.

### **3.6.3. Opción tecnológica adoptada.**

El proyecto exige como opción más factible el uso de Unidades Básicas de Saneamiento con arrastre hidráulico (UBS-AH).

Esta solución incluye un sistema de separación de sólidos (biodigestor).

#### **3.6.3.1. Criterios de diseño.**

- La caseta de las UBS está ubicada a más de 5 metros de la vivienda.
- El pozo de absorción será ubicado a una distancia no menor de 3 de la vivienda.
- Donde se proyecte construir pozos de absorción no debe existir puntos de extracción de agua para consumo humano en un radio de 30 metros de la captación.
- Las dimensiones del pozo de absorción deberán permitir su fácil acceso para su limpieza.

#### **3.6.3.2. Elementos.**

el diseño de la UBS contendrá los siguientes elementos:

- caseta o cuarto de baño: Inodoro, Ducha, Conducto de evacuación y Tubería de ventilación.
- Lavadero multiusos (dentro de la caseta).
- Caja de registro.
- Sistema de tratamiento: Biodigestor.
- Sistema de descarga: Pozo de absorción.

### **3.6.3.3. Parámetros de diseño de los elementos de la UBS.**

#### **3.6.3.3.1. Caseta.**

- El alto de la caseta será de 1.90 m en su extremo más corto, puerta de 0.70 y 1.70 m de altura.
- La puerta será ubicada frente a la corriente de aire más frecuente, con el fin de garantizar su ventilación.
- El material para la construcción de la caseta será ladrillo de arcilla cocido unido con mortero, columnas y vigas de concreto armado.
- El techo de calamina galvanizada, tendrá una pendiente de 10% y un voladizo de 30 cm.
- Ventana alta con una altura no menor a 15 cm, ni un área menor a 0.10 m<sup>2</sup>.
- El piso será de concreto con acabado de cemento pulido.

#### **3.6.3.3.2. Aparato sanitario (Inodoro).**

Los inodoros a utilizar serán de tipo tasa de tanque bajo con losa del tipo vitrificada color blanco, con sifón para la formación del sello hidráulico.

#### **3.6.3.3.3. Conducto de evacuación.**

Sera de PVC de 4 pulgadas, con pendiente no menor a 3% desde el aparato sanitario, a la caja de registro y desde esta al Biodigestor.

#### **3.6.3.3.4. Tubería de ventilación.**

Después del conducto de evacuación se colocará la tubería de ventilación, prolongándose 50 cm por encima de la caseta. Esta será de PVC de 2 pulgadas. Un sombrero de ventilación será colocado en la parte superior.

#### **3.6.3.3.5. Caja de registro.**

Se proyecta la instalación de dos cajas de registro, tanto para la reunión de aguas grises de la ducha y lavadero de uso múltiple, como para la reunión de aguas negras provenientes del inodoro. las dimensiones consideradas para las cajas serán de 0.30 x 0.60 m. Y la tapa removible se colocará a 5 cm, por encima del terreno natural.

### **3.6.3.3.6. Biodigestor.**

- Los biodigestores a utilizar serán prefabricados de material polietileno, dentro de este recipiente los desechos serán sometidos a una descomposición del tipo anaeróbica, obteniéndose un lodo que será retirado periódicamente.
- Las dimensiones del biodigestor serán obtenidas según norma IS.020, en función de los habitantes y dotación considerada.

### **3.6.4. Selección de biodigestor y diseño de poza de infiltración.**

#### **3.6.4.1. Diseño del biodigestor.**

se tiene en cuenta lo siguiente:

- Población futura por vivienda.
- Población futura en I.E.

Para seleccionar el biodigestor se tiene en cuenta lo siguiente:

- a) Aparatos sanitarios a emplear en la UBS.
  - En viviendas: ducha, inodoro con tanque-descarga reducido, lavacera y lavadero.
  - En I.E. (para niñas): inodoro con tanque-descarga reducido, lavacera y lavadero.
  - En I.E. (para niños): inodoro con tanque-descarga reducido, urinario, lavacera y lavadero.
- b) Unidad de descarga por aparato sanitario.

Según RNE-IS.010, muestra las unidades de gasto para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en uso público y privado para red de agua fría.

Aparato sanitario	Tipo	Unida de gasto
Inodoro	Con tanque descarga - reducido	1.5
Lavatorio		0.75
Lavadero		2
Ducha		1.5
Urinario	Con tanque	3

Cuadro 96: Unidades de descarga de los aparatos sanitarios

FUENTE: RNE-IS.010

- En viviendas se tiene un total de 5.75 unidades de descarga.
  - En la Institución Educativa, se tiene para niños 7.25 unidades de descarga, y para niñas 4.25 unidades de descarga.
- c) Capacidad para diseñar.
- Para viviendas se utiliza un biodigestor de 600 litros.
  - Para la Institución Educativa se utiliza un biodigestor de 1300 litros.

### 3.6.4.2. Cálculo de la capacidad del biodigestor.

- a) Tiempo de retención (PR).

Se emplea la siguiente formula.

$$PR = 1.5 - 0.3\log(\text{aporte})$$

Reemplazando, se obtiene:

PR	Vivienda	I.E.
PR (días)	0.84	0.48
PR (horas)	20.16	11.52

Cuadro 97: Tiempo de retención en el biodigestor.

FUENTE: Elaboración propia

Cumple con la condición de que el tiempo mínimo de retención debe ser 6 horas según IS.020.

b) Volumen del biodigestor.

a. Volumen de sedimentación.

Se calcula mediante la siguiente expresión.

$$V_s = 10^{-3} * (p * q) * PR$$

Dónde:

**Vs:** Volumen de sedimentación.

**P:** Población servida.

**q:** Caudal de aporte unitario de aguas residuales (80% de la dotación de agua).

**PR:** Periodo de retención hidráulico.

Reemplazando, se obtiene:

	Vivienda m <sup>3</sup>	I.E. m <sup>3</sup>
Vs	0.134	1.1

Cuadro 98: Volumen de sedimentación.

FUENTE: Elaboración propia

b. Volumen de digestión y almacenamiento.

Adicionalmente se debe considerar un volumen de digestión y almacenamiento el cual se calculará con la siguiente expresión:

$$V_d = 70 * 10^{-3} * P * N$$

Dónde:

**N:** Intervalo de años para la remoción de lodos (mínimo 1 año).

Entonces el volumen de digestión y almacenamiento será:

	Vivienda m <sup>3</sup>	I.E. m <sup>3</sup>
Vd	0.42	0.18

Cuadro 99: Volumen de digestión y almacenamiento.

FUENTE: Elaboración propia

c. Volumen total del biodigestor.

Es igual a la suma de los dos volúmenes anteriormente mencionados:

	Vivienda m <sup>3</sup>	I.E. m <sup>3</sup>
Vtotal	0.55	1.28

Cuadro 100: Volumen total del biodigestor.

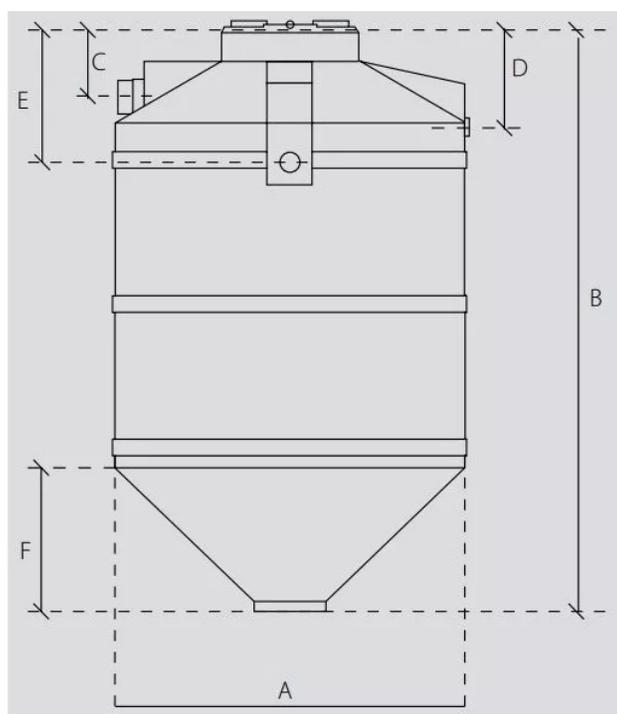
FUENTE: Elaboración propia

d. Volumen adoptado.

Los biodigestores prefabricados más comerciales son los de 600, 1300 y 3000 litros de capacidad. Por ello al necesitar 550 litros para viviendas se optó por elegir un biodigestor de 600 litros. Mientras que para la I.E. Al necesitar 1280 litros se optó por uno de 1300 litros.

e. Estimación de profundidad efectiva. Se tiene medidas estandarizadas del catálogo Rotoplas, en la modalidad de biodigestores.

Figura 29: Medidas estandarizadas del biodigestor Rotoplas.



FUENTE: ROTOPLAS.

	600.00 Lt	1300.00 Lt
A	0.9 m	1.20 m
B	1.65 m	1.97 m
C	0.25 m	0.25 m
D	0.35 m	0.35 m
E	0.48 m	0.48 m
F	0.32 m	0.45 m

Cuadro 101: Medidas estandarizadas del biodigestor Rotoplas

FUENTE: Rotoplas

f. Dimensionamiento de la cámara de lodo.

Para hacer el cálculo se necesita:

- Volumen de lodos que evacua el biodigestor: 0.10 m<sup>3</sup>.
- Altura para cámara h. mínimo 0.50 = 0.70 m.
- Área de lodos  $A = V/h = 0.14$  m<sup>2</sup>.

Para efectos de diseño, adoptamos las siguientes medidas:

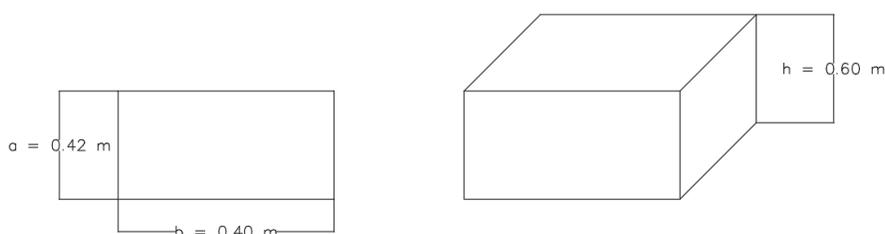


Figura 30: Dimensiones de la cámara de lodo.

FUENTE: Elaboración propia

### 3.6.5. Diseño de las zanjas de infiltración.

#### 3.6.5.1. Datos generales.

Para el proyecto se diseñó con zanjas de infiltración, puesto que las aguas tratadas serán vertidas a la vegetación, y para ello se tuvo en cuenta algunos criterios como:

- Tener en cuenta que la separación mínima entre zanjas es de 1 metro.
- La longitud máxima de las zanjas será de 30 metros.

### 3.6.5.1. Dimensionamiento de las zanjas.

a) Área de infiltración.

Se emplea la siguiente formula.

$$A = \frac{Q * P}{R}$$

Dónde:

A= Área de la zanja de infiltración en m<sup>2</sup>.

Q= Aportación diaria de agua por persona al día (lt/hab/día).

P= Número de personas.

R= Taza de infiltración en lt/me/día = 60.00

Para calcular la tasa de infiltración, se tiene que tener el coeficiente de infiltración y dicho dato fue obtenido en el ensayo de infiltración realizado en campo, teniendo un valor promedio de 2.67 min/cm.

COEFICIENTE DE INFILTRACIÓN (min/cm) (I)	TASA DE INFILTRACIÓN (R) (Lt/m <sup>2</sup> /día)	AREA DE INFILTRACIÓN A=(Q*P)/R (m <sup>2</sup> )	LONGITUD DE TUBERÍA L = A/a (m)
0.41 - 0.41	189.00 m <sup>2</sup>	0.85 m <sup>2</sup>	1.41 m
0.41 - 0.83	130.00 m <sup>2</sup>	1.23 m <sup>2</sup>	2.05 m
0.83 - 1.25	109.00 m <sup>2</sup>	1.47 m <sup>2</sup>	2.45 m
1.25 - 1.66	94.00 m <sup>2</sup>	1.70 m <sup>2</sup>	2.84 m
1.66 - 2.08	83.00 m <sup>2</sup>	1.93 m <sup>2</sup>	3.21 m
2.08 - 4.16	60.00 m <sup>2</sup>	2.67 m <sup>2</sup>	4.44 m
4.16 - 6.25	49.00 m <sup>2</sup>	3.27 m <sup>2</sup>	5.44 m
6.25 - 12.25	34.00 m <sup>2</sup>	4.71 m <sup>2</sup>	7.84 m
12.25 - 18.75	30.00 m <sup>2</sup>	5.33 m <sup>2</sup>	8.89 m
18.75 - 25.00	22.00 m <sup>2</sup>	7.27 m <sup>2</sup>	12.12 m

Cuadro 102: Coeficiente de infiltración.

FUENTE: Elaboración propia

a) Longitud de tubería.

Del cuadro anterior, se determinó que la longitud de la zanja es de 4.5 m, utilizando la fórmula:

$$L = \frac{A}{a}$$

Dónde:

L= Longitud de zanja de infiltración o campo de riego de agua tratada en (m).

A= Área de la zanja de infiltración en m<sup>2</sup>

a= Ancho de la zanja de infiltración.

Reemplazando, se obtiene:

$$L = \frac{2.67}{0.6}$$

$$L = 4.5 \text{ m}$$

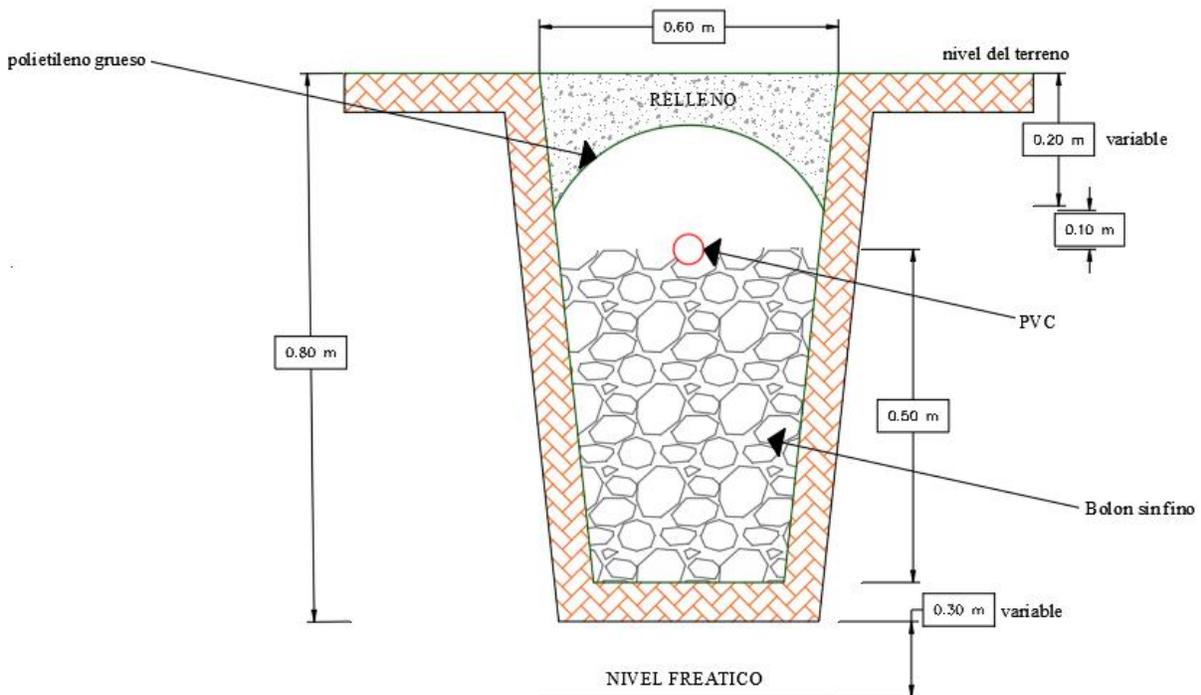


Figura 31: Dimensiones de la zanja de infiltración.

FUENTE: Elaboración propia

## **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.**

### **3.7.1. Generalidades.**

Este trabajo se elaboró con fin de crear inquietudes que favorezcan la toma de conciencia sobre el problema de contaminación y en lo posible, el desarrollar actividades en la comunidad que contribuirán con el control de la contaminación de nuestro medio ambiente. La contaminación del medio ambiente constituye uno de los problemas más críticos en el mundo y es por ello que ha surgido la necesidad de la toma de conciencia buscando alternativas de solución. El Estudio del Impacto Ambiental tiene como objetivo identificar, predecir, interpretar y comunicar los probables impactos ambientales que el proyecto podría ocasionar en los diversos componentes del medio ambiente, proponiendo las medidas correctivas apropiadas y proponer medidas adecuadas para potenciar los impactos benéficos sobre la población en general.

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

**Nombre del Proyecto:** “Diseño del Sistema de Agua Potable y UBS Sector Las Peñas y Poyo Colorado, Distrito de Huamachuco, Provincia Sánchez Carrión, La Libertad”

**Monto estimado de la inversión:** S/. 2' 360' 474. 74

#### **Ubicación física del Proyecto**

- Sectores : Las Peñas – Poyo Colorado
- Caserío : Yanac
- Distrito : Huamachuco
- Provincia : Sánchez Carrión
- Departamento : La Libertad

**Tiempo de vida útil del proyecto:** 20 años

**Tiempo de ejecución:** 4 meses

### **Componentes del proyecto**

Para el sistema de agua potable:

- 3 captaciones de tipo ladera.
- Líneas de conducción de 462.81 m de tubería PVC C-10 Ø1”
- 1 reservorio de 10 m<sup>3</sup>.
- 1 reservorio de 15 m<sup>3</sup>.
- 1 cámara rompe presión CRP-T6.
- Conexiones domiciliarias a 234 viviendas, 1 local comunal, 1 institución educativa y 1 jardín inicial.
- 14 válvulas de purga, 08 válvulas de aire.
- 16 válvulas de control.

Para el sistema de saneamiento

- 237 UBS con arrastre hidráulico
- 234 biodigestores de 600 lts y 3 de 1300 lts.

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

El área de influencia ambiental está conformada por dos áreas bien definidas: El área de Influencia directa (AID), que constituyen las 234 familias beneficiadas, 01 local comunal, 02 institución educativa en el sistema proyectado en el cuál las actividades de construcción de saneamiento afectaran directamente los ecosistemas existentes dentro del ámbito, por otro lado, está el Área de Influencia Indirecta (AII), donde los efectos de la obra sobre el entorno se ejercen en forma inducida.

### **3.7.4. Diagnóstico ambiental.**

#### **3.7.4.1. Medio físico.**

##### **Recursos hídricos:**

La fuente de agua presente es de manantial subterráneo.

##### **Recurso suelo.**

La zona del proyecto presenta suelos estables en casi toda la zona del área de influencia de todo el proyecto.

##### **Aire.**

La calidad del aire es buena, no existiendo otras actividades que puedan alterar su calidad u otras variables como el nivel de ruido.

##### **Clima.**

El área de estudio presenta condiciones meteorológicas; mayormente de características secas y frías. Los meses de más lluvia son de diciembre a marzo. En esta zona la temperatura media tiende a ser entre templado a frío.

##### **Relieve.**

El relieve del terreno es accidentado de 20 - 30% y escarpado en un 70%.

#### **3.7.4.2. Medio biótico.**

##### **Flora.**

La flora existente está representada principalmente por pastos naturales, algunos arbustos y árboles (principalmente eucaliptos), respecto a las especies

vegetales cultivadas tenemos al maíz, arveja y papa como principales representantes.

### **Fauna.**

La fauna de importancia está constituida por algunas aves silvestres propias de la zona, también es importante mencionar las especies domesticas que se desarrollan en esta zona tales como ovinos, porcinos y vacunos.

### **3.7.4.3. Medio socioeconómico.**

#### **Aspecto social**

- **Población afectada**

Los Sectores de Las Peñas y Poyo Colorado están constituidos por una población dispersa; cuenta con 846 habitantes distribuidos en toda la localidad, y de las cuales hay 234 familias, 01 local comuna y 02 Instituciones educativas.

- **Salud y Saneamiento Básico**

En esta zona el centro de salud más cercano se encuentra en el caserío de Yanac Centro que está a unos 20 minutos a pie. Sin embargo, cabe indicar que la mayoría de la población acude a la medicina tradicional para el tratamiento de dichas enfermedades.

- **Aspecto económico**

La población en su mayoría es rural, por lo cual es una población que realiza como actividades económicas la actividad agrícola y ganadera.

- **Agricultura.**

La población del área del proyecto es rural, se centra preferentemente en

la siembra, cultivo, cosecha de productos como: papa, maíz y hortalizas para el autoconsumo de los mismos.

- **Ganadería.**

En la ganadería, mayor importancia tiene la crianza de ganado vacuno y ovino. Debemos mencionar además que la cría de animales menores es de significativa importancia como: cuyes, gallinas, etc.

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

#### **3.7.5.1. Características del proyecto.**

El presente proyecto va a desarrollar las siguientes actividades:

**a) Etapa de Planificación:** durante esta época se realizarán las siguientes labores:

- Se procederá a limpiar la maleza, barro, material suelto, etc. a los caminos de acceso a las captaciones y reservorios proyectados.

**b) Etapa de construcción:** durante este periodo se realizarán las siguientes tareas:

- **Excavación manual de zanjas y estructuras:** el procedimiento constructivo se realizará con mano de obra nivelando el fondo de la cimentación rebajando las protuberancias hasta alcanzar los niveles especificados en los planos.
- **Concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  p/revest. E=0.10m – inc soleras  $f'c= 210\text{ kg/cm}^2$  para concreto armado,** Comprende el suministro de mano de obra, herramienta, materiales y equipo necesario para la preparación y transporte, vaciado, acabado y curado del concreto simple  $f'c = 175\text{ kg/cm}^2$ , el cual será utilizado para las soleras y concreto armado  $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$  en estructuras como captación, reservorios.

- **Encofrado y Desencofrado:** comprende Los encofrados deberán ajustarse a la configuración líneas de elevación y dimensiones indicadas en el plano. Los encofrados deberán ser adecuadamente fuertes, rígidos y durables, para soportar todos los esfuerzos que se le impongan, y para permitir todas las operaciones incidentales al vaciado y compactación del concreto, sin sufrir ninguna deformación, flexión o daños que podrían afectar la calidad del trabajo del concreto.
- **Junta con Wáter Stop:** contempla el suministro de tapajuntas del tipo wáter stop, material elastomérico, para sellado de las juntas de contracción y dilatación, de las estructuras indicadas en los planos y según las especificaciones técnicas.

**c) Etapa de mantenimiento:** durante este periodo se realizarán las siguientes tareas:

- En la etapa de mantenimiento no se originan impactos ambientales significativos, ya que la eliminación de sedimentos a causa de la limpieza será en mínimo volumen en comparación a cuando estaba sin mejorar, sino se contará con las estructuras, redes de distribución y UBS mejorados.

**d) Etapa de abandono;** durante este periodo se realizarán las siguientes tareas:

- En esta fase prevista al final de la ejecución, se realizarán labores de mitigación ambiental, tratando que la zona afectada no sufra alteraciones en lo posible, por lo que se ha dispuesto lo siguiente:

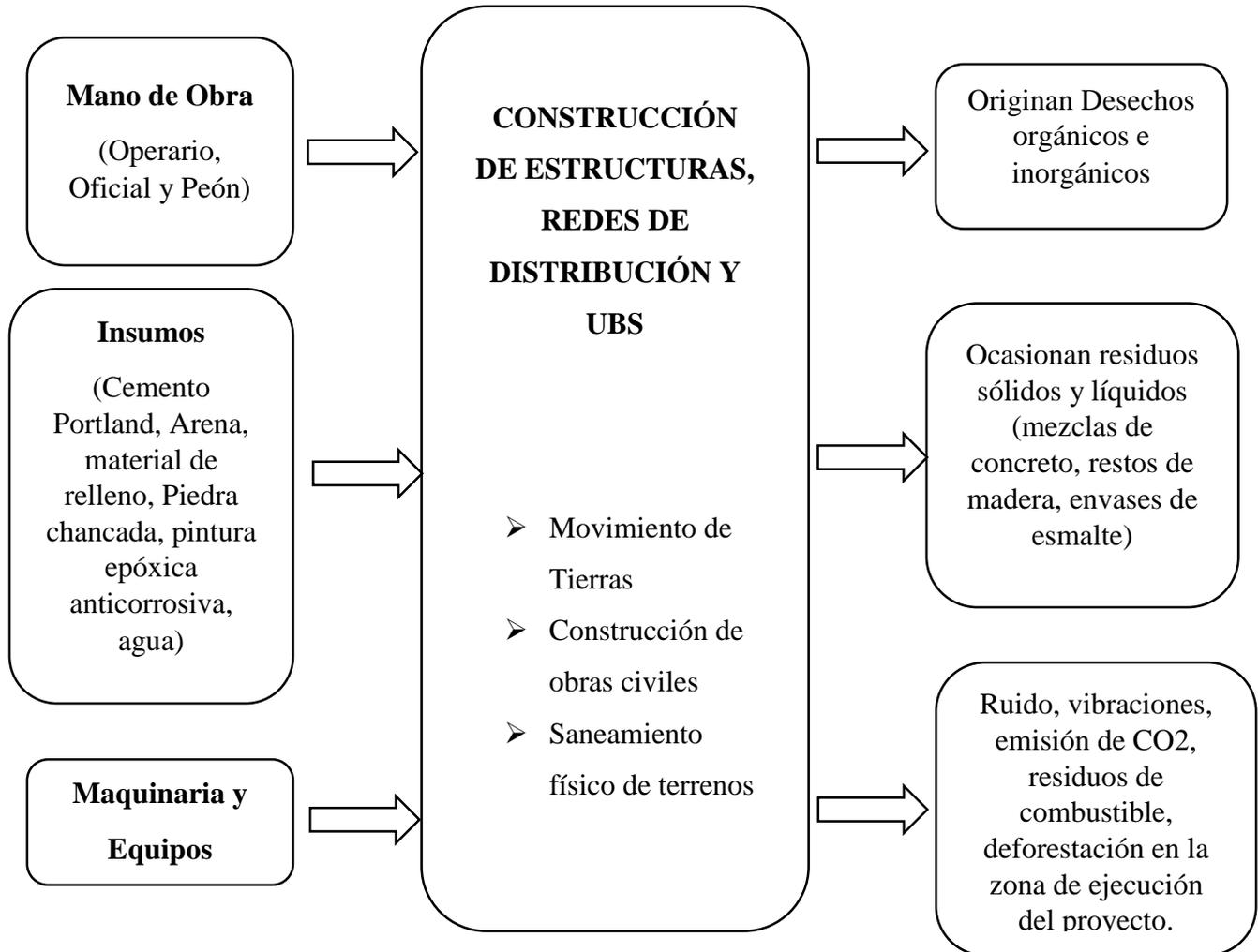


Figura 32: Flujograma del proceso de ejecución del proyecto.

FUENTE: Elaboración propia

### 3.7.5.2. Identificación de posibles impactos ambientales.

Se elaboran submatrices de evaluación de posibles impactos en cada medio, su tipo de efecto que pueden causar y el grado de impacto de las actividades desarrolladas durante la construcción y operación.

		<b>ACTIVIDAD</b>	<b>POSIBLE IMPACTO</b>	<b>TIPO DE EFECTO</b>	<b>GRADO</b>	
<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS</b>	<b>CONSTRUCCIÓN</b>	Movimiento de tierras.	Contaminación con polvo.	Directo Temporal Reversible, Poco importante	-2	
		Construcción de caja de válvulas para distribución de agua.	Contaminación con polvo y otro material particulado.		-1	
			Contaminación con ruidos de quipos de construcción.		-1	
		Construcción de obras civiles.	Contaminación con polvo y otro material particulado.		-1	
			Contaminación con ruidos de quipos de construcción.		-1	
		Instalación de tuberías.	Contaminación con polvo.		-2	
		Obras preliminares.			Sin Efecto	
		Saneamiento físico de terrenos.				
	Capacitación.					
	<b>OPERACIÓN</b>	Captación.		Sin Efecto		
		Línea de conducción.				
		Reservorio.				
Redes de distribución.						

Cuadro 103: Submatriz de evaluación de posibles impactos en el suelo.

FUENTE: Elaboración propia

		<b>ACTIVIDAD</b>	<b>POSIBLE IMPACTO</b>	<b>TIPO DE EFECTO</b>	<b>GRADO</b>
<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS</b>	<b>CONSTRUCCIÓN</b>	Obras preliminares.	Compactación del suelo.	Directo Temporal, reversible poco importante	-2
		Movimiento de tierras.	Cambio temporal.	Directo Permanente, reversible poco importante	-2
			Acumulación de desmonte	Directo Temporal, reversible poco importante	-2
		Construcción de obras civiles.	Cambio de uso de terreno.	Directo Permanente, reversible poco importante	-1
			Residuos de personal que trabaja en obra.		-1
			Contaminación con cemento, aditivos y otros.		-2
			Derrame de combustible.		-1
		Saneamiento físico de terrenos.	Eliminación de residuos de construcción.	Sin Efecto	-3
		Instalación de tubería de PVC C10	Cambio de uso de terreno.		-2
			Derrame de combustible.		-1
	Residuos del personal que trabaja en la obra.		-1		
	Capacitación.		Sin Efecto		
	<b>OPERACIÓN</b>	Captación.		Sin Efecto	
		Línea de conducción.			
		Reservorio.			
		Redes de distribución.			

Cuadro 104: Submatriz de evaluación de posibles impactos en el suelo.

FUENTE: Elaboración propia

		<b>ACTIVIDAD</b>	<b>POSIBLE IMPACTO</b>	<b>TIPO DE EFECTO</b>	<b>GRADO</b>
<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS</b>	<b>CONSTRUCCIÓN</b>	Obras preliminares.		Sin Efecto	
		Movimiento de tierras.			
		Construcción de caja de válvulas para distribución de agua			
		Filtro para lecho de secado			
		Saneamiento físico de terrenos.			
		Construcción de obras civiles.			
		Capacitación.			
	<b>OPERACIÓN</b>	Captación.		Sin Efecto	
		Línea de conducción.			
		Reservorio.			
		Redes de distribución.			

Cuadro 105: Submatriz de evaluación de posibles impactos en el agua.

FUENTE: Elaboración propia

		<b>ACTIVIDAD</b>	<b>POSIBLE IMPACTO</b>	<b>TIPO DE EFECTO</b>	<b>GRADO</b>
<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS</b>	<b>CONSTRUCCIÓN</b>	Obras preliminares.	Sin Efecto	Sin Efecto	
		Movimiento de tierras.	Destrucción de biomasa nativa en el área.	Directo, permanente reversible importante.	-3
		Suministro e instalación de tuberías.	Sin Efecto	Sin Efecto	
		Construcción de caja de válvulas para distribución de agua	Sin Efecto		
		Construcción de obras civiles.	Destrucción de biomasa nativa en el área.	Directo, permanente reversible importante.	-2
		Filtro para lecho de secado		Sin Efecto	
		Saneamiento físico de terrenos.			
		Capacitación.			
	<b>OPERACIÓN</b>	Captación.		Sin Efecto	
		Línea de conducción.			
		Reservorio.			
		Redes de distribución.			

Cuadro 106: Submatriz de evaluación de posibles impactos en medio biótico (flora y fauna).

FUENTE: Elaboración propia

		<b>ACTIVIDAD</b>	<b>POSIBLE IMPACTO</b>	<b>TIPO DE EFECTO</b>	<b>GRADO</b>	
<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS</b>	<b>CONSTRUCCIÓN</b>	Obras preliminares.	Llegada de personal foráneo.	Directo Temporal Irreversible Importante	-1	
			Generación de puestos de trabajo.		+2	
		Movimiento de tierras.	Generación de puestos de trabajo.		+3	
			Llegada de personal foráneo.		-1	
		Suministro e instalación de tuberías.	Generación de puestos de trabajo.		+3	
			Llegada de personal foráneo.		-1	
		Construcción de caja de válvulas para distribución de agua	Generación de puestos de trabajo.		+3	
			Llegada de personal foráneo.		-1	
		Construcción de obras civiles.	Generación de puestos de trabajo.		+3	
			Llegada de personal foráneo.		-1	
		Saneamiento físico de terrenos.	Generación de puestos de trabajo.		Directo Permanente Irreversible Importante	+2
		Filtro para lecho de secado	Generación de puestos de trabajo.		Directo Temporal Irreversible Importante	+1

<b>OPERACIÓN</b>	Capacitación.	Educación sanitaria.	Directo Permanente	+4
		Control y manejo de la red de alcantarillado y agua potable	Irreversible Importante	+4
	Captación.	Incremento de la salubridad pública.	Directo Permanente Irreversible Importante	+2
	Línea de conducción.	Incremento de la salubridad pública.		+2
	Reservorio.	Incremento de la salubridad pública.		+2
	Redes de distribución.	Incremento de la salubridad pública.		+4
		Elevación de la calidad de vida.		+4
		Incremento de la economía local.	+2	

Cuadro 107: Submatriz de evaluación de posibles impactos en el medio socioeconómico-cultural.

FUENTE: Elaboración propia

### 3.7.6. Plan de manejo ambiental.

Como resultado del análisis y evaluación de los probables impactos ambientales que podrían ocurrir en las etapas de planificación, construcción y operación del Proyecto se ha considerado realizar diversas acciones orientadas a prevenir, evitar y/o mitigar los impactos ambientales negativos. Este conjunto de acciones se ha previsto realizar en el marco de los siguientes elementos del Plan de Manejo Ambiental, conforme se presenta a continuación:

Cuadro 108: Acciones de prevención o mitigación.

COMPONENTE	POSIBLE IMPACTO	OBJETO DE LA MEDIDA	ACCIONES DE PREVENCIÓN O MITIGACIÓN	PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN
AIRE	Generación de partículas por movimiento de tierras / contaminación de aire.	Mantener la concentración de los puntos por debajo de la LMP	En lo posible, mantener húmeda la superficie del terreno, especialmente en áreas donde el levantamiento de polvo afecte a personas o bienes de terceros (terrenos aledaños)	Durante toda la fase de construcción
			Realizar los trabajos de movimientos de tierras, que sean estrictamente necesarios.	
	Generación de ruidos por operación de equipos / Vibraciones	Mantener el nivel de ruidos dentro de los rangos recomendados.	Programa en forma conjunta, y en horas de menor sensibilidad, los trabajos de mayor generación de ruidos.	Durante toda la fase de construcción
			Optimizar tiempo de operación.	
SUELO	Disposición de residuos (desmontes)/Contaminación de suelos	Conservación de la capa superficial.	Instruir al personal sobre el manejo de desechos líquidos y sólidos.	Durante toda la fase de construcción
			distribuir recipientes adecuados para la recolección de desechos.	
			Disposición de los desechos domésticos en el relleno local.	

			<p>disponer y segregar desechos industriales (chatarra, alambre, bolsas de cemento, plástico, vidrio, etc.). En áreas de acopio temporal para su posterior disposición en lugares autorizados.</p> <p>Instalar baños químicos para necesidades fisiológicas de los trabajadores.</p>	
SOCIOECONÓMICO Y NATURAL	Accidentes de trabajo.	Evitar accidentes de trabajo.	Restringir el acceso al área a personas no autorizadas.	Antes y durante la ejecución de la obra
			Capacitar a los trabajadores en el buen uso de equipos y herramientas.	
			Brindar al personal los equipos de protección personal adecuados.	
			Contar con botiquín de primeros auxilios.	
			Aplicar programas de primeros auxilios.	
			Contratar personal técnico especializado.	

FUENTE: Elaboración propia

## 3.8. COSTOS Y PRESUPUESTOS.

### 3.8.1. Presupuesto general

Figura 33: Presupuesto.

S10

Página

1

<b>Presupuesto</b>					
Presupuesto	1101001	"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS, SECTOR LAS PEÑAS Y POYO COLORADO, DISTRITO HUAMACHUCO, PROVINCIA SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD"			
Subpresupuesto	001	"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y UBS, SECTOR LAS PEÑAS Y POYO COLORADO, DISTRITO HUAMACHUCO, PROVINCIA SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD"			
Cliente	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SANCHEZ CARRIÓN		Costo al		15/11/2019
Lugar	LA LIBERTAD - SANCHEZ CARRION - HUAMACHUCO				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01	<b>TRABAJOS GENERALES</b>				<b>28,638.36</b>
01.01	<b>OBRAS GENERALES</b>				<b>28,638.36</b>
01.01.01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>28,638.36</b>
01.01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA 3.60 x 2.40 mts	und	1.00	780.56	780.56
01.01.01.02	CASETA P/GUARDIANA	mes	4.00	3,300.00	13,200.00
01.01.01.03	SEGURIDAD EN OBRA	mes	4.00	3,664.45	14,657.80
02	<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>				<b>966,092.01</b>
02.01	<b>CAPTACION MANANTIAL TIPO LADERA (3 UNIDADES)</b>				<b>26,841.19</b>
02.01.01	<b>CAPTACION DE LADERA</b>				<b>14,247.40</b>
02.01.01.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>404.00</b>
02.01.01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	80.00	3.88	310.40
02.01.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	40.00	2.34	93.60
02.01.01.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>555.03</b>
02.01.01.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	m3	10.25	30.26	310.17
02.01.01.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	2.10	13.95	29.30
02.01.01.02.03	COLOCACION DE AFIRMADO e=0.10m	m3	8.72	7.29	63.57
02.01.01.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dp=30m	m3	9.65	15.75	151.99
02.01.01.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>2,917.86</b>
02.01.01.03.01	CONCRETO SIMPLE 1:8 + 30% P.M.	m3	4.86	299.82	1,457.13
02.01.01.03.02	CONCRETO PARA SOLADO e=0.10m	m2	7.78	130.31	1,013.81
02.01.01.03.03	CONCRETO EN ZONA DE REBOSE f <sub>c</sub> =140 kg/cm <sup>2</sup> + 30% P.M	m3	1.12	301.66	337.86
02.01.01.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	3.10	35.18	109.06
02.01.01.04	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>6,559.14</b>
02.01.01.04.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> , PARA CAPTACIÓN	m3	8.25	331.29	2,733.14
02.01.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	66.83	37.02	2,474.05
02.01.01.04.03	ACERO CORRUGADO F <sub>y</sub> = 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	315.14	4.29	1,351.95
02.01.01.05	<b>REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>				<b>1,668.24</b>
02.01.01.05.01	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE MEZCLA 1:1, e=1.5cm	m2	13.85	24.54	339.88
02.01.01.05.02	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES Y EXTERIORES; C/A 1:2, e=1.5cm	m2	57.78	22.99	1,328.36
02.01.01.06	<b>FILTROS</b>				<b>465.49</b>
02.01.01.06.01	COLOCACION DE FILTRO DE GRAVA GRUESA DE D <sub>max</sub> =3"	m3	0.55	124.81	68.65
02.01.01.06.02	COLOCACION DE FILTRO DE GRAVA MEDIA DE D <sub>max</sub> =2"	m3	0.78	124.81	97.35
02.01.01.06.03	COLOCACION DE FILTRO DE ARENA GRUESA	m3	2.46	109.06	268.29
02.01.01.06.04	COLOCACION DE FILTRO DE GRAVA FINA DE D <sub>max</sub> =1"	m3	0.25	124.81	31.20
02.01.01.07	<b>PINTURA</b>				<b>407.53</b>
02.01.01.07.01	PINTURA ESMALTE EN MUROS EXTERIORES	m2	35.78	11.39	407.53
02.01.01.08	<b>VALVULAS Y ACCESORIOS</b>				<b>1,270.11</b>
02.01.01.08.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS EN CAPTACION D <sub>s</sub> =2"	g/b	3.00	185.75	557.25
02.01.01.08.02	TAPA METALICA SANITARIA DE 0.60 X 0.60 m, e=1/8", PARA CAMARA HUMEDA	und	3.00	128.31	384.93
02.01.01.08.03	TAPA METALICA SANITARIA DE 0.40 X 0.40 m, e=1/8", PARA CAMARA SECA	und	3.00	109.31	327.93
02.01.02	<b>CERCO PERIMETRICO PARA CAPTACION</b>				<b>12,593.79</b>
02.01.02.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>56.16</b>
02.01.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	24.00	2.34	56.16
02.01.02.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>99.32</b>
02.01.02.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	m3	1.24	21.06	26.11
02.01.02.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dp=30m	m3	6.76	10.83	73.21
02.01.02.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>364.25</b>
02.01.02.03.01	DADOS DE CONCRETO f <sub>c</sub> =140 kg/cm <sup>2</sup>	m3	1.34	271.83	364.25
02.01.02.04	<b>VARIOS</b>				<b>12,074.06</b>
02.01.02.04.01	MALLA OLIMPICA CON POSTES DE TUBO D=2", e=2mm, H=2.00m	m2	140.00	67.78	9,489.20

02.01.02.04.02	PUERTA METALICA DE 1.00x2.50m	m2	6.00	430.81	2,584.86
02.02	<b>LINEA DE CONDUCCIÓN</b>				<b>14,442.31</b>
02.02.01	<b>LINEA DE CONDUCCIÓN</b>				<b>14,442.31</b>
02.02.01.01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>2,698.18</b>
02.02.01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	462.81	2.10	971.90
02.02.01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DE ZANJAS	m	462.81	3.73	1,726.28
02.02.01.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>8,953.38</b>
02.02.01.02.01	EXCAVACION DE ZANJA EN TERRENO NORMAL DE 0.40 x 0.80m P/TUB	m3	112.35	30.26	3,399.71
02.02.01.02.02	REFINE Y NIVELACION DE FONDO PARA ZANJA P/TUB. AGUA	m	462.81	2.13	985.79
02.02.01.02.03	CAMA DE APOYO C/MAT. PROPIO. ZARANDEADO PARA TUBERIA DE AGUA E=0.10 m	m	462.81	2.16	999.67
02.02.01.02.04	PRIMER RELLENO COMPACTADO DE ZANJA CON MAT. PROPIO ZARANDEADO e=0.40 m	m	462.81	3.19	1,476.36
02.02.01.02.05	SEGUNDO RELLENO COMPACTADO DE ZANJA CON MAT. PROPIO ZARANDEADO e=0.30 m	m	462.81	3.83	1,772.56
02.02.01.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dp=30m	m3	23.34	13.68	319.29
02.02.01.03	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS</b>				<b>2,790.75</b>
02.02.01.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SAP 1" C-10.	m	462.81	4.27	1,976.20
02.02.01.03.02	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION P/TUBERIA DE AGUA POTABLE	m	462.81	1.76	814.55
02.03	<b>RESERVORIO CUADRADO</b>				<b>87,090.52</b>
02.03.01	<b>RESERVORIO CUADRADO ENTERRADO V=10m3</b>				<b>42,234.41</b>
02.03.01.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>206.74</b>
02.03.01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	28.32	3.03	85.81
02.03.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PARA RESERVORIO	m2	28.32	4.27	120.93
02.03.01.02	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>946.89</b>
02.03.01.02.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>946.89</b>
02.03.01.02.01.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	m3	8.46	30.26	256.00
02.03.01.02.01.02	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO	m2	19.35	6.13	118.62
02.03.01.02.01.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	4.24	12.18	51.64
02.03.01.02.01.04	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO(AFIRMADO)	m3	2.25	54.15	121.84
02.03.01.02.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dp=30m	m3	25.32	15.75	398.79
02.03.01.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>1,884.04</b>
02.03.01.03.01	<b>SOLADO</b>				<b>1,280.58</b>
02.03.01.03.01.01	CONCRETO f'c=100 KG/CM2-SOLADO, E=4"	m2	27.20	47.08	1,280.58
02.03.01.03.02	<b>VEREDA DE PIEDRA ASENTADA</b>				<b>254.39</b>
02.03.01.03.02.01	CONCRETO EN VEREDA f'c=140 KG/cm2	m3	0.90	282.66	254.39
02.03.01.03.03	<b>DADOS DE CONCRETO EN REBOSE</b>				<b>349.07</b>
02.03.01.03.03.01	CONCRETO EN DADO f'c=140 kg/cm2	m3	0.50	351.69	175.85
02.03.01.03.03.02	CONCRETO EN ZONA DE REBOSE f'c=140 kg/cm2 + 30% P.M RESERVORIO	m3	0.27	279.53	75.47
02.03.01.03.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN DADO DE CONCRETO	m2	3.40	28.75	97.75
02.03.01.04	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>14,589.08</b>
02.03.01.04.01	<b>CIMIENTO</b>				<b>2,379.95</b>
02.03.01.04.01.01	CONCRETO F'c=210 kg/cm2; PARA ZAPATA	m3	4.54	412.92	1,874.66
02.03.01.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ZAPATA	m2	9.08	23.34	211.93
02.03.01.04.01.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA ZAPATA	kg	70.52	4.16	293.36
02.03.01.04.02	<b>LOSA DE CIMENTACION</b>				<b>1,777.45</b>
02.03.01.04.02.01	CONCRETO F'c=210 kg/cm2; PARA LOSA DE CIMENTACION	m3	3.03	427.04	1,293.93
02.03.01.04.02.02	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60, PARA LOSA DE CIMENTACION	kg	118.51	4.08	483.52
02.03.01.04.03	<b>MUROS DE CUBA</b>				<b>7,700.52</b>
02.03.01.04.03.01	CONCRETO F'c=210 kg/cm2; PARA MURO DE CUBA	m3	6.04	427.04	2,579.32
02.03.01.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MURO DE RESERVORIO	m2	68.20	43.88	2,992.62
02.03.01.04.03.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 PARA MURO DE CUBA	kg	505.60	4.21	2,128.58
02.03.01.04.04	<b>LOSA PARA TECHO</b>				<b>2,251.79</b>
02.03.01.04.04.01	CONCRETO F'c=210 kg/cm2; PARA LOSA DE TECHO	m3	2.05	427.04	875.43
02.03.01.04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA DE TECHO	m2	14.38	41.17	592.02
02.03.01.04.04.03	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 PARA LOSA DE TECHO	kg	192.24	4.08	784.34
02.03.01.04.05	<b>ESTRUCTURA METALICA</b>				<b>216.05</b>
02.03.01.04.05.01	ESCALERA TIPO PELDAÑO EXTERIOR DE F'G DE 1"	und	1.00	104.21	104.21
02.03.01.04.05.02	TAPA METALICA SANITARIA DE 0.60x0.60 m, E=1/8"	und	1.00	111.84	111.84
02.03.01.04.06	<b>VARIOS</b>				<b>263.32</b>
02.03.01.04.06.01	ESCALERA INTERIOR DE POLIPROPILENO	und	1.00	263.32	263.32
02.03.01.05	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>4,350.79</b>
02.03.01.05.01	<b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>				<b>3,164.23</b>

02.03.01.05.01.01	TARRAJEO INT. Y EXT. MEZC. 1:2 E=1.5 cm PARA RESERVORIO	m2	39.40	19.82	780.91
02.03.01.05.01.02	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE C.A, 1:1; E=1.5cm, E=2.0 cm, PARA RESERVORIO	m2	107.26	22.22	2,383.32
02.03.01.05.02	<b>PINTURA</b>				<b>557.04</b>
02.03.01.05.02.01	PINTURA ESMALTE EN EXTERIORES (DOS MANOS)	m2	49.78	11.19	557.04
02.03.01.05.03	<b>VARIOS</b>				<b>629.52</b>
02.03.01.05.03.01	SUM. E INST. DE SISTEMA DE CLORACION POR GOTEO.	und	1.00	629.52	629.52
02.03.01.06	<b>CASETA DE CLORACION</b>				<b>3,643.70</b>
02.03.01.06.01	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>453.20</b>
02.03.01.06.01.01	CONCRETO Fc=175 kg/cm2 (CASETA DE CLORACION)	m3	0.45	392.67	176.70
02.03.01.06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (CASETA DE CLORACION)	m2	4.35	34.87	151.68
02.03.01.06.01.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 (CASETA DE CLORACION)	kg	29.30	4.26	124.82
02.03.01.06.02	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>907.29</b>
02.03.01.06.02.01	MURO DE LADRILLO K K 18 HUECOS 23x12.5x09	m2	15.79	57.46	907.29
02.03.01.06.03	<b>REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>				<b>709.80</b>
02.03.01.06.03.01	TARRAJEO INT. Y EXT. MEZC. 1:2 E=1.5 cm	m2	32.50	21.84	709.80
02.03.01.06.04	<b>VARIOS</b>				<b>1,573.41</b>
02.03.01.06.04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE PUERTA TIPO P-2 (1.30 X 1.80)	und	1.00	126.52	126.52
02.03.01.06.04.02	JUNTA WATER STOP NEOPRENE 6"	m	23.00	53.40	1,228.20
02.03.01.06.04.03	ABRAZADERA DE FIERRO GALVANIZADO*	und	1.00	28.44	28.44
02.03.01.06.04.04	SUM. E INST. DE ACCESORIOS DE VENTILACION	und	1.00	57.90	57.90
02.03.01.06.04.05	PRUEBA HIDRAULICA DE ESTANQUEIDAD EN RESERVORIO	gib	1.00	132.35	132.35
02.03.01.07	<b>CASETA DE VALVULAS (RESERVORIO CUADRADO-1 UNIDAD)</b>				<b>16,613.17</b>
02.03.01.07.01	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>1,882.37</b>
02.03.01.07.01.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>122.31</b>
02.03.01.07.01.01.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	m3	1.65	35.11	57.93
02.03.01.07.01.01.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO RESERVORIO	m3	1.05	13.93	14.63
02.03.01.07.01.01.03	RELLENO CON GRAVA PARA FILTRO, TMAX 1/2"	m3	0.03	137.85	4.14
02.03.01.07.01.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dp=30m	m3	2.84	16.06	45.61
02.03.01.07.01.02	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>1,760.06</b>
02.03.01.07.01.02.01	CONCRETO Fc=175 kg/cm2, PARA C. DE VALVULAS	m3	1.12	403.92	452.39
02.03.01.07.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	19.25	50.52	972.51
02.03.01.07.01.02.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	76.00	4.41	335.16
02.03.01.07.02	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>778.66</b>
02.03.01.07.02.01	<b>REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>				<b>565.54</b>
02.03.01.07.02.01.01	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES Y EXTERIORES; C.A 1:2, e=1.5cm	m2	25.27	22.38	565.54
02.03.01.07.02.02	<b>PINTURA</b>				<b>213.12</b>
02.03.01.07.02.02.01	PINTURA ESMALTE EN EXTERIORES (DOS MANOS)	m2	12.00	17.76	213.12
02.03.01.07.03	<b>INSTALACIONES HIDRAULICAS</b>				<b>970.72</b>
02.03.01.07.03.01	<b>VALVULAS Y ACCESORIOS</b>				<b>970.72</b>
02.03.01.07.03.01.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS DE ENTRADA DE 1" EN RESERVORIO	und	1.00	553.26	553.26
02.03.01.07.03.01.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS DE SALIDA DE 1" EN RESERVORIO	und	1.00	195.54	195.54
02.03.01.07.03.01.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS DE LIMPIEZA Y REBOSE DE 1" EN RESERVORIO.	und	1.00	221.92	221.92
02.03.01.07.04	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				<b>98.21</b>
02.03.01.07.04.01	SUMINISTRO E INST. DE TAPA METALICA DE 0.60x0.60 m e=1/8" INC. CANDADO	und	1.00	98.21	98.21
02.03.01.07.05	<b>CERCO PERIMETRICO PARA RESERVORIO</b>				<b>12,883.21</b>
02.03.01.07.05.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>111.04</b>
02.03.01.07.05.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR PARA CERCO	m2	32.00	3.47	111.04
02.03.01.07.05.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>312.43</b>
02.03.01.07.05.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	m3	6.85	26.34	180.43
02.03.01.07.05.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dp=30m	m3	6.85	19.27	132.00
02.03.01.07.05.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>1,220.53</b>
02.03.01.07.05.03.01	DADOS DE CONCRETO F'C=140 KG/CM2 PARA CERCO	m3	3.42	356.88	1,220.53
02.03.01.07.05.04	<b>VARIOS</b>				<b>11,239.21</b>
02.03.01.07.05.04.01	MALLA OLIMPICA CON POSTES DE TUBO D=2", e=2mm, H=2.00m	m2	125.00	67.68	8,460.00
02.03.01.07.05.04.02	PUERTA METALICA DE 1.00x2.00m	m2	6.50	427.57	2,779.21
02.03.02	<b>RESERVORIO CUADRADO APOYADO V=15m3</b>				<b>44,856.11</b>
02.03.02.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>228.64</b>
02.03.02.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	31.32	3.03	94.90
02.03.02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PARA RESERVORIO	m2	31.32	4.27	133.74
02.03.02.02	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>1,022.44</b>

02.03.02.02.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>1,022.44</b>
02.03.02.02.01.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	m3	9.36	30.26	283.23
02.03.02.02.01.02	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO	m2	20.12	6.13	123.34
02.03.02.02.01.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	4.35	12.18	52.98
02.03.02.02.01.04	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO(AFIRMADO)	m3	2.44	54.15	132.13
02.03.02.02.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dp=30m	m3	27.35	15.75	430.76
02.03.02.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>2,134.24</b>
02.03.02.03.01	<b>SOLADO</b>				<b>1,327.66</b>
02.03.02.03.01.01	CONCRETO F <sub>c</sub> =100 KG/CM2-SOLADO, E=4"	m2	28.20	47.08	1,327.66
02.03.02.03.02	<b>VEREDA DE PIEDRA ASENTADA</b>				<b>268.53</b>
02.03.02.03.02.01	CONCRETO EN VEREDA F <sub>c</sub> =140 KG/CM2	m3	0.95	282.66	268.53
02.03.02.03.03	<b>DADOS DE CONCRETO EN REBOSE</b>				<b>538.05</b>
02.03.02.03.03.01	CONCRETO EN DADO f <sub>c</sub> =140 kg/cm2	m3	1.01	351.69	355.21
02.03.02.03.03.02	CONCRETO EN ZONA DE REBOSE f <sub>c</sub> =140 kg/cm2 + 30% P.M RESERVORIO	m3	0.29	279.53	81.06
02.03.02.03.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN DADO DE CONCRETO	m2	3.54	28.75	101.78
02.03.02.04	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>16,545.54</b>
02.03.02.04.01	<b>CIMIENTO</b>				<b>3,315.49</b>
02.03.02.04.01.01	CONCRETO F <sub>c</sub> =210 kg/cm2, PARA ZAPATA	m3	6.67	412.92	2,754.18
02.03.02.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ZAPATA	m2	11.12	23.34	259.54
02.03.02.04.01.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA ZAPATA	kg	72.54	4.16	301.77
02.03.02.04.02	<b>LOSA DE CIMENTACION</b>				<b>2,644.63</b>
02.03.02.04.02.01	CONCRETO F <sub>c</sub> =210 kg/cm2, PARA LOSA DE CIMENTACION	m3	5.06	427.04	2,160.82
02.03.02.04.02.02	ACERO CORRUGADO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm2 GRADO 60, PARA LOSA DE CIMENTACION	kg	118.58	4.08	483.81
02.03.02.04.03	<b>MUROS DE CUBA</b>				<b>7,766.26</b>
02.03.02.04.03.01	CONCRETO F <sub>c</sub> =210 kg/cm2, PARA MURO DE CUBA	m3	6.07	427.04	2,592.13
02.03.02.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MURO DE RESERVORIO	m2	69.20	43.88	3,036.50
02.03.02.04.03.03	ACERO CORRUGADO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm2 PARA MURO DE CUBA	kg	507.75	4.21	2,137.63
02.03.02.04.04	<b>LOSA PARA TECHO</b>				<b>2,339.79</b>
02.03.02.04.04.01	CONCRETO F <sub>c</sub> =210 kg/cm2, PARA LOSA DE TECHO	m3	2.15	427.04	918.14
02.03.02.04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA DE TECHO	m2	15.38	41.17	633.19
02.03.02.04.04.03	ACERO CORRUGADO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm2 PARA LOSA DE TECHO	kg	193.25	4.08	788.46
02.03.02.04.05	<b>ESTRUCTURA METALICA</b>				<b>216.05</b>
02.03.02.04.05.01	ESCALERA TIPO PELDAÑO EXTERIOR DE F <sup>o</sup> G DE 1"	und	1.00	104.21	104.21
02.03.02.04.05.02	TAPA METALICA SANITARIA DE 0.60x0.60 m, E=1/8"	und	1.00	111.84	111.84
02.03.02.04.06	<b>VARIOS</b>				<b>263.32</b>
02.03.02.04.06.01	ESCALERA INTERIOR DE POLIPROPILENO	und	1.00	263.32	263.32
02.03.02.05	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>4,366.82</b>
02.03.02.05.01	<b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>				<b>3,176.46</b>
02.03.02.05.01.01	TARRAJEO INT. Y EXT. MEZC. 1:2 E=1.5 cm PARA RESERVORIO	m2	39.58	19.82	784.48
02.03.02.05.01.02	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTE C.A. 1:1; E=1.5cm, E=2.0 cm, PARA RESERVORIO	m2	107.65	22.22	2,391.98
02.03.02.05.02	<b>PINTURA</b>				<b>560.84</b>
02.03.02.05.02.01	PINTURA ESMALTE EN EXTERIORES (DOS MANOS)	m2	50.12	11.19	560.84
02.03.02.05.03	<b>VARIOS</b>				<b>629.52</b>
02.03.02.05.03.01	SUM. E INST. DE SISTEMA DE CLORACION POR GOTE.	und	1.00	629.52	629.52
02.03.02.06	<b>CASETA DE CLORACION</b>				<b>3,828.44</b>
02.03.02.06.01	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>534.57</b>
02.03.02.06.01.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm2 (CASETA DE CLORACION)	m3	0.54	392.67	212.04
02.03.02.06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (CASETA DE CLORACION)	m2	4.54	34.87	158.31
02.03.02.06.01.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm2 (CASETA DE CLORACION)	kg	38.55	4.26	164.22
02.03.02.06.02	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>933.73</b>
02.03.02.06.02.01	MURO DE LADRILLO K.K 18 HUECOS 23x12.5x09	m2	16.25	57.46	933.73
02.03.02.06.03	<b>REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>				<b>731.64</b>
02.03.02.06.03.01	TARRAJEO INT. Y EXT. MEZC. 1:2 E=1.5 cm	m2	33.50	21.84	731.64
02.03.02.06.04	<b>VARIOS</b>				<b>1,628.50</b>
02.03.02.06.04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE PUERTA TIPO P-2 (1.30 X 1.80)	und	1.00	126.52	126.52
02.03.02.06.04.02	JUNTA WATER STOP NEOPRENE 6"	m	24.00	53.40	1,281.60
02.03.02.06.04.03	ABRAZADERA DE FIERRO GALVANIZADO"	gib	1.00	30.13	30.13
02.03.02.06.04.04	SUM. E INST. DE ACCESORIOS DE VENTILACION	und	1.00	57.90	57.90
02.03.02.06.04.05	PRUEBA HIDRAULICA DE ESTANQUEIDAD EN RESERVORIO	gib	1.00	132.35	132.35
02.03.02.07	<b>CASETA DE VALVULAS (RESERVORIO CUADRADO-1 UNIDAD)</b>				<b>16,729.99</b>
02.03.02.07.01	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>1,957.48</b>

02.03.02.07.01.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>136.46</b>
02.03.02.07.01.01.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	m3	1.85	35.11	64.95
02.03.02.07.01.01.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO RESERVORIO	m3	1.15	13.93	16.02
02.03.02.07.01.01.03	RELLENO CON GRAVA PARA FILTRO, TMAX 1/2"	m3	0.06	137.85	8.27
02.03.02.07.01.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dp=30m	m3	2.94	16.06	47.22
02.03.02.07.01.02	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>1,821.02</b>
02.03.02.07.01.02.01	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup> , PARA C. DE VALVULAS	m3	1.26	403.92	508.94
02.03.02.07.01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	19.25	50.52	972.51
02.03.02.07.01.02.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	77.00	4.41	339.57
02.03.02.07.02	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>820.37</b>
02.03.02.07.02.01	<b>REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>				<b>589.49</b>
02.03.02.07.02.01.01	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES Y EXTERIORES; C:A 1:2, e=1.5cm	m2	26.34	22.38	589.49
02.03.02.07.02.02	<b>PINTURA</b>				<b>230.88</b>
02.03.02.07.02.02.01	PINTURA ESMALTE EN EXTERIORES (DOS MANOS)	m2	13.00	17.76	230.88
02.03.02.07.03	<b>INSTALACIONES HIDRAULICAS</b>				<b>970.72</b>
02.03.02.07.03.01	<b>VALVULAS Y ACCESORIOS</b>				<b>970.72</b>
02.03.02.07.03.01.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS DE ENTRADA DE 1" EN RESERVORIO	und	1.00	553.26	553.26
02.03.02.07.03.01.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS DE SALIDA DE 1" EN RESERVORIO	und	1.00	195.54	195.54
02.03.02.07.03.01.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS DE LIMPIEZA Y REBOSE DE 1" EN RESERVORIO.	und	1.00	221.92	221.92
02.03.02.07.04	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				<b>98.21</b>
02.03.02.07.04.01	SUMINISTRO E INST. DE TAPA METALICA DE 0.60x0.60 m e=1/8" INC. CANDADO	und	1.00	98.21	98.21
02.03.02.07.05	<b>CERCO PERIMETRICO PARA RESERVORIO</b>				<b>12,883.21</b>
02.03.02.07.05.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>111.04</b>
02.03.02.07.05.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR PARA CERCO	m2	32.00	3.47	111.04
02.03.02.07.05.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>312.43</b>
02.03.02.07.05.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	m3	6.85	26.34	180.43
02.03.02.07.05.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dp=30m	m3	6.85	19.27	132.00
02.03.02.07.05.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>1,220.53</b>
02.03.02.07.05.03.01	DADOS DE CONCRETO F <sub>c</sub> =140 KG/CM <sup>2</sup> PARA CERCO	m3	3.42	356.88	1,220.53
02.03.02.07.05.04	<b>VARIOS</b>				<b>11,239.21</b>
02.03.02.07.05.04.01	MALLA OLIMPICA CON POSTES DE TUBO D=2", e=2mm, H=2.00m	m2	125.00	67.68	8,460.00
02.03.02.07.05.04.02	PUERTA METALICA DE 1.00x2.00m	m2	6.50	427.57	2,779.21
02.04	<b>RED DE DISTRIBUCION</b>				<b>647,174.82</b>
02.04.01	<b>RED DE DISTRIBUCION</b>				<b>647,174.82</b>
02.04.01.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>23,017.54</b>
02.04.01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	1,343.90	1.44	1,935.22
02.04.01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DE ZANJAS CON EQUIPO	m	8,399.33	2.51	21,082.32
02.04.01.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>95,873.48</b>
02.04.01.02.01	EXCAVACION DE ZANJA EN TERRENO NORMAL DE 0.40 x 0.80m P/TUB	m3	1,075.11	11.89	12,783.06
02.04.01.02.02	REFINE Y NIVELACION DE FONDO PARA ZANJA 0.40x0.80 m P/TUB. AGUA	m	8,399.33	1.33	11,171.11
02.04.01.02.03	CAMA DE APOYO PARA TUBERIA DE AGUA e=0.10m(ZANJA DE 0.40x0.80m)	m	8,399.33	1.19	9,995.20
02.04.01.02.04	PRIMER RELLENO COMPACTADO DE ZANJA CON MAT. PROPIO ZARANDEADO e=0.40 m	m	8,399.33	3.19	26,793.86
02.04.01.02.05	SEGUNDO RELLENO COMPACTADO DE ZANJA CON MAT. PROPIO ZARANDEADO e=0.30 m	m	8,399.33	3.83	32,169.43
02.04.01.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dp=30m	m3	184.36	16.06	2,960.82
02.04.01.03	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS</b>				<b>527,081.28</b>
02.04.01.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SAP 2" C-10	m	311.49	4.17	1,298.91
02.04.01.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SAP 1" C-10	m	6,797.12	75.07	510,259.80
02.04.01.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SAP 3/4" C-10	m	1,290.72	2.20	2,839.58
02.04.01.03.04	PRUEBA HIDRAULICA	m	8,399.33	1.51	12,682.99
02.04.01.04	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS-CONEXION</b>				<b>1,163.30</b>
02.04.01.04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS EN RED DE DISTRIBUCION	gib	1.00	1,163.30	1,163.30
02.04.01.05	<b>SEÑALIZACION DE TRANSITO</b>				<b>39.22</b>
02.04.01.05.01	PARANTES PARA CINTA PLASTICA	und	1.00	39.22	39.22
02.05	<b>CAMARA ROMPE PRESION TIPO VI</b>				<b>33,118.90</b>
02.05.01	<b>CAMARA ROMPE PRESION TIPO VI</b>				<b>11,660.19</b>
02.05.01.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>47.25</b>
02.05.01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	12.50	1.44	18.00
02.05.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR EN CRP VI	m2	12.50	2.34	29.25
02.05.01.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>511.93</b>

03.01.12.01.08	TUBERIA PVC SAL 4"	m	236.50	9.65	2,282.23
03.01.12.01.09	SUMIDERO DE BRONCE DE 2"	pza	237.00	53.25	12,620.25
03.01.12.01.10	REGISTRO DE BRONCE DE 4"	pza	237.00	54.08	12,816.96
03.01.12.01.11	CAJA DE REGISTRO DE DESAGUE 12" X 24"	pza	237.00	54.31	12,871.47
03.01.12.02	<b>AGUA</b>				<b>10,379.57</b>
03.01.12.02.01	SALIDA DE AGUA CON TUBERIA DE PVC-SAP 1/2"	pto	237.00	40.86	9,683.82
03.01.12.02.02	TUBERIA PVC SAP CLASE 10 1/2"	m	275.00	2.53	695.75
03.02	<b>INSTALACION DE BIODIGESTOR AUTOLIMPIABLE</b>				<b>325,936.58</b>
03.02.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>1,710.72</b>
03.02.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	564.55	1.44	812.95
03.02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	594.55	1.51	897.77
03.02.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>26,146.03</b>
03.02.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	m3	235.25	35.11	8,259.63
03.02.02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	359.33	11.25	4,042.46
03.02.02.03	RELLENO DE ZANJAS DE FILTRACION CON GRAVA DE 1/2" A 2"	m3	65.78	120.67	7,937.67
03.02.02.04	CAPA PROTECTORA DE PLASTICO	m2	346.50	5.27	1,826.06
03.02.02.05	NIVELACION Y COMPACTACION	m2	488.95	3.28	1,603.76
03.02.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dp=30m	m3	154.20	16.06	2,476.45
03.02.03	<b>INSTALACION DEL BIODIGESTOR</b>				<b>298,079.83</b>
03.02.03.01	CONCRETO f'c=100 KG/CM2-SOLADO, E=4"	m2	44.55	47.51	2,116.57
03.02.03.02	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BIODIGESTOR 600LT+ACCESORIOS	pza	234.00	1,002.67	234,624.78
03.02.03.03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BIODIGESTOR 1300LT+ACCESORIOS	pza	3.00	1,335.35	4,006.05
03.02.03.04	TUBERIA PVC SAL 2" PARA BIODIGESTOR	m	231.00	8.81	2,035.11
03.02.03.05	TUBERIA PERFORADA PVC SAL 2"	m	495.00	4.65	2,301.75
03.02.03.06	CAJA DE DISTRIBUCION 12"x 24"	pza	237.00	77.96	18,476.52
03.02.03.07	CAJA DE REGISTRO DE LODOS	und	237.00	145.65	34,519.05
04	<b>FLETE</b>				<b>32,020.51</b>
04.01	<b>FLETE TERRESTRE</b>				<b>24,158.33</b>
04.01.01	<b>FLETE TERRESTRE</b>				<b>24,158.33</b>
04.01.01.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	24,158.33	24,158.33
04.02	<b>FLETE RURAL</b>				<b>7,862.18</b>
04.02.01	<b>FLETE RURAL</b>				<b>7,862.18</b>
04.02.01.01	FLETE RURAL	glb	1.00	7,862.18	7,862.18
05	<b>MITIGACION AMBIENTAL</b>				<b>3,650.00</b>
05.01	<b>MITIGACION AMBIENTAL</b>				<b>3,650.00</b>
05.01.01	<b>MITIGACION AMBIENTAL</b>				<b>3,650.00</b>
05.01.01.01	MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.00	3,650.00	3,650.00
06	<b>CAPACITACION</b>				<b>2,000.00</b>
06.01	<b>CAPACITACION</b>				<b>2,000.00</b>
06.01.01	CAPACITACION DE EDUCACION SANITARIA	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
07	<b>MONITOREO ARQUEOLOGICO</b>				<b>10,000.00</b>
07.01	<b>MONITOREO ARQUEOLOGICO</b>				<b>10,000.00</b>
07.01.01	MONITOREO ARQUEOLOGICO	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
	<b>Costo Directo</b>				<b>1,796,822.35</b>
	<b>GASTOS GENERALES (6.33%)</b>				<b>113,738.85</b>
	<b>UTILIDADES (5%)</b>				<b>89,841.12</b>
	<b>SUB- TOTAL</b>				<b>2,000,402.32</b>
	<b>IGV (18%)</b>				<b>360,072.42</b>
	<b>TOTAL DEL PRESUPUESTO</b>				<b>2,360,474.74</b>

FUENTE: Elaboración propia

#### **IV. DISCUSIÓN**

El diseño de la red de agua y saneamiento rural del presente proyecto, se desarrolló teniendo en cuenta los parámetros establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones, basándose en el capítulo de Obras y saneamiento, con la finalidad de cumplir con el periodo de vida para todo tipo de obras referidas a saneamiento.

Dentro del diseño de la red de agua se cuenta con 3 captaciones del tipo ladera, línea de conducción de diámetro 1" PVC, 1 cámara rompe presión de tipo 6, así como válvulas de aire, control y purga que fueron colocadas dentro de las redes de distribución, de la misma manera fue propuesto por Salirrosas (2018) en su tesis "Diseño del mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y de unidades básicas de saneamiento en el caserío de Uningambalito, distrito de Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco, La Libertad", donde se planteó: construir cuatro captaciones del tipo ladera, una línea de conducción de PVC, D= 2", cámaras rompe presión (CRP-T7, 11 unidades) y la instalación de redes de distribución, todas estas estructuras fueron diseñados como lo establece el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) – Norma OS.010 (2006), donde establece los requisitos mínimos a tener en cuenta para sus diseños respectivos.

Referente al diseño de Saneamiento se planteó la colocación de UBS con arrastre hidráulico compuestos por un lavadero, lavacara, inodoro y ducha, y conformado por biodigestores de 600 y 1300 litros y zanjas de infiltración de 4.5 m de longitud para cada vivienda; de la misma manera fue propuesto por Silva (2018) en su tesis, "Diseño del sistema de agua potable y unidades de saneamiento básico en el Caserío Chugursillo, centro poblado Llaucan, distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc – Cajamarca", donde se elaboraron el diseño del sistema de saneamiento con módulos de arrastre hidráulico contando con biodigestores de una capacidad de 600 litros y deposición final de las aguas en zanjas de infiltración. Asimismo, Cajo (2018) en su tesis titulada, "Diseño del sistema de agua potable y saneamiento básico en el centro poblado de Corral de Piedra, distrito de Salas, provincia de Lambayeque, región Lambayeque", diseñó UBS implementadas con doble cámara de concreto para el confinamiento de las heces, tubería de ventilación, ducha, tasa sanitaria separadora de orina, urinario y lavatorio.

Mediante la topografía se logró determinar de manera correcta y eficiente que el proyecto cuenta con un terreno accidentado y ondulado con pendientes que van desde 15% hasta 30%, y una altitud promedio de 3225 m.s.n.m-, en cual permite realizar un diseño de sistema por gravedad; así mismo Gamarra (2017), en su tesis "Diseño para el mejoramiento y ampliación de los servicios de agua potable y unidades básicas de saneamiento del sector Colcapampa, caserío Carracmaca, distrito de Sanagóran, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad" en cuanto a su diseño de la red de distribución, opto por una red del tipo de ramificación o abierta, por el tipo de terreno de la zona que se encuentra en la sierra donde las viviendas están muy dispersas con una separación superior a los 30 metros.

Las conexiones domiciliarias para cada vivienda se consideraron de 1/2" para tubería, asimismo Salirrosas (2018) en su tesis "Diseño del mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y de unidades básicas de saneamiento en el caserío de Uningambalito, distrito de Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco, La Libertad", consideró para las conexiones domiciliarias y el sistema de medición por cada predio una tubería de 1/2" de diámetro.

El estudio de impacto ambiental de la zona en estudio, tuvo un impacto negativo en el tiempo de ejecución de la obra para el cual se implementó un plan de mejora con medidas de mitigación ambiental, y un impacto positivo durante su funcionamiento; asimismo Moreno (2018) en su tesis "Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable y saneamiento básico rural del caserío Pampa Hermosa Alta, distrito de Usquil – Otuzco - La Libertad", determino que el estudio es ambientalmente factible y generará impactos positivos a los usuarios y también al desarrollo de la región, se planean medidas de mitigación para los impactos negativos, implementándose medidas ambientales de carácter preventivo y un programa de vigilancia y supervisión durante la ejecución de las obras de mantenimiento.

Del proyecto se determinó un costo total de obra de S/. 2 360 474. 74, incluye el 6.33 % de gastos generales, 5% de utilidades y 18% de IGV; asimismo Moreno (2018) en su tesis "Mejoramiento y Ampliación del sistema de agua potable y saneamiento básico rural del caserío Pampa Hermosa Alta, distrito de Usquil – Otuzco - La Libertad", según su estudio de costos y presupuestos, el presupuesto total es de S/. 1'649,920.71, incluye 9.9% de gastos generales, 5% de utilidades y 18% de IGV.

## V. CONCLUSIONES

1. Mediante la topografía se logró determinar de manera correcta y eficiente que el proyecto cuenta con un terreno accidentado y escarpado, con presencia de muy pocas llanuras pendientes de hasta 60 % y altitud promedio de 3225 m.s.n.m.
2. Del estudio de suelos se determinó que los tipos de suelo más predominantes en nuestro proyecto de investigación es arenas arcillosas (SC) y arcillas inorgánicas (CL) de acorde al sistema SUCS y ASHHTO, además tenemos capacidad Portante de 1.10 kg/cm<sup>2</sup> y 1.06 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente para realizar el diseño de los reservorios.
3. Se realizó el estudio físico-químico y bacteriológico del agua de las tres captaciones que contempla nuestro proyecto, basándose en la normativa del MINSA, dando como resultado un agua apta para consumo humano.
4. Se logró diseñar el sistema de agua potable para el sector A con una población inicial de 306 habitantes y una población futura de 351 habitantes, proyectadas al año 20 y una tasa de crecimiento de 0.737 % con un caudal de demanda de 0.346 lt/seg, y un caudal de aforo de 0.54 lts/seg, para una captación tipo ladera, línea de conducción de 1" de diámetro, un reservorio cuadrado de 10 m<sup>3</sup> de capacidad, Para el sector B con una población inicial de 540 habitantes y una población futura de 620 habitantes, proyectadas al año 20 y una tasa de crecimiento de 0.737 % con un caudal de demanda de 0.641 lt/seg, y un caudal de aforo de 1.01 lts/seg, para una captación tipo ladera, línea de conducción de 1" de diámetro, un reservorio cuadrado de 15 m<sup>3</sup> de capacidad de almacenamiento.
5. Se diseñó las unidades básicas de saneamiento con tratamiento de agua mediante la colocación de biodigestor autolimpiable de 600 lt para viviendas y 1300 lt para centro educativo con zanjas de infiltración de 4.5 m de longitud.
6. El estudio de impacto ambiental de la zona del proyecto contempla impactos negativos durante la etapa de construcción, debido a la emisión de material particulado durante el movimiento de tierras, instalación de tuberías, válvulas, accesorios y conexiones domiciliarias; e impactos positivos durante la etapa de

funcionamiento del servicio de agua potable, mejorando su calidad de vida y abasteciendo a todas las viviendas.

7. El presupuesto total del proyecto es de S/. 2' 360' 474. 74.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Evaluar el funcionamiento del sistema de agua potable y saneamiento básico durante el primer año de funcionamiento cada cierto de tiempo, para determinar el estado de la estructura y programar un cronograma para el mantenimiento. su vez, no afectar con material agrícola la zona donde será ubicado los Reservorios.
2. Para el proceso constructivo, la zona de contacto suelo – estructura debe ser convenientemente humedecida y compactada ya que se tiene arena arcillosa en su mayoría y la estructura puede ceder a un agente externo.
3. Se recomienda realizar el trazo y replanteo por donde se diseñó las redes de distribución, infraestructuras y sistema de eliminación de excretas; con la finalidad de cumplir con lo establecido en el presente proyecto.
4. Educar a la población para el uso correcto de las UBS, evitando arrojar basura u otras sustancias dentro de éstas, para evitar atoros y averías al sistema.
5. Considerar los criterios establecidos en las especificaciones técnicas y la calidad de los materiales ya que de ellos dependerá el buen funcionamiento del sistema.
6. Coordinar con entidades públicas y privadas, para que se den charlas informativas y practicas dirigidas a la población, de temas de educación sanitaria y del buen uso del recurso del agua, además del uso y mantenimiento de los sistemas.

## **VII. REFERENCIAS:**

ALVARADO, Paola. Estudio y diseño del sistema de agua potable, del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, Cantón – Gonzanama. Tesis (título de ingeniero civil). Ecuador, 2013.

ARGUETA, Alejandro. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo y del alcantarillado sanitario para la aldea El Amatillo, Ipala, Chiquimula. Tesis (título de ingeniero civil). Guatemala, 2014.

ARIAS, Fidas. El proyecto de investigación. Libro, 2006.

BALESTRINI, Miriam. Como se elabora el proyecto de investigación. Libro, 2006.

BANCES, Hugo. Diseño del mejoramiento del servicio de saneamiento básico del centro Poblado de Bonanza, del distrito de Zorritos, provincia de Contralmirante, Villar – Tumbes. Tesis (título de ingeniero civil). Perú, 2018.

BELTRAN, Álvaro. Costos y Presupuestos. Libro, 2012.

BISQUERRA, Rafael. Metodología de la investigación educativa. Libro, 1989.

BOTÍA, Wilmar. Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memorias de cálculo. Tesis (título de ingeniero civil). Colombia, 2015.

CAJO, Héctor. Diseño del sistema de agua potable y saneamiento básico en el centro poblado de Corral de Piedra, distrito de Salas, provincia de Lambayeque, región Lambayeque. Tesis (título de ingeniero civil). Perú, 2018.

CAMPY, LAMPOGLIA Y URRUTIA. Convirtiendo en Realidad el Saneamiento Rural Sostenible - Ecuador. Libro. 2012.

CARBAJAL, Angélica. Diseño para el mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable y saneamiento en los caseríos Cruz de Chuca y Huacascorral, distrito de Angasmarca – Santiago de Chuco – La Libertad. Tesis (título de ingeniero civil). Perú, 2018.

DIRECCIÓN REGIONAL DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO – CUSCO. Diseño de Agua Potable en zonas rurales. Perú. 2008.

ESPINOZA, Guillermo. Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Libro, 2002.

EUPATI. Metodología de la investigación científica. Libro, 2015.

GAMARRA, Oscar. Diseño del mejoramiento y ampliación de los servicios de agua potable y unidades básicas de saneamiento del sector Colcapampa, caserío Caracmaca, distrito de Sanagorán, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad. Tesis (título de ingeniero civil). Perú, 2017.

GARCIA, Fernando. Curso Básico de Topografía. Libro, 1994.

GERENCIA REGIONAL DE SALUD – LA LIBERTAD. Servicios de salud. Perú. 2014.

GERENCIA REGIONAL DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO – LA LIBERTAD. Servicios de agua potable y saneamiento. Perú. 2014.

GONZALES, Esteban. Distribución geográfica de la disponibilidad e inversión en infraestructura del sistema de agua potable y saneamiento en Costa Rica. Revista. Costa Rica. 2012.

Guide for the analysis, Design and Construction of Elevated Concrete and Composite Steel-Concrete Water Storage Tanks (ACI 371).

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. Libro, 2003.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. Censos Nacionales. Perú. 2017 – 2007.

JIMENEZ, José. Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario. Libro, 2011.

JUAREZ Y RICO. Fundamentos de la mecánica de suelos, 2005.

LAMBE Y WHITMAN. Mecánica de suelos. Libro, 2004.

MATA, José. Población muestra y muestreo. Libro, 1997.

MENDOZA, Jorge. Topografía – Principios Básicos. Libro, 2008.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. Saneamiento básico – guía simplificada para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de saneamiento básico en el ámbito rural, a nivel de perfil. Perú. 2011.

MINISTERIO DE SALUD. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. Perú. 2011.

MINISTERIO DEL AMBIENTE, Estándares nacionales de calidad ambiental para agua. Perú. 2008.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyecto de saneamiento. Perú. 2016.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. Norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural. Perú. 2018.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. Programa nacional de saneamiento rural – (PNSR). Perú. 2013.

MORENO, Jhon. Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y saneamiento básico rural, del caserío Pampa Hermosa Alta, distrito de Usquil – Otuzco – La Libertad. Tesis (título de ingeniero civil). Perú, 2018.

NARVAEZ, Ricardo. Abastecimiento de agua. Libro, 2012.

N.T.P 339.127 - 1998, “SUELOS”, método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

N.T.P 339.128 - 1999, “SUELOS”, método de ensayo para el análisis granulométrico.

N.T.P 339.129 - 1999, “SUELOS”, método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.

N.T.P 339.131 - 1999, “SUELOS”, método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo.

N.T.P 339.134 - 1999, “SUELOS”, método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).

N.T.P 339.138 - 1999, “SUELOS”, método de ensayo estándar para la determinación del índice de densidad y peso unitario mínimos de suelos y cálculo de densidad relativa.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria. Perú. 2016.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Guías para la calidad del agua potable. Libro, 2006.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES – E. 020, Cargas. Perú. 2006.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES – E. 030, Diseño Sismo resistente. Perú. 2006.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES – E. 050, Suelos y Cimentaciones. Perú. 2006.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES – E. 060, Concreto Armado. Perú. 2006.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES – IS. 010, Instalaciones sanitarias para edificaciones. Perú. 2006.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES – IS. 020, Tanques Sépticos. Perú. 2006.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES – OS. 010, Captación y conducción de agua para consumo humano. Perú. 2006.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES – OS. 030, Almacenamiento de agua para consumo humano. Perú. 2006.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES – OS. 050, Redes de distribución de agua para consumo humano. Perú. 2006.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES – OS. 100, Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria. Perú. 2006.

RODRÍGUEZ, William. Ingeniería Geotécnica. Libro, 2016.

ROTOPLAS, Especificaciones técnicas de un biodigestor. Perú. 2015.

RUBIO Y VARAS. Métodos y técnicas de investigación. Libro, 1997.

RUSSELL, Paul. Topografía – Fotogrametría. Libro, 2006.

SALIRROSAS, Yanela. Diseño del mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y de unidades básicas de saneamiento en el caserío de Uningambalito, distrito de Santiago de Chuco, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad. Tesis (título de ingeniero civil). Perú, 2018.

SANTAMARÍA Y SANZ. Fundamentos de fotogrametría. Libro, 2011.

Seismic Design of Liquid-Containing Concrete Structures and Commentary (ACI 350.3-06).

SILVA, Carlos. Diseño del sistema de agua potable y unidades de saneamiento básico en el caserío Chugursillo, centro poblado Llaucan, distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc – Cajamarca. Tesis (título de ingeniero civil). Perú, 2018.

TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica. Libro, 1997.

TERZAGHI Y RALPH. Mecánica de suelos en la ingeniería práctica. Libro, 1973.

# ANEXOS

# ANEXO 1

## DOCUMENTOS ADJUNTADOS



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

Trujillo, 17 de junio del 2019

**OFICIO N° 335-2019/PAIC-FI-UCV**

Señor:  
**BENITO ROBERT CONTRERAS MORALES**  
ALCALDE  
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SANCHEZ CARRIÓN  
HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

Trujillo.-

De mi consideración:

Por intermedio del presente, es grato dirigirme a usted y manifestarle que los estudiantes, **AGUILAR DE LA CRUZ JEFFERSON JAVIER** y **BECERRA VASQUEZ DEYVI ANTONY**, se encuentran cursando el IX Ciclo del Programa Académico de **INGENIERIA CIVIL**, en nuestra Universidad.

Dentro de su currícula vigente los estudiantes deberán llevar el curso de Proyecto de tesis, motivo por el cual solicito a Ud. Tenga la bondad de brindar el apoyo necesario a los referidos estudiantes, permitiéndoles realizar su proyecto de investigación denominado **"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y AMPLIACIÓN DE UBS, CASERIO DE YANAC, SECTOR LAS PEÑAS, DISTRITO DE HUAMACHUCO, LA LIBERTAD"** proyecto que, a su vez beneficiará a su Institución por el aporte que podría brindarles para su comunidad.

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

Atentamente

  
**Dr. Alan Yordan Valdivieso Velarde**  
DIRECTOR  
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

C.C. File  
AYVV/mraa



*Carta de presentación enviada a la municipalidad, para conocimiento de nuestro proyecto de tesis*

**AGENTE MUNICIPAL SECTOR  
LAS PEÑAS – CASERIO YANAC**

---

**“AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD”**

Huamachuco, 16 de Setiembre del 2019

Señor (a):  
Ing. Alán Yordan Valdivieso Velarde  
Director de Escuela de Ingeniería Civil  
Universidad César Vallejo S.A.C.  
Presente. -

De mi consideración:

Por medio del presente, el agente municipal del Sector Las Peñas – caserío Yanac – Huamachuco – Provincia de Sánchez Carrión, Región La Libertad, hace constar que los estudiantes AGUILAR DE LA CRUZ, *Jefferson Javier* identificado con DNI N° 70235314 y BECERRA VASQUEZ, Deyvi Antony identificado con DNI N° 71253851, de la escuela profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo- Trujillo, han llegado al Sector las Peñas y se han reunido con los pobladores, para explicarle su proyecto que se denomina “Diseño Del Sistema De Agua Potable Y Ampliación De UBS, Caserío Yanac, Sector Las Peñas, Distrito Huamachuco, Provincia Sánchez Carrión, La Libertad”, donde tienen como finalidad mejorar todo el sistema de agua potable e implementación de UBS, para todas las viviendas del Sector en estudio.

Es todo cuanto tengo que informar ante usted para su conocimiento.

**Eduardo Manuel Aguilar Otiniego**  
DNI: 19573084  
AGENTE MUNICIPAL  
CAS YANAC



*Carta de constancia por el agente municipal de lo zona  
donde se realizó nuestro proyecto de tesis*

## ANEXO 2

### PANEL FOTOGRÁFICO



*obtención de muestras para el estudio fisicoquímico y bacteriológico del agua en la captación n°1*

*obtención de muestras para el estudio fisicoquímico y bacteriológico del agua en la captación n°2*





Levantamiento topográfico del sector las peñas *con la utilización del drone Phantom 4 pro RTK*



*ESTACION MOVIL 2RTK GNSS, que permite que el drone obtenga las coordenadas y pueda desarrollar el levantamiento topográfico de todo el sector en estudio.*



*El sector las Peñas cuenta con un Sistema de agua, Pero el cual ya se encuentra en malas condiciones, es notorio todo lo malo de esta red, podemos observar que, en diversos tramos de este Sistema, la red se encuentra totalmente expuesta, y en ocasiones los pobladores le colocan piedras encima de las tuberías para que estas no se muevan.*





*Con respecto a la red de distribución, no cuentan con un diseño adecuado, con esto podemos evidenciar que se necesita un mejoramiento de todo este Sistema, con la implementación de todos los elementos adecuados.*





*El reservorio existente en el sector, se encuentra en un mal estado, es evidente la falta de mantenimiento y limpieza de dicho reservorio, además se puede evidenciar que presenta con muchas grietas, las cuales son un peligro pues deja en evidencia que el reservorio puede fallar en un futuro.*





El sector las peñas no cuenta con un Sistema de desagüe, por lo que las viviendas presentan letrinas, muchas en muchas de ellas podemos observar que ya se encuentran en mal estado y están muy deterioradas.



Con respecto a las conexiones de agua domiciliaria, se puede evidenciar que las bases de concreto ya se encuentran en mal estado, presentan diversas rajaduras y en algunas viviendas se puede observar que no cuentan con bases de concreto y la tubería está amarrada a un palo.





Obtención de muestras para el análisis de suelo, del primer punto de captación, esta es la primera calicata que efectuamos, con el fin de obtener 5 kg de material para el análisis en laboratorio.





Obtención de muestras para el análisis de suelo, del Segundo punto de captación, esta es la segunda calicata que desarrollamos, con el fin de obtener 5 kg de material para el análisis en laboratorio.



Obtención de muestras para el análisis de suelo, del costado de una casa, para la implementación de uds y para el recorrido del Sistema de agua, esta es la tercera calicata que desarrollamos, con el fin de obtener 5 kg de material para el análisis en laboratorio.



**ANEXO 3**

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**PROYECTO** : DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y AMPLIACIÓN DE UBS, CASERÍO YANAC, SECTOR LAS PEÑAS, DISTRITO DE HUAMACHUCO, PROVINCIA SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD

**SOLICITANTE** : AGUILAR DE LA CRUZ, JEFFERSON JAVIER - BECERRA VÁSQUEZ, DEYVI ANTONY

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : HUAMACHUCO - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019

Calicata	Ubicación	Prof. Estrato	PROPIEDADES FÍSICAS							CLASIFICACIÓN		PROPIEDADES MECÁNICAS					
			% CH	% Finos	% Arenas	% Gravas	% LL	% LP	% IP	SUCS	AASHTO	MDS (g/cm3)	OCH %	CBR 100%	CBR 95%	Pu (g/cm3)	Qadm. (Kg/cm2)
C-1	E-1 CAPTACIÓN 2	1.50 m	26.43	39.82	54.53	5.64	27	16	11	SC	A-6 (1)	-	-	-	-	-	-
C-2	E-1 CAPTACIÓN 3	1.50 m	31.16	53.94	43.97	2.08	27	16	12	CL	A-6 (3)	-	-	-	-	-	-
C-3	E-1 CASA - 1	1.50 m	21.86	98.22	1.78	0.00	40	27	13	CL	A-6 (15)	-	-	-	-	1.075	0.60
C-4	E-1 CASA - 2	1.50 m	27.69	99.33	0.67	0.00	65	25	40	CH	A-7-6 (20)	-	-	-	-	-	-
C-5	E-1 RESERVOIRIO 1	3.00 m	19.86	32.89	84.29	2.81	39	31	8	SC	A-2-4 (0)	-	-	-	-	1.050	1.10
C-6	E-1 RESERVOIRIO 2	3.00 m	18.93	47.98	50.53	1.50	28	21	7	SM-SC	A-4 (1)	-	-	-	-	1.009	1.06



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**CAMPUS TRUJILLO**  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe

# ANEXO 4

## RESULTADOS DEL ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

**LASACI**



### INFORME DE ANÁLISIS LASACI N°053-2019-IQUNT

SOLICITANTE	: JEFFERSON JAVIER AGUILAR DE LA CRUZ
MUESTRA	: AGUA
PROCEDENCIA	: Captación 01
LUGAR	: Caserío Yanac-Sector Las Peñas-Huamachuco
FECHA DE INGRESO	: 07 DE MAYO DEL 2019
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

DETERMINACIONES	Unidades	Resultados
Olor	-	Aceptable
Sabor	-	Aceptable
Color	Pt/Co	14
Turbidez	NTU	4
pH	-	7.19
Conductividad	uS/cm	679
Sólidos totales disueltos	mg/L	435
Cloruros	Cl mg/L	96.7
Calcio	Ca mg/L	54.81
Magnesio	Mg mg/L	33.04
Sodio	Na mg/L	18.34
Potasio	K mg/L	2.12
Sulfatos	SO <sub>4</sub> mg/L	53.16
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub> mg/L	272
Amoniaco	NH <sub>3</sub> mg/L	< 0.01
Cianuro total	CN mg/L	<0.01
Aceites y grasas	mg/L	<0.01
Carbonatos	CO <sub>3</sub> mg/L	0.00
Bicarbonatos	HCO <sub>3</sub> mg/L	42
Nitratos	NO <sub>3</sub> mg/L	4.25
Nitritos	NO <sub>2</sub> mg/L	0.23

Conclusión: Cumple las especificaciones establecidas Categoría 1: Subcategoría A (Aguas destinadas a producción de agua potable) para el consumo humano.  
TRUJILLO 13 DE MAYO DEL 2018



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**

☎ 949959632 / 933623974



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**  
**LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION**



**LASACI**

**ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

DETERMINACIONES	UNIDADES	Muestra
Recuento Total de bacterias	UFC/ 100 mL	6
Huevos y larvas de helmintos, quites y ooquistes de protozoarios patógenos	Nº org./L	0
Escherichia coli	NMP/ 100 mL	0
Virus	UFC/mL	0
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	Negativos
Coliformes totales	NMP/ 100mL	Negativo

Conclusión: Cumple con las especificaciones establecidas para el consumo humano

TRUJILLO 13 DE MAYO DEL 2019

*[Firma]*  
 Msc. CLARA VALQUI MENDOZA  
 DIRECTOR LASACI

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**

☎ 949959632 / 933623974



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



## LASACI

### INFORME DE ANÁLISIS LASACI N°053B-2019-IQUNT

SOLICITANTE	: JEFFERSON JAVIER AGUILAR DE LA CRUZ
MUESTRA	: AGUA
PROCEDENCIA	: Captación 02
LUGAR	: Caserío Yanac-Sector Las Peñas-Huamachuco
FECHA DE INGRESO	: 07 DE MAYO DEL 2019
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

DETERMINACIONES	Unidades	Resultados
Olor	-	Aceptable
Sabor	-	Aceptable
Color	Pt/Co	14
Turbidez	NTU	4
Ph	-	7.31
Conductividad	uS/cm	681
Solidos totales disueltos	mg/L	436
Cloruros	Cl mg/L	86.24
Calcio	Ca mg/L	43.4
Magnesio	Mg mg/L	10.14
Sodio	Na mg/L	19.7
Potasio	K mg/L	1.09
Sulfatos	SO <sub>4</sub> mg/L	60.13
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub> mg/L	217
Amoniaco	NH <sub>3</sub> mg/L	< 0.01
Cianuro total	CN mg/L	<0.01
Aceites y grasas	mg/L	<0.01
Carbonatos	CO <sub>3</sub> mg/L	0.00
Bicarbonatos	HCO <sub>3</sub> mg/L	56
Nitratos	NO <sub>3</sub> mg/L	2.76
Nitritos	NO <sub>2</sub> mg/L	0.43

Conclusión: Cumple las especificaciones establecidas Categoría 1: Subcategoría A (Aguas destinadas a producción de agua potable) para el consumo humano.  
TRUJILLO 23 DE OCTUBRE DEL 2018



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

☎ 949959632 / 933623974



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

## LASACI



### ANALISIS MICROBIOLÓGICO

DETERMINACIONES	UNIDADES	Muestra 02
Recuento Total de bacterias	UFC/ 100 mL	11
Huevos y larvas de helmintos, quites y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org./L	0
Escherichia coli	NMP/ 100 mL	0
Virus	UFC/mL	0
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	Negativos
Coliformes totales	NMP/ 100mL	Negativo

Conclusión: Cumple con las especificaciones establecidas para el consumo humano

TRUJILLO 23 DE OCTUBRE DEL 2018



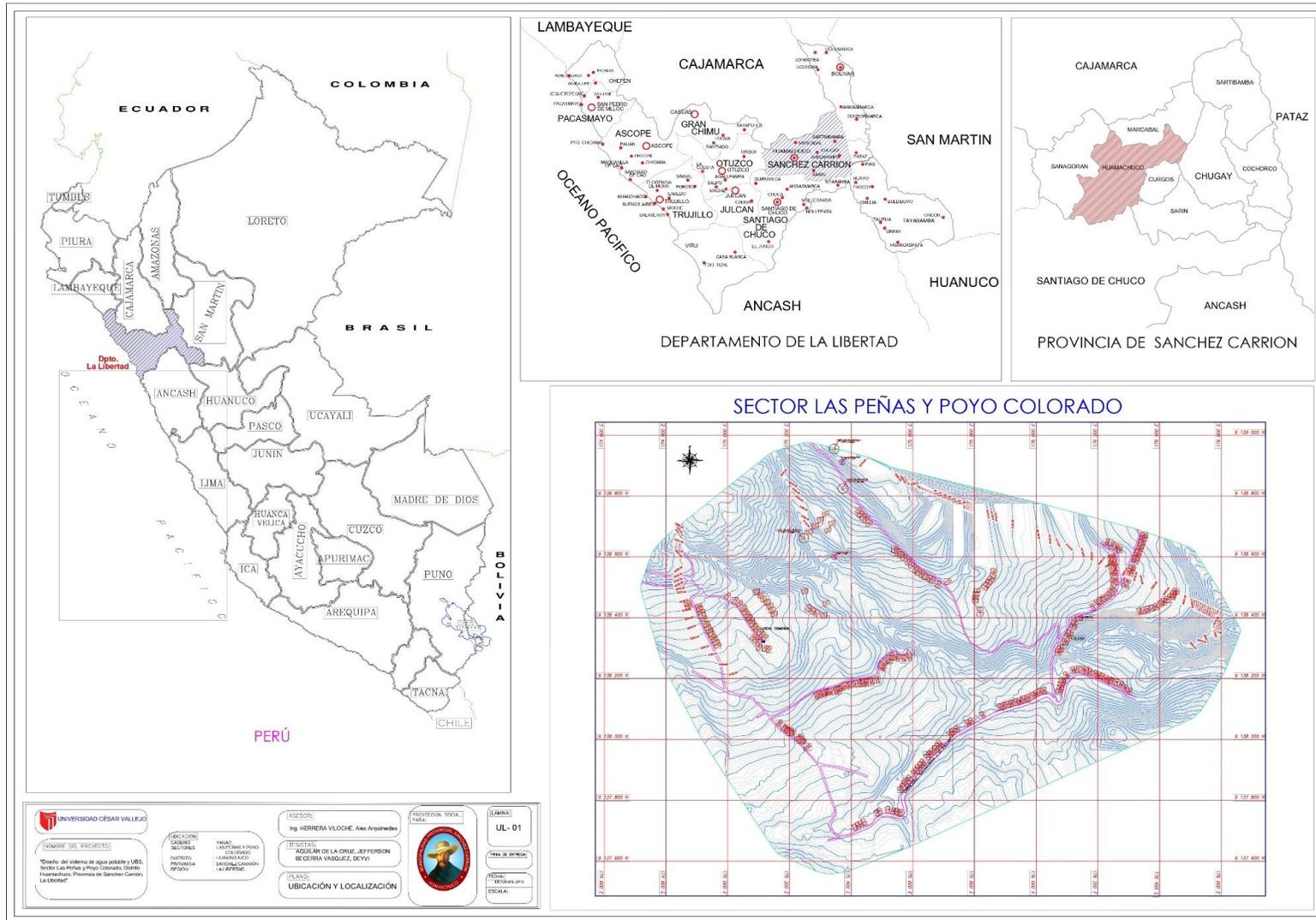
AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

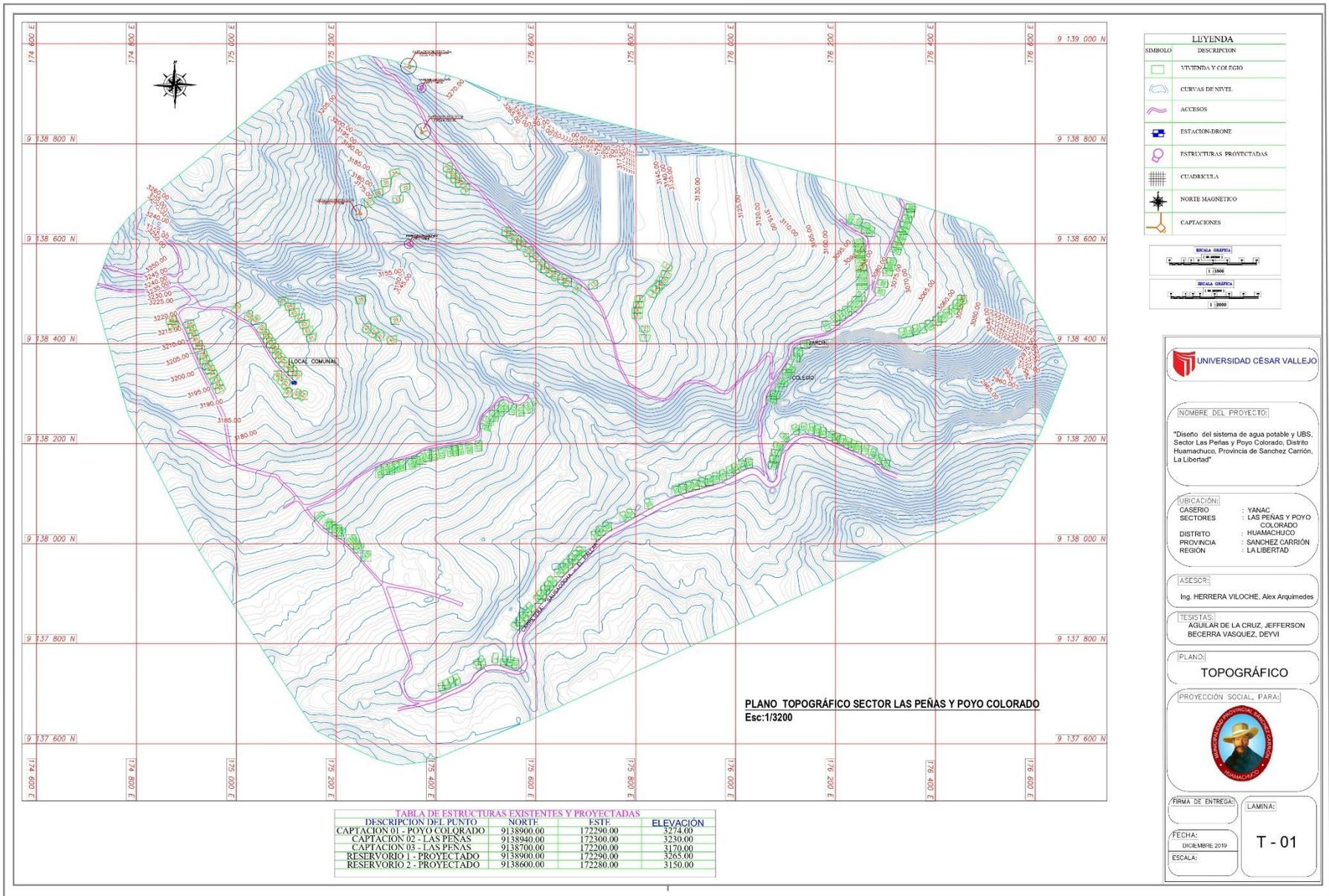
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

☎ 949959632 / 933623974

# ANEXO 5

## PLANOS





LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	VIVIENDA Y COLEGIO
	CURVAS DE NIVEL
	ACCESOS
	ESTACION-DRONE
	ESTRUCTURAS PROYECTADAS
	CUADRICULA
	NORTE MAGNETICO
	CAPTACIONES



**NOMBRE DEL PROYECTO:**  
"Diseño del sistema de agua potable y UBS, Sector Las Peñas y Poyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia de Sanchez Carrion, La Libertad"

**UBICACION:**  
CASERIO : YANAC  
SECTORES : LAS PEÑAS Y POYO COLORADO  
DISTRITO : HUAMACHUCO  
PROVINCIA : SANCHEZ CARRION  
REGION : LA LIBERTAD

**ASESOR:**  
Ing. HERRERA VILOCHE, Alex Arquimedes

**TESISTAS:**  
AGUILAR DE LA CRUZ, JEFFERSON  
BECERRA VASQUEZ, DEYVI

**PLANO:**  
**TOPOGRÁFICO**

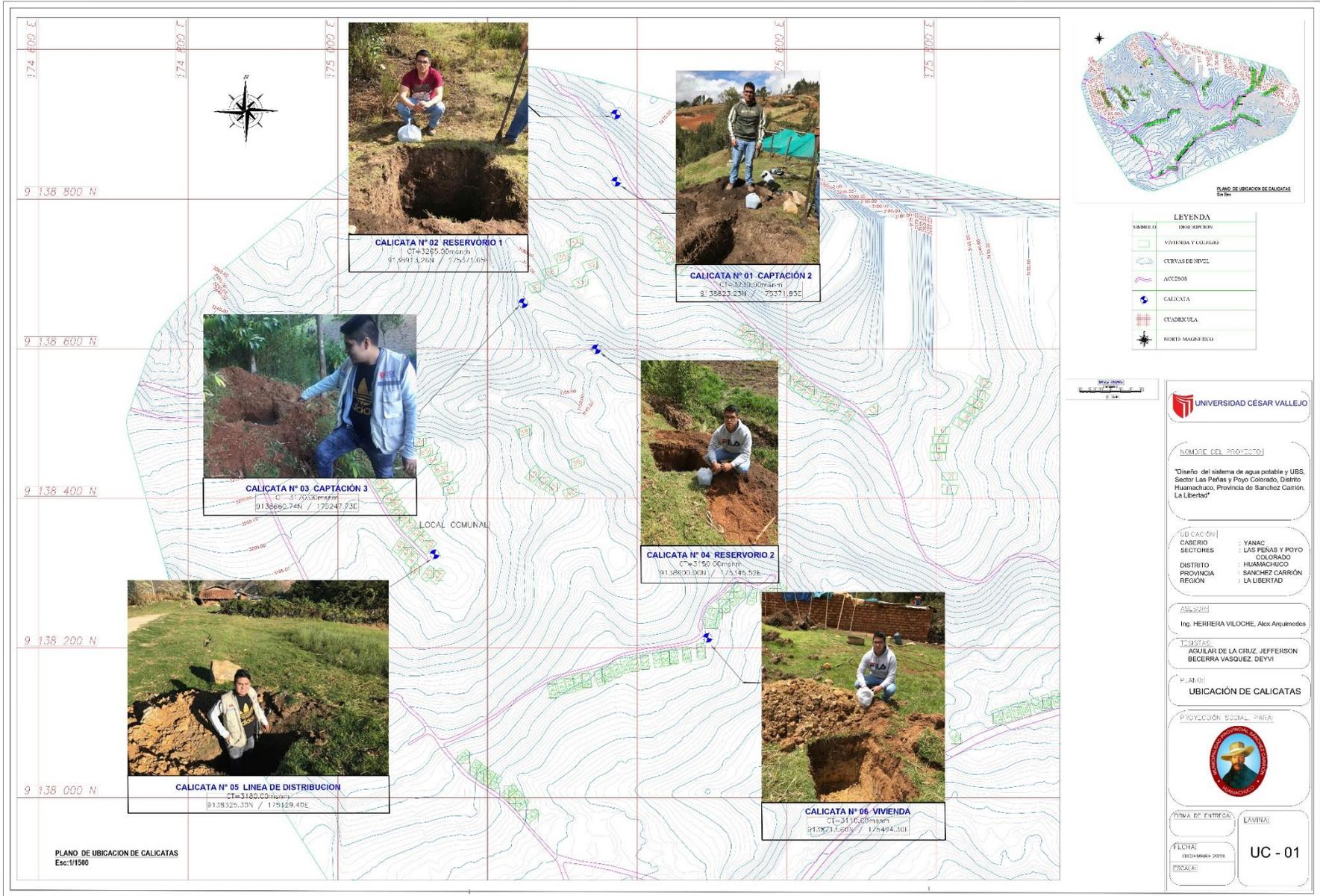


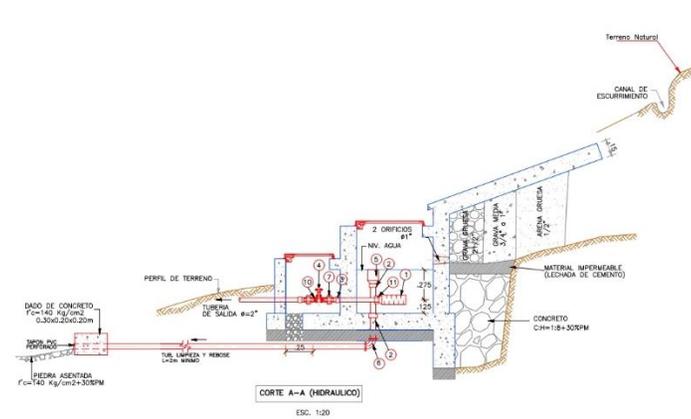
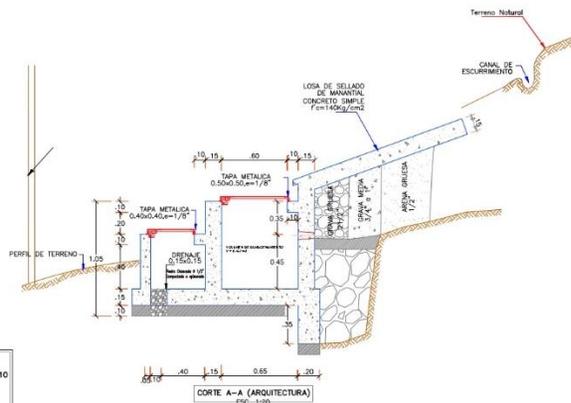
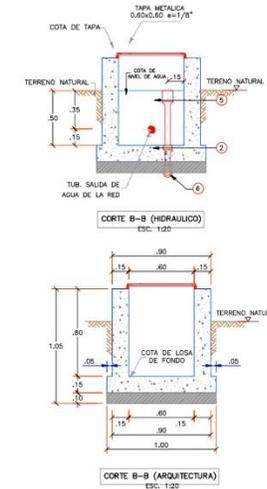
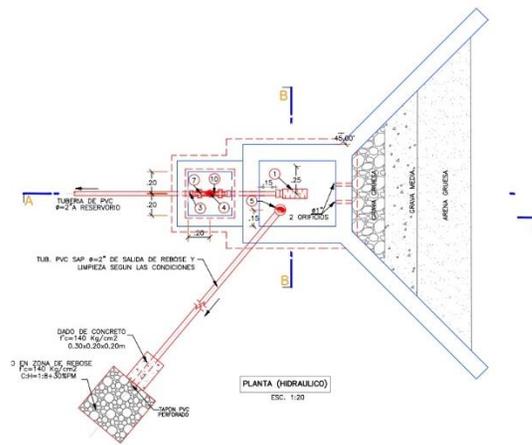
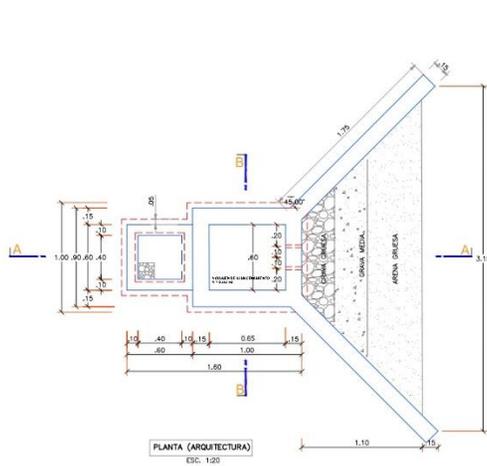
**FIRMA DE ENTREGA:** **LAMINA:**  
T - 01

**FECHA:**  
DICIEMBRE 2019

**ESCALA:**

TABLA DE ESTRUCTURAS EXISTENTES Y PROYECTADAS			
DESCRIPCION DEL PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION
CAPTACION 01 - POYO COLORADO	9138900.00	172290.00	3274.00
CAPTACION 02 - LAS PEÑAS	9138940.00	172300.00	3230.00
CAPTACION 03 - LAS PEÑAS	9138700.00	172200.00	3170.00
RESERVORIO 1 - PROYECTADO	9138900.00	172290.00	3265.00
RESERVORIO 2 - PROYECTADO	9138600.00	172280.00	3150.00





- ESPECIFICACIONES TECNICAS**
- Concreto armado  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.
  - Concreto simple  $f_c = 140$  kg/cm<sup>2</sup>.
  - Acero  $f_y = 4200$  kg/cm<sup>2</sup>.
  - Recubrimientos :  
- 3.0 cm parte Exterior.  
- 3.0 cm parte Interior.
  - Enlucidos exterior  $e=1.5$  cm, 1:2.
  - Enlucidos Interior  $e=1.5$  cm, 1:2 + aditivo impermeabilizante.
  - Las zonas visibles de los estructuras serán pintadas con esmalte.
- MATERIALES**
- Acero Corrugado Grado 60.
  - Hormigón.
  - Cemento Portland Tipo I.
- TUBERIA Y ACCESORIOS** PVC deben cumplir:
- Norma Técnica Peruana 399,002 para flujos a presión.
  - Norma Técnica Peruana 399,003.
  - Norma Técnica Peruana ISO 1452:2011.

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	DIAM.
1	CANASTILLA PVC	1	4"
2	UNION SP PVC SAL	2	2"
3	ADAPTADOR UPN PVC S&P	2	2"
4	VALVULA DE COMPRESION DE BRONCE	1	2"
5	CONO DE REBOSE PVC S&P 4 e 2	1	2"
6	CODO 90° PVC SAL	1	2"
7	UNION UNIVERSAL DE PVC S&P	2	2"
10	NIPLE DE PVC	2	2"
11	UNION SP PVC S&P	1	2"

FIRMA DE ENTREGA: \_\_\_\_\_

LAMINA: **CL-01**

FECHA: DICIEMBRE 2019

ESCALA: \_\_\_\_\_



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**  
"Diseño del sistema de agua potable y UBS, Sector Las Peñas y Poyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia de Sanchez Carrión, La Libertad"

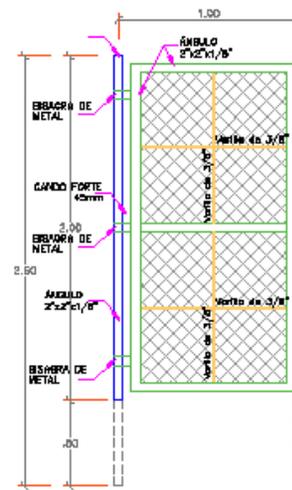
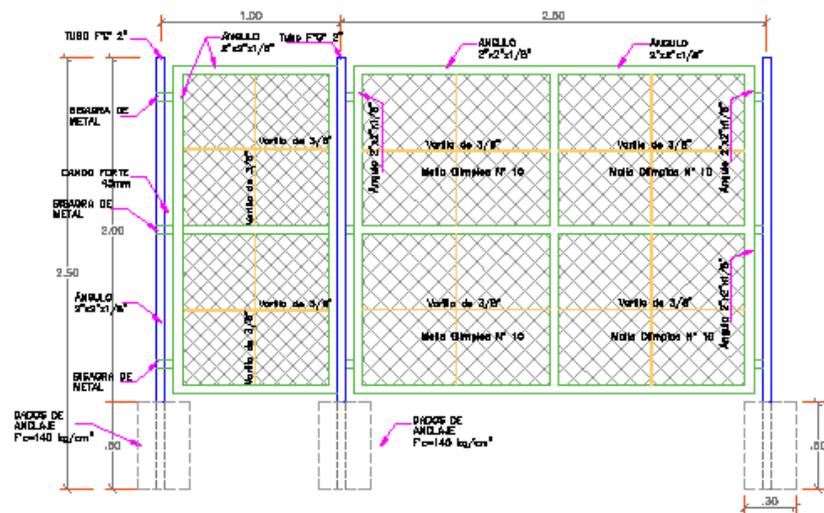
**UBICACIÓN:**  
CASERIO : YANAC  
SECTORES : LAS PEÑAS Y POYO  
COLIBRADO : HUAMACHUCO  
DISTRITO : HUAMACHUCO  
PROVINCIA : SANCHEZ CARRIÓN  
REGION : LA LIBERTAD

**ASESOR:**  
Ing. HERRERA VILOCHE, Alex Arquimedes

**TESISTAS:**  
AGUILAR DE LA CRUZ, JEFFERSON  
BECERRA VASQUEZ, DIEVI

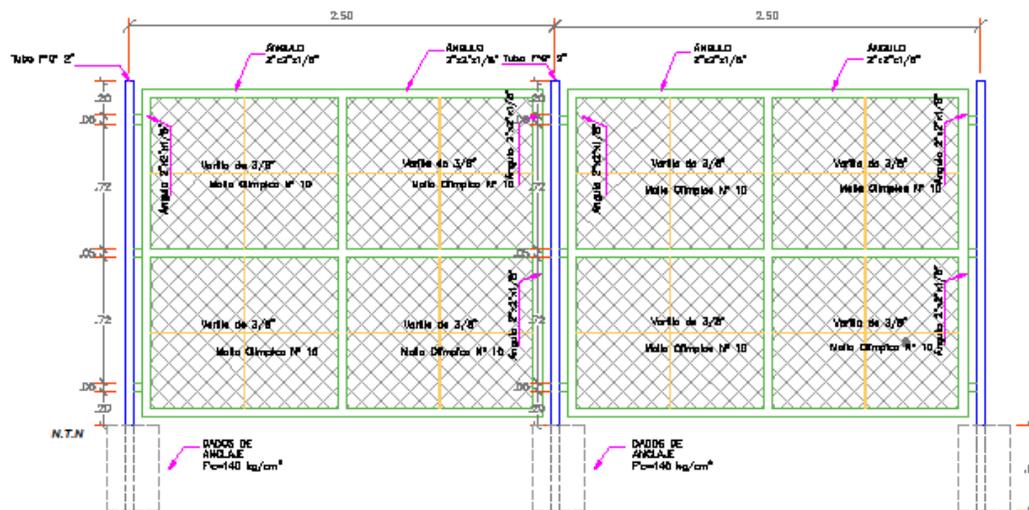
**PLANO:**  
HIDRÁULICO CAPTACION DE LADERA Qa = 0.54 L/s





DETALLE DE PUERTA METÁLICA  
Ee: 1/30

CERCO PERIMÉTRICO  
Ee: 1/30



DETALLE DE CERCO PERIMÉTRICO CON MALLA  
Ee: 1/30

- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**
- MALLA
    - Malla alambre # 10 - pintada
  - BARDO
    - Angulo de 2"x2"x1/8" - pintado
    - Tubo de 2"x2"x1/8" - pintado
  - PUERTA
    - Tubo 1"x2" x 2" = 2.00 mm - pintado
    - Alambre de 1"x2" x 1/4"x2" - pintado
    - Corchete de 48 mm.
  - SOLDADURA
    - Soldadura punto cada 1/8".
  - CONCRETO
    - Concrete alambre P=140 kg/cm²



**NOMBRE DEL PROYECTO:**  
"Diseño del sistema de agua potable y UBS, Sector Las Peñas y Poyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, La Libertad"

**UBICACIÓN:**  
CASERIO : YANAC  
SECTORES : LAS PEÑAS Y POYO COLORADO  
DISTRITO : HUAMACHUCO  
PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN  
REGIÓN : LA LIBERTAD

**ASESOR:**  
Ing. HERRERA VILOCHE, Alex Arquimedes

**TESISTAS:**  
AGUILAR DE LA CRUZ, JEFFERSON  
BECERRA VASQUEZ, DEYVI

**PLANO:**  
CERCO PERIMÉTRICO DE PROTECCIÓN

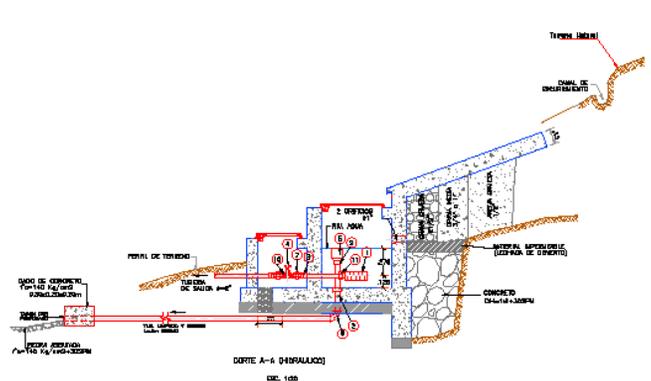
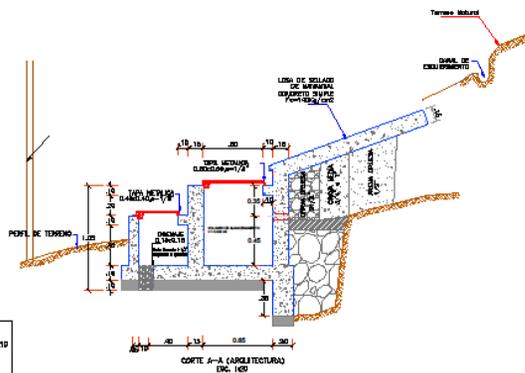
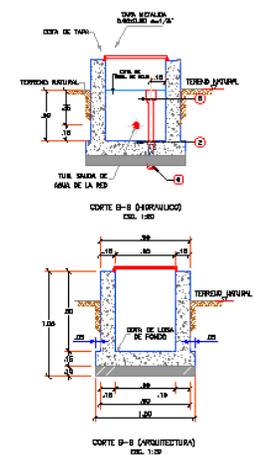
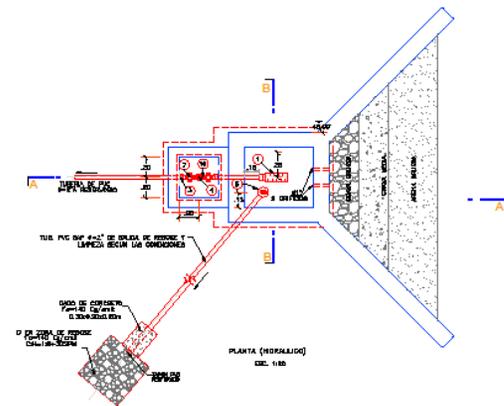
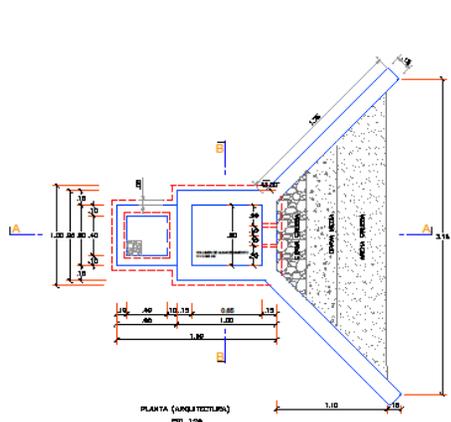


**PROYECCIÓN SOCIAL, PARA:**

**FRMA DE ENTREGA:** LAMINA:  
CL- 01

**FECHA:** DICIEMBRE 2019

**ESCALA:**



- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**
- Cemento empaquetado 40 = 210 kg/bolsa.
  - Cemento volante 40 = 140 kg/bolsa.
  - Arena 0/20 = 2000 kg/bolsa.
  - Grava 20/40 = 1000 kg/bolsa.
  - Grava 40/80 = 1000 kg/bolsa.
  - Grava 80/120 = 1000 kg/bolsa.
  - Grava 120/160 = 1000 kg/bolsa.
  - Grava 160/200 = 1000 kg/bolsa.
  - Grava 200/250 = 1000 kg/bolsa.
  - Grava 250/300 = 1000 kg/bolsa.
  - Grava 300/350 = 1000 kg/bolsa.
  - Grava 350/400 = 1000 kg/bolsa.
  - Grava 400/450 = 1000 kg/bolsa.
  - Grava 450/500 = 1000 kg/bolsa.
  - Grava 500/550 = 1000 kg/bolsa.
  - Grava 550/600 = 1000 kg/bolsa.
  - Grava 600/650 = 1000 kg/bolsa.
  - Grava 650/700 = 1000 kg/bolsa.
  - Grava 700/750 = 1000 kg/bolsa.
  - Grava 750/800 = 1000 kg/bolsa.
  - Grava 800/850 = 1000 kg/bolsa.
  - Grava 850/900 = 1000 kg/bolsa.
  - Grava 900/950 = 1000 kg/bolsa.
  - Grava 950/1000 = 1000 kg/bolsa.
- MATERIALES**
- Fierro Corrosado Grado 60.
  - Fierro Grado 40.
  - Cemento Portland Tipo I.
- TUBERÍA Y ACCESORIOS**
- Tubo PVC 60x60.
  - Tubo PVC 80x80.
  - Tubo PVC 100x100.
  - Tubo PVC 120x120.
  - Tubo PVC 150x150.
  - Tubo PVC 200x200.
  - Tubo PVC 250x250.
  - Tubo PVC 300x300.
  - Tubo PVC 350x350.
  - Tubo PVC 400x400.
  - Tubo PVC 450x450.
  - Tubo PVC 500x500.
  - Tubo PVC 550x550.
  - Tubo PVC 600x600.
  - Tubo PVC 650x650.
  - Tubo PVC 700x700.
  - Tubo PVC 750x750.
  - Tubo PVC 800x800.
  - Tubo PVC 850x850.
  - Tubo PVC 900x900.
  - Tubo PVC 950x950.
  - Tubo PVC 1000x1000.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNID.
1	BARRELLA PISO	1	Ø"
2	UNION Ø" PISO Ø"	2	Ø"
3	APROXIMACION Ø" PISO Ø"	2	Ø"
4	MOJILLA DE CONCRETO DE BRONCE	1	Ø"
5	Ø" DE CONCRETO PISO Ø"	1	Ø"
6	Ø" DE CONCRETO PISO Ø"	1	Ø"
7	UNION Ø" PISO Ø"	2	Ø"
8	Ø" DE CONCRETO PISO Ø"	1	Ø"
9	Ø" DE CONCRETO PISO Ø"	1	Ø"
10	Ø" DE CONCRETO PISO Ø"	1	Ø"
11	UNION Ø" PISO Ø"	1	Ø"

FORMA DE ENTREGA: LAMINAR

FECHA: DICIEMBRE 2019

ESCALA: CL-02

PROYECCIÓN SOCIAL, PARA:

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

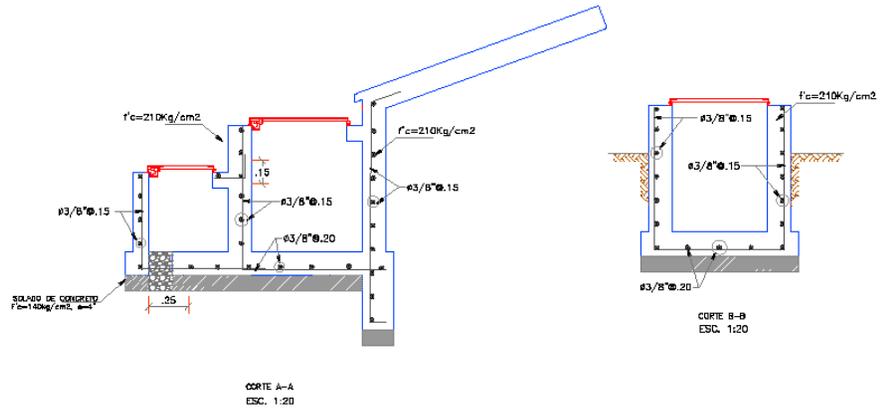
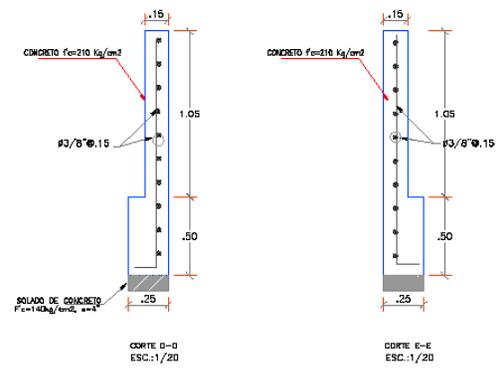
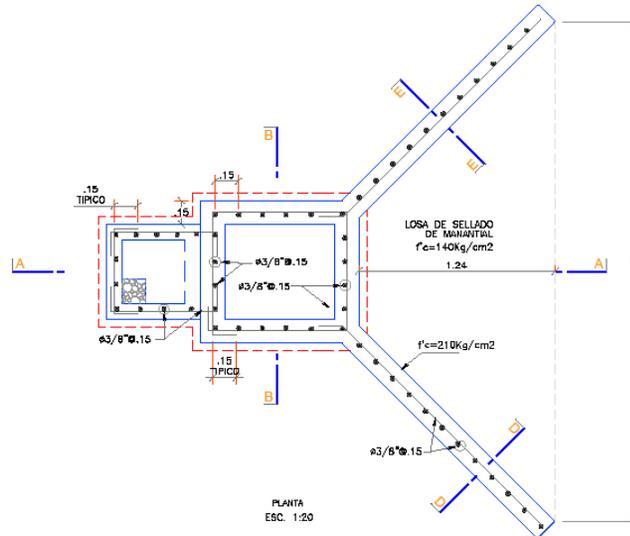
**NOMBRE DEL PROYECTO:**  
"Diseño del sistema de agua potable y LBS, Sector Las Peñas y Poyo Colorado, Distrito Huamanchuco, Provincia de Sánchez Carrión, La Libertad"

**UBICACIÓN:**  
CASERIO : YANAC  
SECTORES : LAS PEÑAS Y POYO  
COLORADO  
DISTRITO : HUAMANCHUCO  
PROVINCIA : SANCHEZ CARRIÓN  
REGIÓN : LA LIBERTAD

**ASESOR:**  
Ing. HERRERA VILCHE, Alex Arquímides

**TESTERAS:**  
AGUIAR DE LA CRUZ, JEFFERSON  
BECERRA VASQUEZ, DEYVI

**PLANO:**  
HIDRÁULICO CAPTACIÓN  
DE LADERA Qa = 1.01 L/s



- ESPECIFICACIONES TECNICAS**
- Concreto armado  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>
  - Concreto simple  $f_u = 140$  kg/cm<sup>2</sup>
  - Acero  $f_y = 4200$  kg/cm<sup>2</sup>
  - Resolminentes : 3/2 en parte Exterior, 3/2 en parte interior
  - Silicidas exterior  $\approx 1.5$  cm, 1:2
  - Silicidas interior  $\approx 1.5$  cm, 1:2 + aditivo impermeabilizante
  - Las juntas visibles de las estructuras serán phi20x con armada.
- MATERIALES**
- Acero Corrugado Grado 60.
  - Herrerías
  - Cemento Portland Tipo I.
- TUBERIA Y ACCESORIOS**
- Tuberia y accesorios PVC deben cumplir:
  - Norma Técnica Peruana 389.002 para fluidos a presión.
  - Norma Técnica Peruana 395.003.
  - Norma Técnica Peruana ISO 1402:2011.

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**  
"Diseño del sistema de agua potable y UBS, Sector Las Peñas y Puyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, La Libertad"

**UBICACIÓN:**  
CASERIO : YANAC  
SECTORES : LAS PEÑAS Y PUYO  
DISTRITO : COLORADO  
PROVINCIA : HUAMACHUCO  
REGION : SANCHEZ CARRION  
LA LIBERTAD

**ASESOR:**  
Ing. HERRERA VILOCHE, Alex Arquimedes

**TESISTAS:**  
AGUILAR DE LA CRUZ, JEFFERSON  
BEGERRA VASQUEZ, DEYVI

**PLANO:**  
ARQUITECTURA CAPTACIÓN  
DE LADERA  $Q_a = 1.01$  U/s

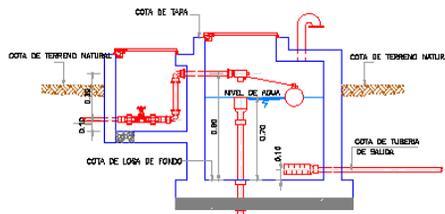
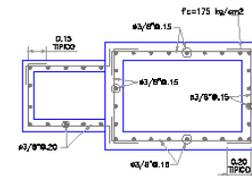
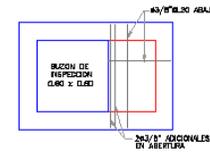
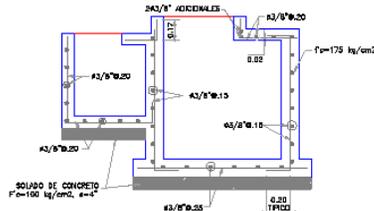
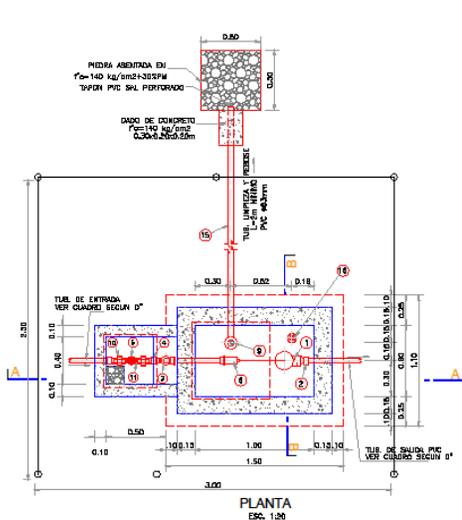
PROYECCIÓN SOCIAL, PARA:

FINA DE ENTREGA: LAMINA: CL-02

FECHA: DICIEMBRE 2019

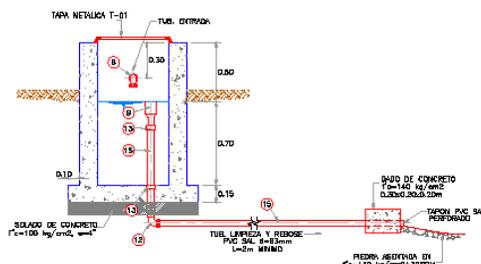
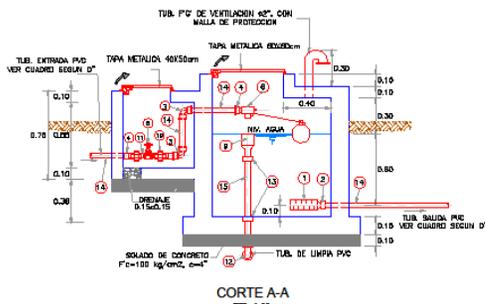
ESCALA:





DESCRIPCION	Ø ENTRADA	Ø SALIDA	CANT.
Camara Rompe Presion VI	1"	1"	01

CUADRO DE ACCESORIOS		
ITEM	DESCRIPCION	CANT. DIAM.
<b>INGRESO</b>		
3	Ø 200 90° SP PVC	2 1"
4	ADAPTADOR UPR PVC	3 1"
5	VALVULA DE EMERGENCIA DE BRONCE	1 1"
6	VALVULA FIJADORA	1 1"
10	UNION UNIVERSAL PVC	2 1"
11	MPLE PVC	2 1"
14	TUBERIA PVC L=1.90m	1 1"
<b>SALIDA</b>		
1	DIAMETILLA PVC	1 2 1/2"
2	UNION SP PVC	1 1"
17	TUBERIA PVC L=0.90m	1 1"
<b>LIMPIA-REBOSE</b>		
8	Ø 200 REBOSE PVC	1 4 1/2"
13	UNION SP PVC	2 2"
12	Ø 200 90° SP PVC	1 2"
9	TAPÓN PERFORADO PVC SPF	1 2"
10	TUBERIA PVC SAL MINIMO L=4.00m	1 2"
<b>VENTILACION</b>		
	MPLE DE FIERRO GALVANIZADO	1 2 1/2"
	Ø 200 DE PVC	2 3"
	TUBON REFORZADO	1 2"



ESPECIFICACIONES TECNICAS	
-	Concreto armado $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
-	Concreto simple $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$
-	Acero $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
-	Reforzamiento = 2 cm
-	Losas de Fondo = 4 cm
-	Malla = 4 cm
-	Entucados exterior = 1.5 cm, 1:4
-	Entucados interior = 2.5 cm, 1:2 = activo
-	impedimentante
-	Las zonas visibles de las estructuras serán pintadas con esmalte
MATERIALES	
-	Cemento Portland Tipo I
-	Acero Corrugado Grado 60
-	Herrajes
TUBERIA Y ACCESORIOS	
-	Tubería y accesorios PVC
-	Norma Técnica Peruana 399.002 para flujos a presión.
-	Norma Técnica Peruana 399.003
-	Norma Técnica Peruana ISO 1452:2011

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**  
 Diseño del sistema de agua potable y USB, Sector Las Peñas y Poyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia de Sanchez Carrón, La Libertad

**UBICACIÓN:**  
 CASERIO : YANAC  
 SECTORES : LAS PEÑAS Y POYO COLORADO  
 DISTRITO : HUAMACHUCO  
 PROVINCIA : SANCHEZ CARRIÓN  
 REGION : LA LIBERTAD

**ASESOR:**  
 Ing. HERRERA VILOCHE, Alex Arquimedes

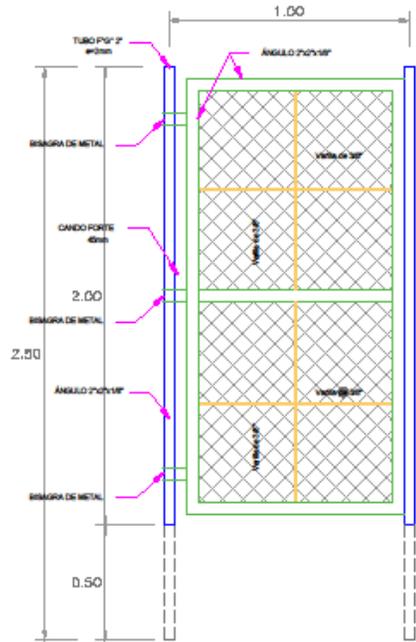
**TESISTAS:**  
 ASULAR DE LA CRUZ, JEFFERSON  
 BECERRA VASQUEZ, DEYVI

**PLANO:**  
**CAMARA ROMPE PRESIÓN TIPO VI**

**PROYECCIÓN SOCIAL, PARA:**

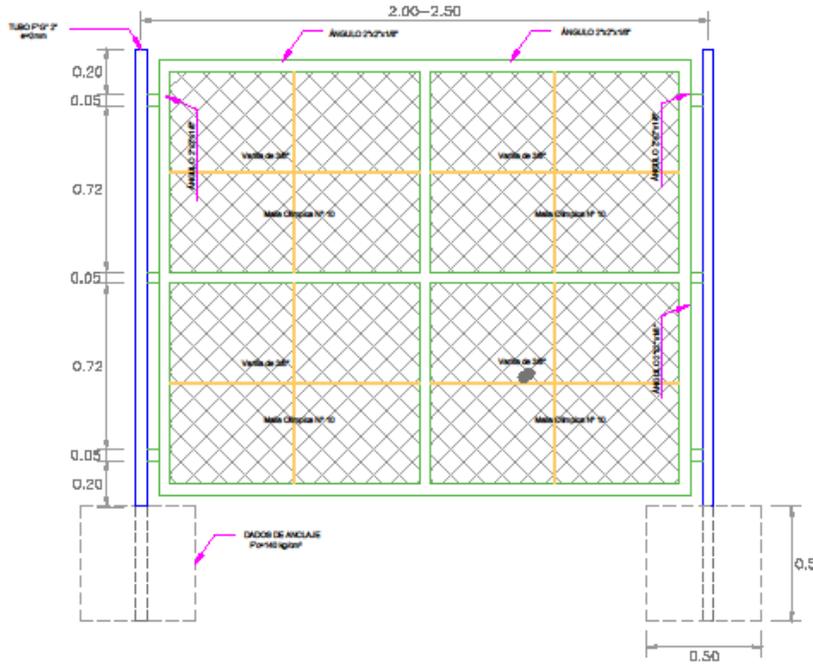
**FIRMA DE ENTREGA:** LUMIRA

**FECHA:** DICIEMBRE 2018  
**ESCALA:** **CRP- 01**



**DETALLE DE PUERTA METÁLICA**

Esc: 1/20



**DETALLE DE CERCO PERIMETRICO CON MALLA**

Esc: 1/20

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
<b>MALLA</b>	
- Malla olímpica # 10 - Pintado.	
<b>MARCO</b>	
- Angulo de 2"x2"x1/8" - Pintado.	
- Tee de 2"x2"x1/8" - Pintado.	
<b>PUERTA</b>	
- TUBO PFG" Ø 2" e= 2.00 mm - Pintado.	
- BISAGRA DE F" Ø 3/4" X 3"	
- CANDADO DE 45 mm	
<b>SOLDADURA</b>	
- Soldadura Punto Azul de 1/8"	
<b>CONCRETO</b>	
- Concreto Simple	
Datos: $f_c=140 \text{ kg/cm}^2$	



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

---

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

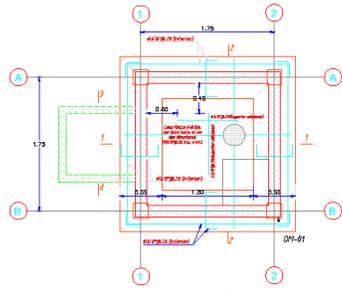
"Diseño del sistema de agua potable y UBS, Sector Las Peñas y Poyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, La Libertad"

---

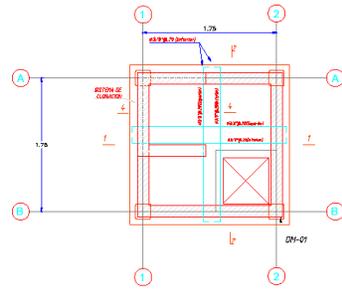
**UBICACIÓN:**

CASERIO	: YANAC
SECTORES	: LAS PEÑAS Y POYO COLORADO
DISTRITO	: HUAMACHUCO
PROVINCIA	: SANCHEZ CARRIÓN
REGIÓN	: LA LIBERTAD

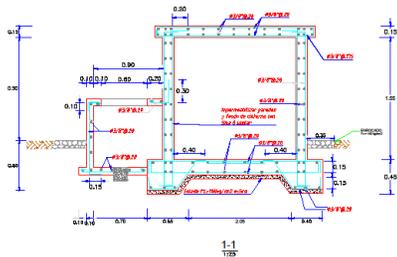
<b>FECHA DE ENTREGA:</b> DICIEMBRE 2019	<b>LAMINA:</b> CRP- 02	<b>PROYECCIÓN SOCIAL, PARA:</b> 	<b>ASESOR:</b> Ing. HERRERA VILOCHE, Alex Arquimedes
<b>FECHA:</b> DICIEMBRE 2019	<b>ESCALA:</b>	<b>TESTISTAS:</b> AGUILAR DE LA CRUZ, JEFFERSON BECERRA VASQUEZ, DEYVI	<b>PLAN:</b> CERCO PERIMETRICO DE CAMARA ROMPE PRESION TIPO VI



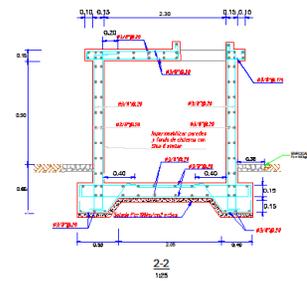
CIMENTACIÓN  
ESCALA: 1:20



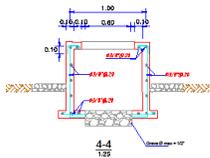
TECHO DE RESERVOIR  
ESCALA: 1:20



1-1  
ESCALA: 1:20



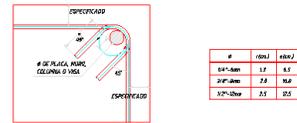
DETALLES VARIOS



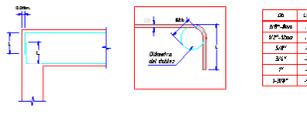
4-4  
ESCALA: 1:20



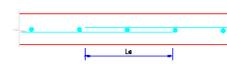
DM-01  
DETALLE N°1  
ENCUENTRO DE MUROS  
ESCALA: 1:20



DETALLE PARA EL DISEÑO DE ESTREPOS EN  
DISEÑO ANCHO, COLUMNAS Y LOSAS



DETALLE PARA LOS SUPERPOSICIONES EN  
DISEÑO ANCHO, COLUMNAS Y LOSAS

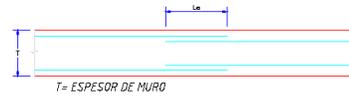


VALORES MÍNIMOS DE Le - Acero Corrugado

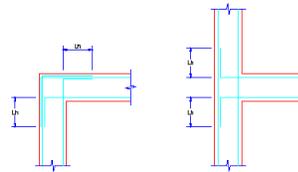
φ=6mm-1/4"	φ=8mm-3/8"	φ=12mm-1/2"
25 cm	45 cm	80 cm

EMPALME DEL REFUERZO CORRIDO  
EN LAS LOSAS  
ESCALA

NOTA: En toda estructura de concreto, el tipo de concreto y el espesor de muro a ser determinado en la aprobación del plano preliminar en el estado de obra.



φ	Le (m)
3/8"	0.25
1/2"	0.40
3/4"	0.75
1"	0.90



ANCLAJE DE REFUERZO HORIZONTAL EN MUROS

φ	L <sub>d</sub> (m)
3/8"-8mm	0.20
1/2"-12mm	0.20

Malla Elec.: 15(min)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

**CONCRETO SIMPLE:**  
- BLOQUE: f<sub>cm</sub> = 12 MPa (120kg/cm<sup>2</sup>)  
- LOSA DE PISO Y VIGAS: f<sub>cm</sub> = 17.5 MPa (175kg/cm<sup>2</sup>)

**CONCRETO ARMADO:**  
- MURO, LOSA DE TECHO Y LOSA DE PISO: f<sub>cm</sub> = 28 MPa (280kg/cm<sup>2</sup>)  
- ACERO DE REFUERZO ASTM-A615: f<sub>y</sub> = 420 MPa (4200kg/cm<sup>2</sup>)

**EMPALMES TRASLAPADOS:**  
- A/C: 1: 50mm  
- A/P: 1: 50mm  
- A/S: 1: 50mm

**RECURTIMIENTOS:**  
- MUROS Y PLACA EN CONTACTO CON AGUA O SUELO: 80 mm  
- LOSA DE TECHO EN RESERVOIR: 50 mm  
- COLUMNAS DENTRO DEL RESERVOIR: 50 mm  
- ZÓCALO Y CIMENTACIÓN DENTRO DEL SUELO: 75 mm  
- REFUERZO SUPERIOR EN LAS PLATAS DE CIMENTACIÓN: 25 mm  
- REFUERZO INFERIOR EN LAS PLATAS DE CIMENTACIÓN: 38 mm

**REVESTIMIENTO PARA SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA:**  
- LOSA DE PISO: FANACOL C/IMPENETRABILIZANTE, 6-8MM C/A 1:3  
- MURO Y TECHO: IMPEROL C/IMPENETRABILIZANTE, 7-10MM C/A 1:3  
- ALTERNATIVAMENTE, PUEDE UTILIZARSE OTRO METODO DE IMPENETRABILIZACIÓN SEGÚN OBRERA.

**ESPECIFICACIONES GENERALES:**  
1. ANTES DE ESTOS PLANOS DEBEN CONSIDERARSE ADUELOS DE LAS OTRAS ESPECIALIDADES DEL PROYECTO.  
2. ANTES DE PODERSE TRABAJAR, CUALQUIER DIFERENCIA DEBE SER REPORTADA OPORTUNAMENTE A ESPECIALISTA.  
3. LAS DIMENSIONES Y TAMAÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES VAN REFORZADOS POR CADA UNO DE LOS LADOS DE LA DIRECCIÓN INDICADA EN ESTOS PLANOS.  
4. LAS DIMENSIONES DE COLCABILIDAD DEBEN SER LAS CORRESPONDIENTES A LOS CONTRATOS ANTES DE EMPERAR CON LOS TAMAÑOS DE CONSTRUCCIÓN.  
5. DURANTE LA OBRA, EL CONTRATISTA ES EL RESPONSABLE DE LA VERIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES Y LOS MATERIALES Y LA MANO DE OBRERA DEBEN ESTAR EN CONFORMIDAD CON LOS REQUISITOS INDICADOS EN LOS DISEÑOS REPORTADOS EN ESTOS PLANOS.  
6. REVISAR LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS QUE SE ADJUNTAN PARA EL PROYECTO.  
7. TOMAR LAS DIMENSIONES DEBEN EN METRO, SALVO LO INDICADO.  
8. EL REFORZADO CONTINUA PRIMERO EN LAS PARTES DE CONSTRUCCIÓN PARA ELLA LA REFERENCIA DE CONCRETOS ESTRUCTURALES DEBEN SER NORMAS A LAS PARTES DE CONSTRUCCIÓN SON METROS Y DECIMALES (MILIMETROS Y CENTESIMOS).

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**  
"Diseño del sistema de agua potable y URS, Sector Las Peñas y Poyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, La Libertad"

**UBICACIÓN:**  
CASERIO : YANAC  
SECTORES : LAS PEÑAS Y POYO COLORADO  
DISTRITO : HUAMACHUCO  
PROVINCIA : SANCHEZ CARRION  
REGION : LA LIBERTAD

**ASESOR:**  
Ing. HERRERA VILOCHE, Alex Arquimedes

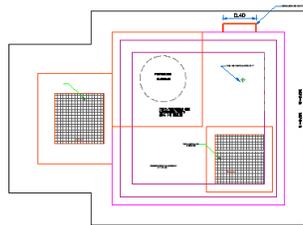
**TESISTAS:**  
AGUILAR DE LA CRUZ, JEFFERSON BECERRA VASQUEZ, DEYVI

**PLANO:**  
RESERVOIR Y = 10 M3 ESTRUCTURAS

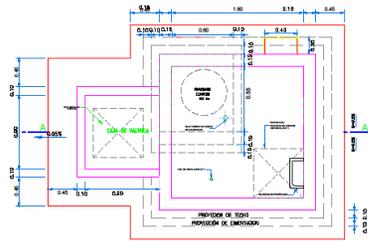
**PROYECCIÓN SOCIAL PARA:**

**FIRMA DE ENTREGA:**   
**LAMINA:** RE-01

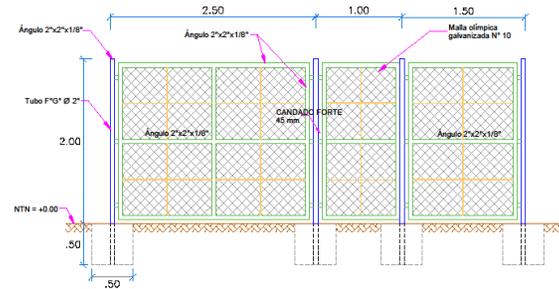
**FECHA:** DICIEMBRE 2019  
**ESCALA:**



PLANTA-VISTA DE TECHO

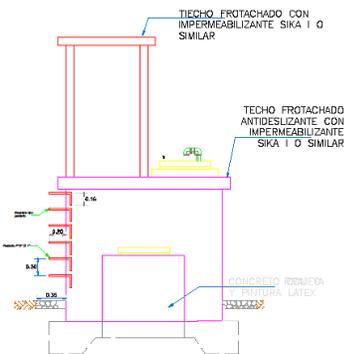


PLANTA



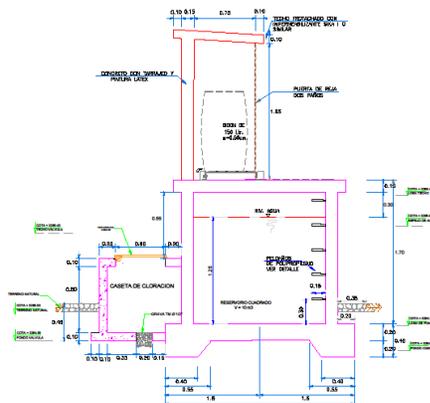
DETALLE CERCO PERIMETRICO

Esc: 1/25



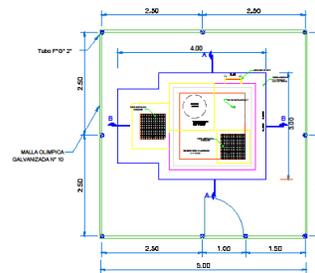
ELEVACION FRONTAL

Esc: 1/40



CORTE A-A

Esc: 1/25

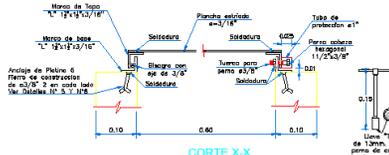


CERCO PERIMETRICO - RESERVORIO

Esc: 1/50

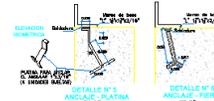


DETALLE N°3 PELDAÑOS DE POLIPROPILENO



CORTE X-X

Esc: 1/5



DETALLE N°5 ANCLAJE PLATINA



DETALLE N°4 TAPA METALICA

Esc: 1/20



NOMBRE DEL PROYECTO:

"Diseño del sistema de agua potable y UBS, Sector Las Peñas y Poyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia de Sanchez Camón, La Libertad"

UBICACIÓN:

CASERIO : YANAC  
SECTORES : LAS PEÑAS Y POYO COLORADO  
DISTRITO : HUAMACHUCO  
PROVINCIA : SANCHEZ CARRIÓN  
REGIÓN : LA LIBERTAD

ASESOR:

Ing. HERRERA VILOCHE, Alex Arquimedes

TESISTAS:

AGUILAR DE LA CRUZ, JEFFERSON  
BECERRA VASQUEZ, DEIVI

PLANO:

RESERVORIO V = 10 M3  
ARQUITECTURA

PROYECCIÓN SOCIAL, PARA:



FIRMA DE ENTREGA:

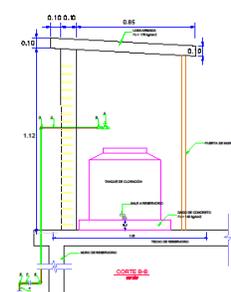
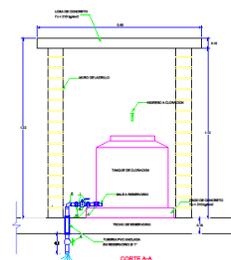
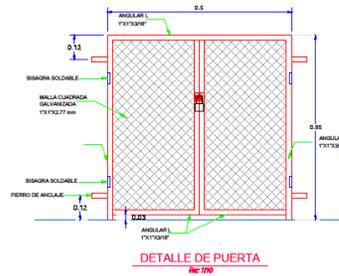
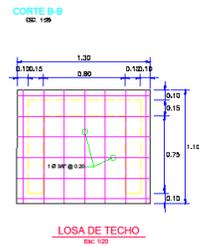
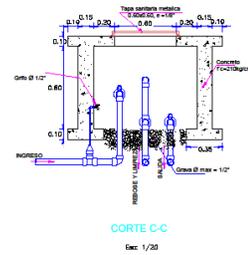
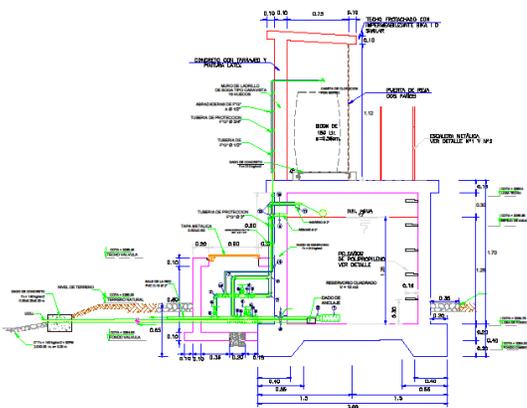
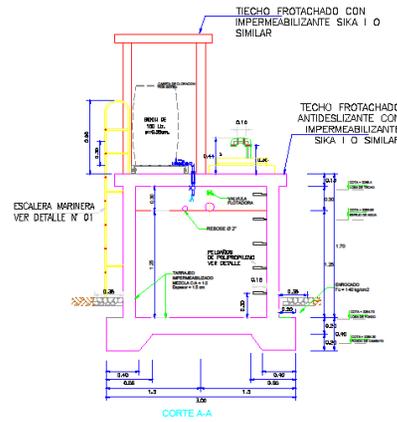
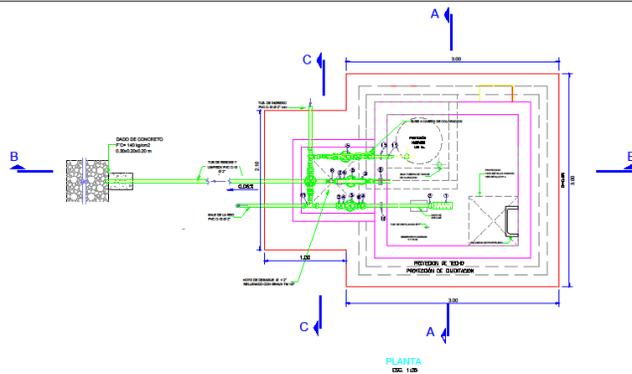
LAMINA:

FECHA:

DECEMBRE 2019

ESCALA:

RA-01



CUADRO DE ACCESORIOS DE CLORACION

N°	ACCESORIO	CANT.	DIAMETRO
<b>INGRESO</b>			
A	Grifo de F" G"	01	1/2"
B	Adaptador de F" G"	01	1/2"
C	Codo 90° de F" G"	01	1/2"
D	Tuberia de F" G" (m)	2.20	1/2"
E	Codo 90° de PCV SAP	02	1/2"
F	Tuberia de PCV SAP (m)	1.00	1/2"
<b>SALIDA</b>			
G	Valvula Control Dosificadora	01	1/2"
H	UNION UNIVERSAL PVC	02	1/2"
I	Niple de PVC	02	1/2"
J	BRIDA ROMPE AGUA	02	1/2"
E	CODO 90° DE PVC SAP	01	1/2"
F	Tuberia de PVC SAP (m)	1.00	1/2"
K	Microgrifo de bronce o controlador de goteo	01	1/2"



**NOMBRE DEL PROYECTO:**

"Diseño del sistema de agua potable y UBS, Sector Las Peñas y Puyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, La Libertad"

**UBICACIÓN:**

CASERIO : YANAC  
SECTORES : LAS PEÑAS Y PUYO COLORADO  
DISTRITO : HUAMACHUCCO  
PROVINCIA : SANCHEZ CARRERON  
REGION : LA LIBERTAD

**ASESOR:**

Ing. HERRERA VILOCHE, Alex Arquimedes

**TESISTAS:**

AGUILAR DE LA CRUZ, JEFFERSON  
BECERRA VASQUEZ, DEYVI

**PLANO:**

RESERVOIRIO V = 10 M3  
INST. HIDRAULICAS

**PROYECCION SOCIAL, PARA:**



**FIRMA DE ENTREGA:**

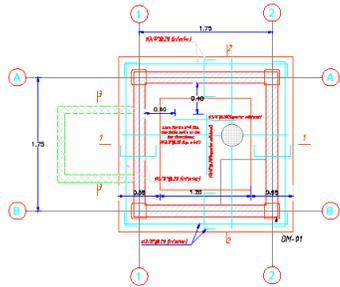
LAMINA:

**FECHA:**

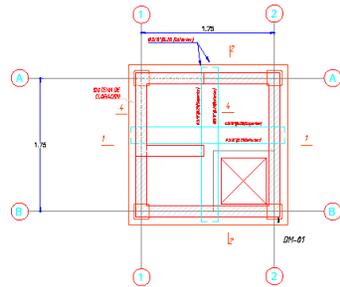
DICIEMBRE 2019

**ESCALA:**

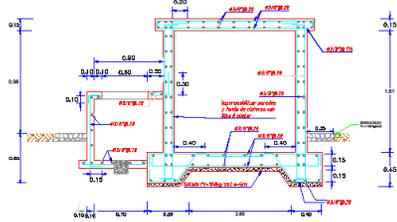
**RH-01**



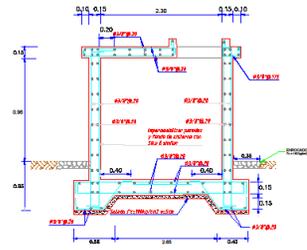
CIMENTACIÓN  
ESCALA: 1:25



TECHO DE RESERVOIR  
ESCALA: 1:25



1-1  
1:25



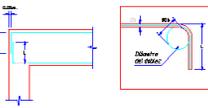
2-2  
1:25

DETALLES VARIOS



Ø	l(m)	l(m)
3/8"	13	45
1/2"	23	65
5/8"	33	85

DETALLE PARA EL DOLADO DE ESTACAS EN  
ZANCA, MURD, COLUMNAS Y VIGAS  
EN REJEA

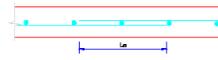


Ø	l(m)
3/8"	13
1/2"	23
5/8"	33
1"	43
1.50"	63

DETALLE PARA LOS GANCHOS ESTACAS EN  
ZANCA, MURD, COLUMNAS Y VIGAS  
EN REJEA



DM-01  
DETALLE N°1  
ENCUENTRO DE MUROS  
ESCALA: 1:5

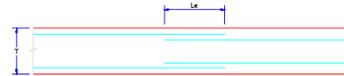


VALORES MÍNIMOS DE Le - Acero Corrosivo

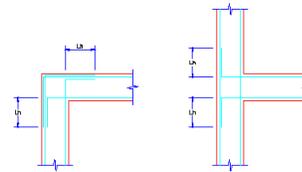
Ø=6mm-1/4"	Ø=8mm-3/8"	Ø=10mm-1/2"
35 cm	45 cm	60 cm

EMPALME DEL REFUERZO CORRIDO  
EN LAS LOSAS  
EN ESCALA

Nota Técnica:  
1. En caso de ausencia de valores, el tipo de acero y su  
propiedades de acuerdo a una especificación de la responsabilidad del  
autor autorizada en el artículo de normas.



Ø	Le (m)
3/8"	0.45
1/2"	0.60
5/8"	0.75
3/4"	0.90



ANCLAJE DE REFUERZO HORIZONTAL EN MUROS  
EN ESCALA

Ø	Lh(m)
3/8" - 8mm	0.20
1/2" - 12mm	0.20
Malla Elect.	15(min)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

**CONCRETO SIMPLE:**  
- ESALDO: f'c = 10 MPa (130kg/cm²)  
- LOSA DE PISO Y VIGAS: f'c = 17.5 MPa (175kg/cm²)

**CONCRETO ARMADO:**  
- MUROS, LOSAS DE TACHO Y LOSA DE PISO: f'c = 28 MPa (280kg/cm²)  
- APOYO DE REFUERZO ARM-A-015: f'c = 43D MPa (4300kg/cm²)

**EMPALMES TRASLAPADOS:**  
- Ø12" : 850mm  
- Ø16" : 950mm  
- Ø20" : 1050mm

**RECURRIMIENTOS:**  
- MURD Y PLACA DE CONTACTO CON AGUA Ø BUELO: 50 mm  
- LINDA DE LOSA DE RESERVOIR: 50 mm  
- COLUMNAS DENTRO DEL RESERVOIR: 50 mm  
- CANTOS Y CANTOS CONTRA EL SUELO: 50 mm  
- REFUERZO SUPERIOR EN LAS PLACAS DE ENTONADA: 25 mm  
- REFUERZO INTERIOR EN LAS PLACAS DE ENTONADA: 25 mm

**REVESTIMIENTO PARA SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA:**  
- LOSA DE PISO: TORNADO S/PURMORCONLIT, 1.5MM EA. 1.3  
- MUROS Y TEGOS: TORNADO S/PURMORCONLIT, 1.5MM EA. 1.3  
- ALTERNATIVAMENTE, PUEDE UTILIZARSE OTRO METODO DE IMPERMEABILIZACIÓN SIGUA (SIFON)

ESPECIFICACIONES GENERALES

1. ANTES DE EMPEZAR LA CONSTRUCCIÓN DEBEN CONSIDERARSE AGUJEROS DE LAS OTRAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO.
2. ANTES DE EMPEZAR LA CONSTRUCCIÓN DEBEN CONSIDERARSE AGUJEROS DE LAS OTRAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO.
3. LAS DIMENSIONES Y TAMAÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y SUS REFUERZOS NO DEBEN SER MENORES DE LA DIMENSIÓN INDICADA EN ESTOS PLANOS.
4. LAS DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEBEN SER COMPROBADA POR EL CONTRATISTA ANTES DE EMPEZAR CON LA CONSTRUCCIÓN.
5. DURANTE LA OBRA, EL CONTRATISTA ES EL RESPONSABLE DE LA SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN.
6. LOS DETALLES Y EL BANDO DE OBRA DEBEN ESTAR EN CONFORMIDAD CON LOS REQUERIMIENTOS INDICADOS EN LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO.
7. BUSCAR LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS QUE SE APLICAN PARA EL PROYECTO.
8. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN METROS, SALVO LO INDICADO.
9. EL REFUERZO DEBEN SER EN LA DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN PARA ELLO LA SUPERFICIE DE CONCRETO ENTONADA DEBEN SER PUJADO, EL ANTES DE CONSTRUCCIÓN CON UN REVESTIMIENTO DEBEN LLENAR LOS REFORZOS DEBEN.



NOMBRE DEL PROYECTO:  
"Diseño del sistema de agua potable y URS, Sector Las Peñas y Puyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, La Libertad"

UBICACIÓN:  
CASERIO : YANAC  
SECTORES : LAS PEÑAS Y PUYO  
DISTRITO : HUAMACHUCO  
PROVINCIA : SANCHEZ CARRION  
REGION : LA LIBERTAD

ASESOR:  
Ing. HERRERA VILQUE, Alex Arquimedes

TESTAS:  
AGUILAR DE LA CRUZ, JEFFERSON  
BECERRA VASQUEZ, DEVI

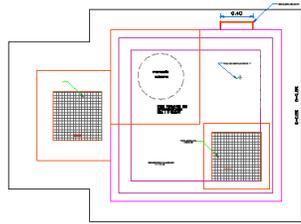
PLANO:  
RESERVOIR V = 15 M3  
ESTRUCTURAS

PROYECCIÓN SOCIAL, PARA:

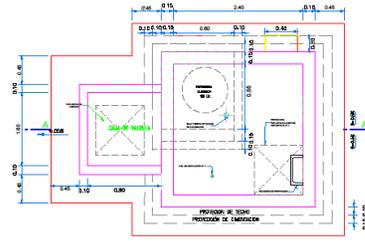


FECHA DE ENTREGA: LAMPIA

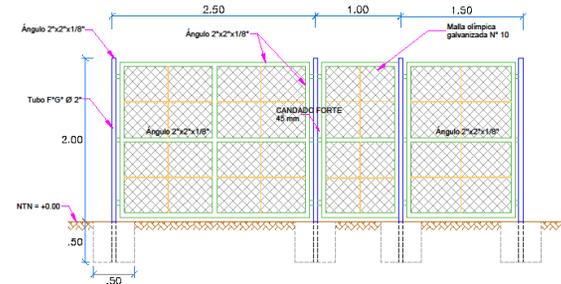
FECHA: DICIEMBRE 2019  
ESCALA: RE-02



PLANTA-VISTA DE TECHO

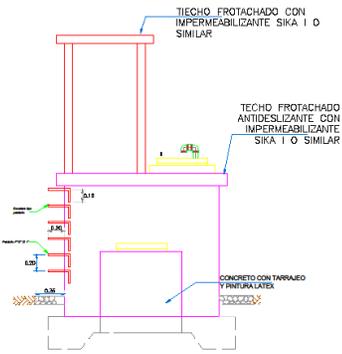


PLANTA  
Esc. 1/25



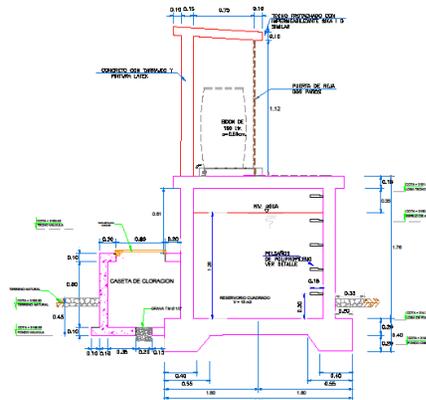
DETALLE CERCO PERIMETRICO

Esc. 1/25



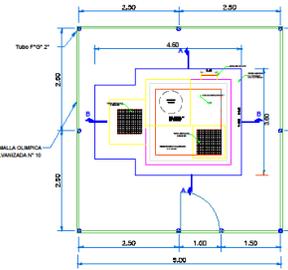
ELEVACION FRONTAL

Esc. 1/50



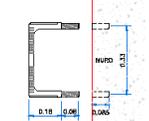
CORTE A-A

Esc. 1/25



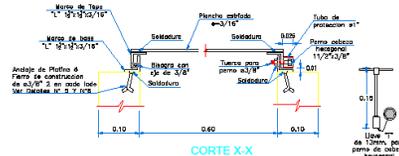
CERCO PERIMETRICO - RESERVOIRIO

Esc. 1/50



DETALLE N°3  
PELDARGOS DE POLIPROPILENO

Esc. 1/25

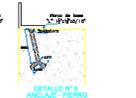


CORTE X-X

Esc. 1/15



DETALLE N°5  
ANCLAJE PLATINA



DETALLE N°6  
ANCLAJE PERFORO



DETALLE N°4  
TAPA METALICA

Esc. 1/20



NOMBRE DEL PROYECTO:

"Diseño del sistema de agua potable y UBS,  
Sector Las Peñas y Puyo Colorado, Distrito  
Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión,  
La Libertad"

UBICACIÓN:

CASERIO : YANAC  
SECTORES : LAS PEÑAS Y PUYO  
COLORADO  
DISTRITO : HUAMACHUCO  
PROVINCIA : SANCHEZ CARRIÓN  
REGION : LA LIBERTAD

ASESOR:

Ing. HERRERA VILOCHE, Alex Arquimedes

TESISTAS:

AGUILAR DE LA CRUZ, JEFFERSON  
BECERRA VASQUEZ, DEIVI

PLANO:

RESERVOIRIO V = 15 M3  
ARQUITECTURA

PROYECCIÓN SOCIAL, PARA:



FIRMA DE ENTREGA

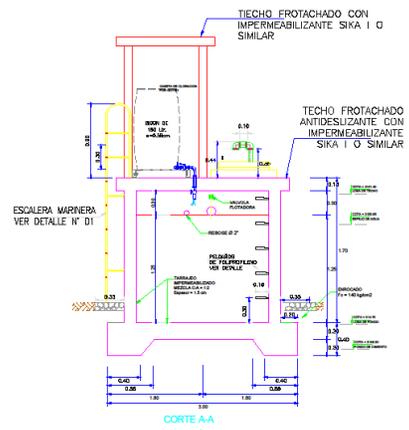
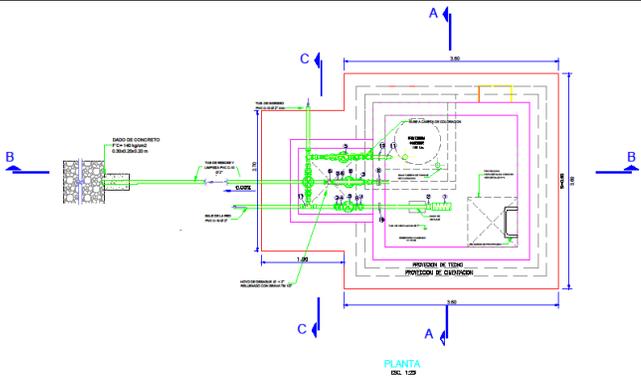
FECHA:

DECEMBRE 2019

ESCALA:

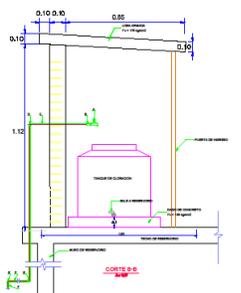
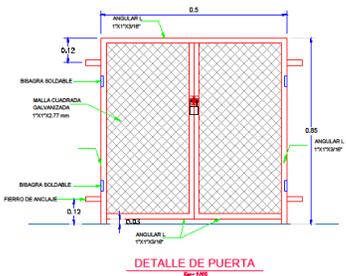
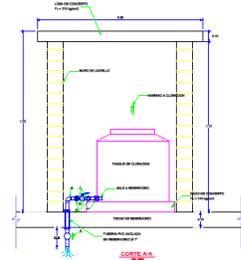
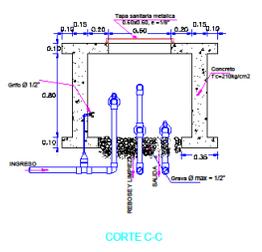
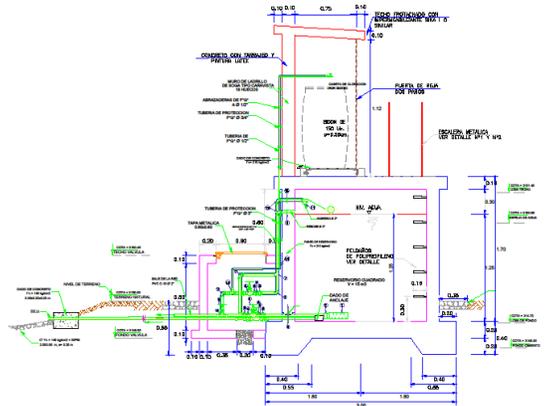
LAMINA:

RA-02



CUADRO DE ACCESORIOS DE CLORACION

N°	ACCESORIO	CANT.	DIAMETRO
<b>INGRESO</b>			
A	Grifo de F°G°	01	1/2"
B	Adaptador de F°G°	01	1/2"
C	Codo 90° de F°G°	01	1/2"
D	Tubería de F°G° (m)	2.20	1/2"
E	Codo 90° de PCV SAP	02	1/2"
F	Tubería de PCV SAP (m)	1.00	1/2"
<b>SALIDA</b>			
G	Valvula Control Dosificadora	01	1/2"
H	UNION UNIVERSAL PVC	02	1/2"
I	Niple de PVC	02	1/2"
J	BRIDA ROMPE AGUA	02	1/2"
E	CODO 90° DE PVC SAP	01	1/2"
F	Tubería de PVC SAP (m)	1.00	1/2"
K	Microgrifo de bronce o controlador de goteo	01	1/2"



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

NOMBRE DEL PROYECTO:  
"Diseño" del sistema de agua potable y UBS, Sector Las Peñas y Poyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia de Sanchez Carrion, La Libertad"

UBICACION:  
CASERIO : YANAC  
SECTORES : LAS PEÑAS Y POYO COLORADO  
DISTRITO : HUAMACHUCO  
PROVINCIA : SANCHEZ CARRION  
REGION : LA LIBERTAD

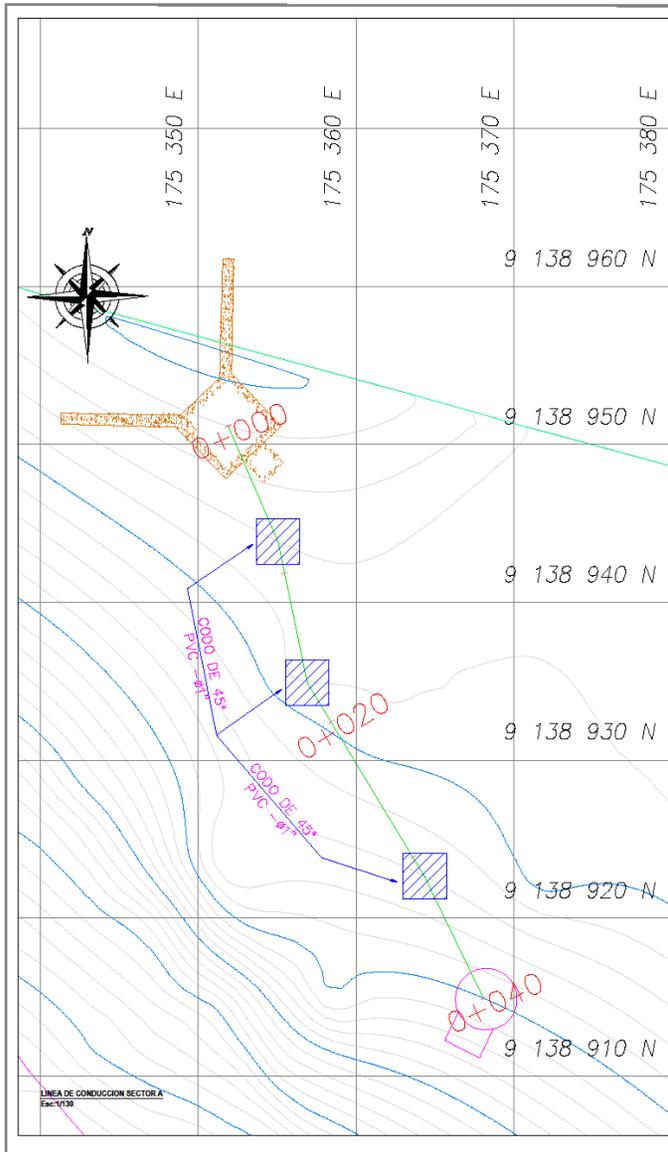
ASESOR:  
Ing. HERRERA VILOCHE, Alex Arquimedes

TESISTAS:  
AGUILAR DE LA CRUZ, JEFFERSON  
BECERRA VASQUEZ, DEYVI

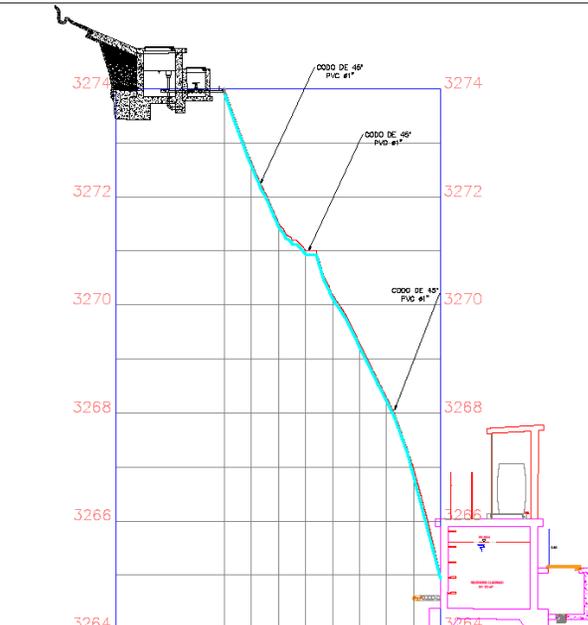
PLANO:  
RESERVORIO V = 15 M3  
INST. HIDRAULICAS

PROYECCION SOCIAL PARA:

FIRMA DE ENTREGA: LAMINA:  
FECHA: DICIEMBRE 2019  
ESCALA: RH-02



**PERFIL LONGITUDINAL: CAPTACION 1 TIPO LADERA - RESERVORIO 1**  
 PROG: KM (0+000.000 - 0+039.999) - ESCALAS: 1/380



PROGRESIVA	0+000	0+020	0+039.999
COTA TERRENO	3274.00	3270.10	3265.00
COTA TUBERIA	3273.20	3269.30	3264.20
CORTE	0.80	0.80	0.80
ALINEAMIENTO (m)	7.95	9.13	14.34

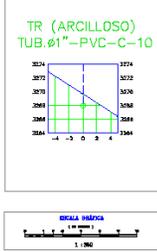
PERFIL LONGITUDINAL - LINEA DE CONDUCCION SECTOR A  
 Esc:1/380

METRADO TUBERIA				
Nº	Ø (Pulgadas)	MATERIAL	CLASE	LONGITUD INCLINADA (m)
1	1"	PVC-SWP	10	39.99
TOTAL				39.99

METRADO ACCESORIOS			
ACCESORIOS	Ø (Pulg)	PLANTA	PERFIL
CORDO 45°-PVC	1"	3	3

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	CURVA DE NIVEL MAESTRA
	CURVA DE NIVEL SECUNDARIA
	TERRENO NATURAL (PERFIL)
	TRAZO DE TUBERIA PERFIL
	LINEA DE CONDUCCION-PLANTA
	VIVIENDAS
	RESERVOIRIO PROYECTADO
	CORDO
	CAPTACION TIPO LADERA
	NORTE MAGNETICO

NORMAS TÉCNICAS VIGENTES	
PRODUCTO	NORMA/ESPECIFICACION TÉCNICA
TUBERIA Y ACCESORIOS PVC PARA ENTUBAMIENTO DE AGUA	PE ISO. PMA. SER. DE 45º DE 400 L 2009
RESERVOIRIO PROYECTADO PARA AGUA POTABLE A PRESION	LOS RESERVOIRIOS DEBEN SER: CLASIFICADOS CON LA NORMA NTP 800 001 (2011) Y DE ACUERDO CON EL ALTO DE ALZADO Y CAPACIDAD LA NORMA NTP 800 002 (2000) Y 800 003 (2011)
ACCESORIOS PARA AGUA POTABLE A PRESION	LOS ACCESORIOS CUMPLIRAN CON LA NORMA OFP 800 001 Y 800 002
RESERVOIRIO PROYECTADO PARA AGUA POTABLE A PRESION	LOS RESERVOIRIOS DEBEN SER: CLASIFICADOS CON LA NORMA OFP 800 001 Y 800 002
ACCESORIOS PARA AGUA POTABLE A PRESION	LOS ACCESORIOS CUMPLIRAN CON LA NORMA OFP 800 001 Y 800 002
REQUISITO ANALITICO PARA TUBOS Y ACCESORIOS DE PEX (POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD) (DIN 15815)	ISO 9906 : 2015
REQUISITO ANALITICO PARA TUBOS Y ACCESORIOS DE PEX (POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD) (DIN 15815)	ISO 9906 : 2015



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**  
 "Diseño del sistema de agua potable y LIBS, Sector Las Peñas y Puyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia de Sanchez Carrión, La Libertad"

**UBICACIÓN:**  
 CASERIO : YANAC  
 SECTORES : LAS PEÑAS Y PUYO COLORADO  
 DISTRITO : HUAMACHUCO  
 PROVINCIA : SANCHEZ CARRIÓN  
 REGIÓN : LA LIBERTAD

**ASESOR:**  
 Ing. HERRERA VILOCHE, Alex Arquimedes

**TESISTAS:**  
 AGUILAR DE LA CRUZ, JEFFERSON  
 BECERRA VASQUEZ, DEYVI

**PLANO:** LINEA DE CONDUCCION SECTOR A

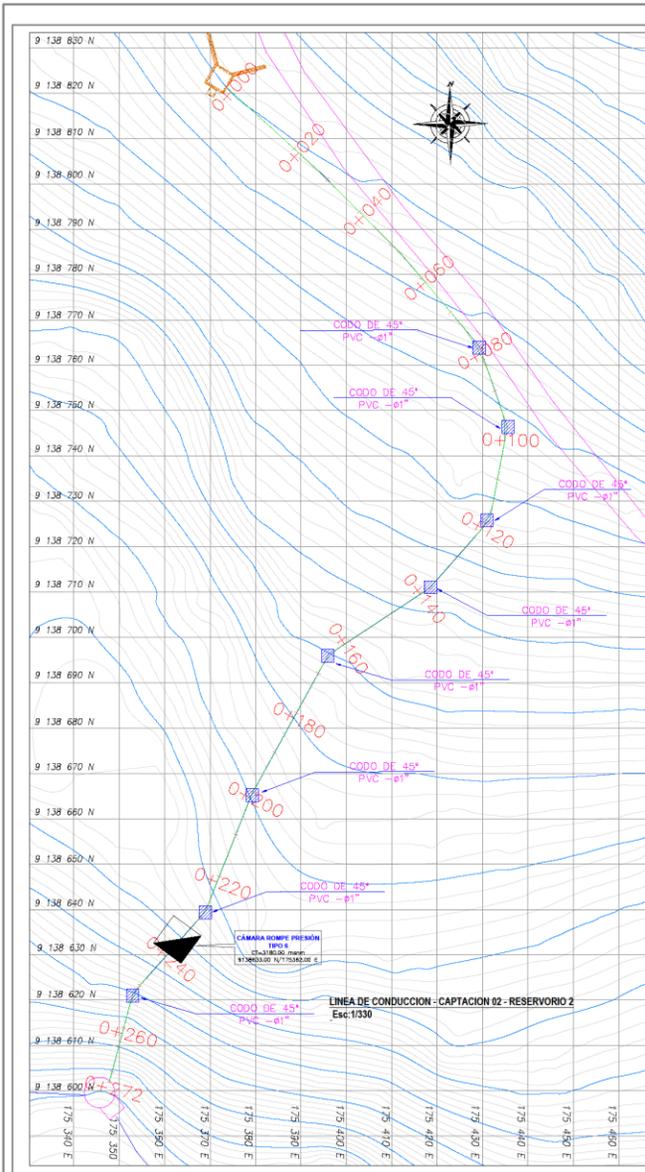
**PROYECCION SOCIAL PARA:**

**FIRMA DE ENTREGA:** **LAMINA:** LC-01

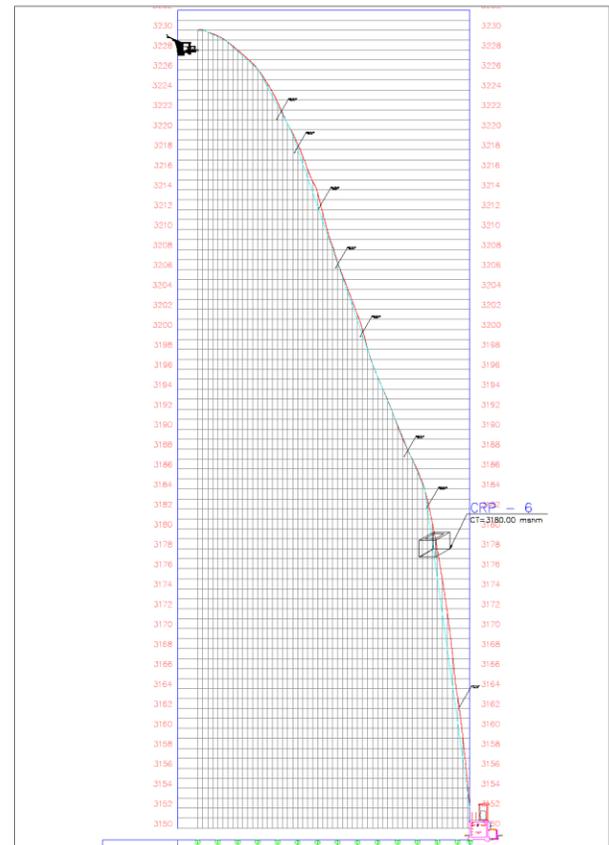
**FECHA:** DICIEMBRE 2019

**ESCALA:**





**PERFIL LONGITUDINAL: CAPTACION 2 TIPO LADERA - RESERVOIRIO 2**  
 PROG: KM ( 0+000.000 - 0+272.48 ) - ESCALAS: 1/380

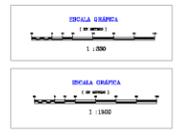


PROGRESIVA	COTA TERRENO	COTA TUBERIA	CORTE
0+000.00	3150.00	3150.00	0.00
0+010.00	3150.00	3150.00	0.00
0+020.00	3150.00	3150.00	0.00
0+030.00	3150.00	3150.00	0.00
0+040.00	3150.00	3150.00	0.00
0+050.00	3150.00	3150.00	0.00
0+060.00	3150.00	3150.00	0.00
0+070.00	3150.00	3150.00	0.00
0+080.00	3150.00	3150.00	0.00
0+090.00	3150.00	3150.00	0.00
0+100.00	3150.00	3150.00	0.00
0+110.00	3150.00	3150.00	0.00
0+120.00	3150.00	3150.00	0.00
0+130.00	3150.00	3150.00	0.00
0+140.00	3150.00	3150.00	0.00
0+150.00	3150.00	3150.00	0.00
0+160.00	3150.00	3150.00	0.00
0+170.00	3150.00	3150.00	0.00
0+180.00	3150.00	3150.00	0.00
0+190.00	3150.00	3150.00	0.00
0+200.00	3150.00	3150.00	0.00
0+210.00	3150.00	3150.00	0.00
0+220.00	3150.00	3150.00	0.00
0+230.00	3150.00	3150.00	0.00
0+240.00	3150.00	3150.00	0.00
0+250.00	3150.00	3150.00	0.00
0+260.00	3150.00	3150.00	0.00
0+272.48	3150.00	3150.00	0.00

PERFIL LONGITUDINAL CAPTACION 2 - RESERVOIRIO 2  
 Esc:1/1500

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	CURVA DE NIVEL MAESTRA
	CURVA DE NIVEL SECUNDARIA
	TERRENO NATURAL (PERFIL)
	TRAZO DE TUBERIA PERFIL
	LÍNEA DE CONDUCCIÓN-PLANTA
	CRP - 6
	RESERVOIRIO PROYECTADO
	CODO
	CAPTACIÓN: TIPO LADERA
	NORTE MAGNETICO

NORMAS TÉCNICAS VIGENTES	
PRODUCTO	NORMA/ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	DS. 1000. PARR. 006 Y 06. SUP. 004. 4457 Y 5009
CONDUCCIÓN DE AGUA	DS. 1000. PARR. 006 Y 06. SUP. 004. 4457 Y 5009
RESERVOIRIO	DS. 1000. PARR. 006 Y 06. SUP. 004. 4457 Y 5009
ESTACIONAMIENTO DE AGUA	DS. 1000. PARR. 006 Y 06. SUP. 004. 4457 Y 5009
REVISIÓN	DS. 1000. PARR. 006 Y 06. SUP. 004. 4457 Y 5009



METRADO TUBERIA				
No	Ø (Pulgadas)	MATERIAL	CLASE	LONGITUD INCLINADA (m)
1	6"	PVC-SAP	10	272.48
TOTAL				272.48

METRADO ACCESORIOS				
ACCESORIOS	Ø (Pulg)	PLANTA	PERFIL	
0000 45'-PVC	1"	0	0	0



NOMBRE DEL PROYECTO:  
 "Diseño del sistema de agua potable y UBS, Sector Las Peñas y Poyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia de Sanchez Carrion, La Libertad"

UBICACIÓN:  
 CASERIO : YANAC  
 SECTORES : LAS PEÑAS Y POYO COLORADO  
 DISTRITO : HUAMACHUCO  
 PROVINCIA : SANCHEZ CARRIÓN  
 REGIÓN : LA LIBERTAD

ASESOR:  
 Ing. HERRERA VILOCHE, Alex Arquimedes

TESISTAS:  
 AGUILAR DE LA CRUZ, JEFFERSON  
 BECERRA VASQUEZ, DEYVI

PLAN:  
 LINEA DE CONDUCCIÓN  
 CAP 2 - RESERVOIRIO 2



FIRMA DE ENTREGA:

FECHA:  
 DICIEMBRE 2019

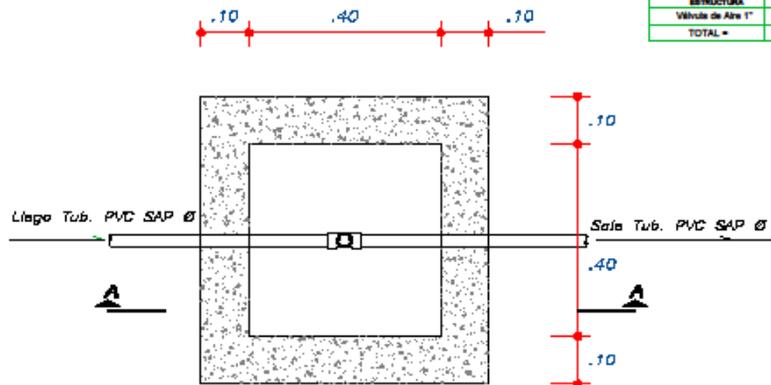
ESCALA:  
 LC- 02



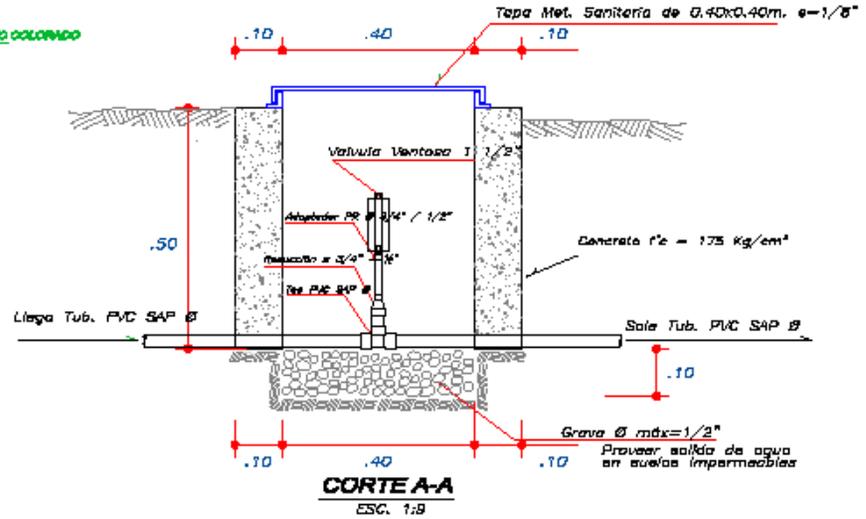


**CUADRO DE VÁLVULAS DE AIRE EN RED DE AGUA POTABLE LAS PEÑAS Y POYO COLORADO**

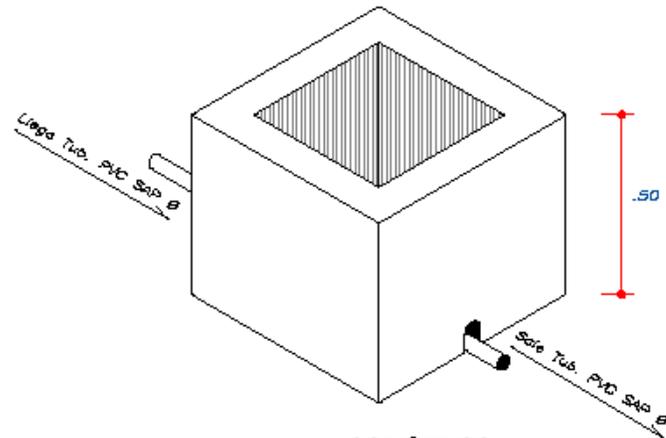
ESTRUCTURA	CANTIDAD
Válvula de Aire 1"	5
TOTAL =	5



**PLANTA**  
ESC. 1:8



**CORTE A-A**  
ESC. 1:8



**ISOMÉTRICO**  
ESC. 1:8

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

- CONCRETO**  
C' SIMPLE f'c = 175 Kg/cm²
- TUBERIA Y ACCESORIOS**  
Tubería y accesorios PVC deben cumplir Norma Técnica Peruana ISO 4422 para fluidos a presión.
- CARPINTERIA METALICA**  
8 mm = 1/8", cubierto con pintura hepática



**NOMBRE DEL PROYECTO**  
"Diseño del sistema de agua potable y UBS, Sector Las Peñas y Poyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia de Sánchez Cerro, La Libertad"

**UBICACIÓN:**  
CASERIO : YANAC  
SECTORES : LAS PEÑAS Y POYO COLORADO  
DISTRITO : HUAMACHUCO  
PROVINCIA : SANCHEZ CERRO  
REGION : LA LIBERTAD

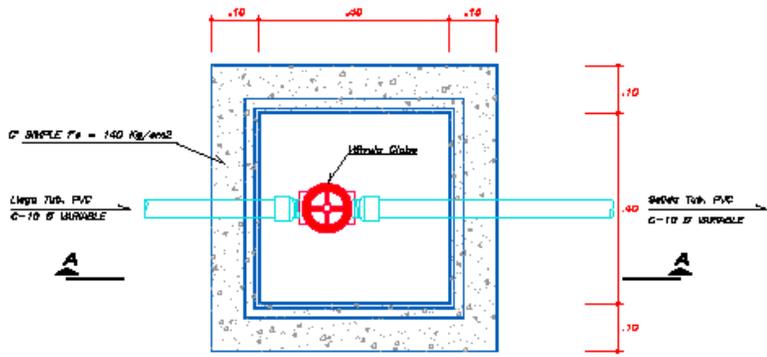
FIRMA DE DISEÑO: LAMINIC  
FECHA: DICIEMBRE 2019  
ESCALA: VA-01



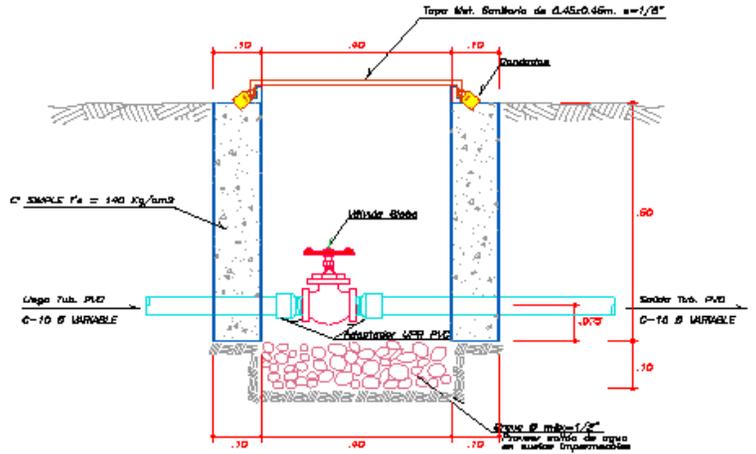
**ABORDO:**  
Ing. HERRERA VLOCHE, Alex Arquímides

**TERRAZO:**  
AGUILAR DE LA CRUZ, JEFFERSON BECERRA VAGUEZ, DEYVI

**PLANO:**  
VÁLVULA DE AIRE



**PLANTA**  
ESC. 1/10



**CORTE A-A**  
ESC. 1/10

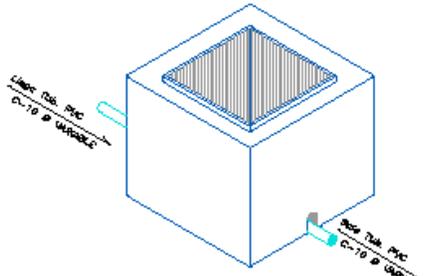
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**CONCRETO**  
C SIMPLE  $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$

**TUBERÍA Y ACCESORIOS**  
Tubería y accesorios PVC deben cumplir Norma Técnica Peruana ISO 300.001 para tubería a presión.  
**ACOPLEMETO METÁLICO**  
e mín = 1/8", soldado con pitónes helicoides. Se consideran condatos para mayor seguridad.

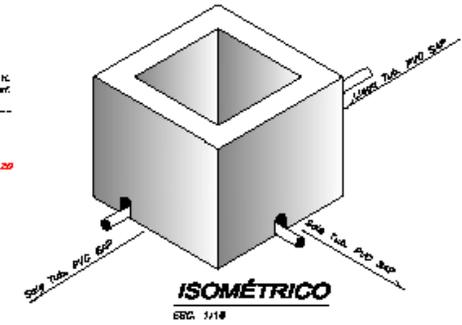
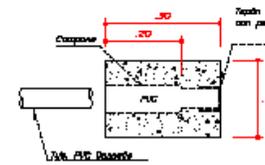
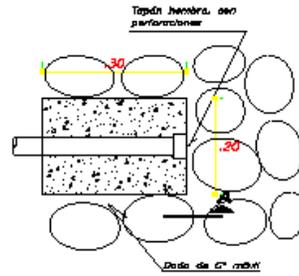
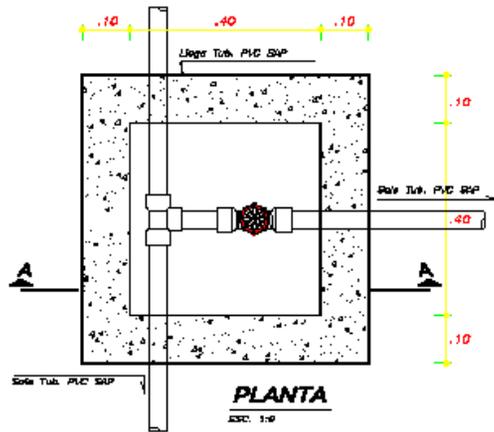
**CUADRO DE VÁLVULAS DE CONTROL EN RED DE AGUA POTABLE LAS PEÑAS Y POYO COLORADO**

CUADRO DE VÁLVULAS
Válvulas de 1" = 16 Unidades



**ISOMÉTRICO**  
ESC. 1/20

FOLIO DE DISTRIBUCIÓN: FECHA: ESCALA:	LAMINA: <b>VC- 01</b>	PROYECCIÓN SOCIAL, PARA: 	<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <hr/> <b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> "Diseño del sistema de agua potable y LBS, Sector Las Peñas y Poyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, La Libertad"
<b>UBICACIÓN:</b> CABERNO : YANAC SECTORES : LAS PEÑAS Y POYO COLORADO DISTRITO : HUAMACHUCO PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN REGIÓN : LA LIBERTAD			<b>AECOR:</b> Ing. HERRERA VILOCHE, Alex Arquímides
<b>TESTIGAS:</b> AGUILAR DE LA CRUZ, JEFFERSON BECERRA VÁSQUEZ, DEYVI			<b>PLANO:</b> <b>VÁLVULA DE CONTROL</b>



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**CONCRETO**

C<sup>1</sup> SIMPLE f<sub>c</sub> = 170 Kg/cm<sup>2</sup>

**TUBERÍA Y ACCESORIOS**

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

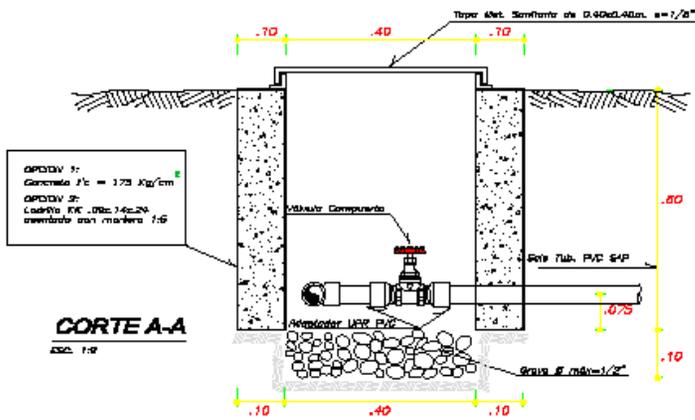
**CARPINTERÍA METÁLICA**

a mdh = 1/8", cubierta con pintura hepática

**CUADRO DE VÁLVULAS DE PURGA EN RED DE AGUA POTABLE LAS PEÑAS Y POYO COLORADO**

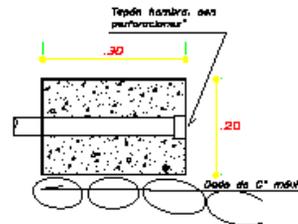
ESTRUCTURA	CANTIDAD
Válvula de Purga 1"	14
TOTAL =	14

**ESCALAS GRÁFICAS**



OPDDV 1:  
Concreto f<sub>c</sub> = 170 Kg/cm<sup>2</sup>

OPDDV 2:  
Carpintería KK - DB: 14020  
cubierta con pintura hepática



FRMA DE ENTREGA: \_\_\_\_\_  
FECHA: DICIEMBRE 2019  
ESCALA: \_\_\_\_\_

LÍMENA:  
VP-01

PROTECCIÓN SOCIAL PARA:



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**  
"Diseño del sistema de agua potable y UBS, Sector Las Peñas y Poyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, La Libertad"

**UBICACIÓN:**  
CASERO : YANAG  
SECTORES : LAS PEÑAS Y POYO  
COLORADO  
DISTRITO : HUAMACHUCO  
PROVINCIA : SANCHEZ CARRIÓN  
REGIÓN : LA LIBERTAD

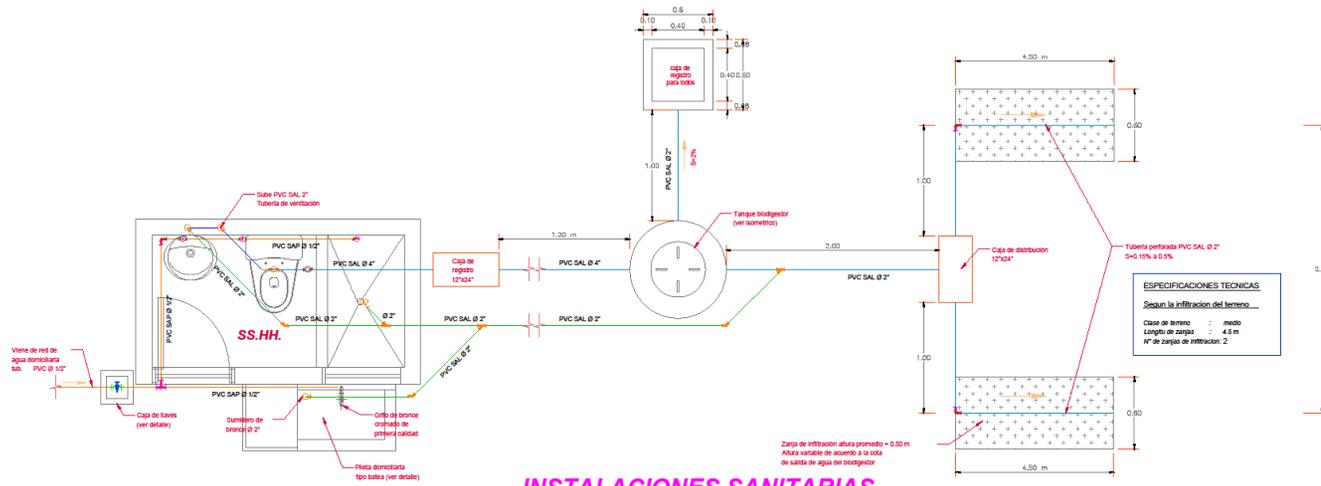
**PROFESOR:**  
Ing. HERRERA VLOCHE, Alex Arquímides

**TECISTAS:**  
AGUILAR DE LA CRUZ, JEFFERSON  
BECERRA VASQUEZ, DEYVI

**FLUIDO:**  
VÁLVULA DE PURGA

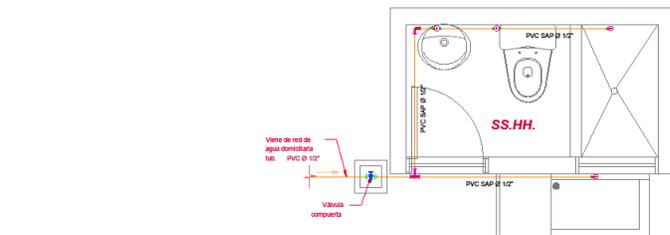






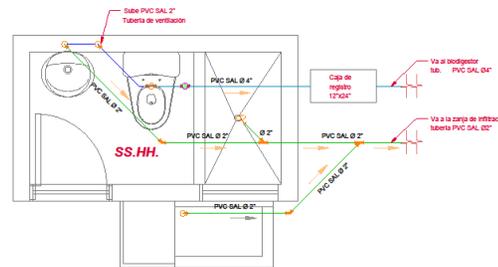
**INSTALACIONES SANITARIAS**

Esc. 103



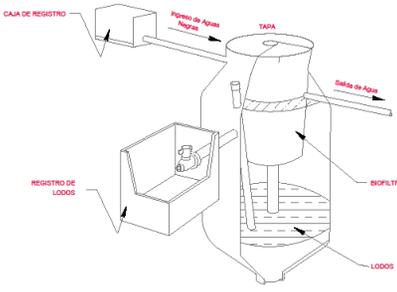
**SISTEMA DE AGUA**

Esc. 102



**SISTEMA DE DESAGUE**

Esc. 103



**ISOMÉTRICO TANQUE BIODIGESTOR**

Esc. 100

DESCRIPCIÓN	
—	TUBERIA AGUA FRIA PVC # 1/2"
—	TUBERIA DESAGUE PVC # 4"
—	TUBERIA DESAGUE PVC # 2"
90°	CODO DE 90°
45°	TEE DE 90° SURE
90°	CODO DE 90° SURE
—	TEE SIMPLE
—	TEE SANITARIA SIMPLE
—	SENTIDO DE FLUJO
—	CAJA DE REGISTRO
—	BIODIGESTOR # 150
—	REGISTRO ROSCADO # 4"

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

- La tubería de agua sera PVC- SAP
- Queda totalmente prohibido el uso de juntas con arena
- Los perfiles de conducto de desagüe en el techo deben ser de 1.50 para diámetro 4" PVC
- Las tuberías de acomodo en piso debe estar enterradas con un capa de abolladura con arena y capa PVC de 10 cm
- Las tuberías pueden enterrarse en el primer nivel de la pared y permanecer en un espejo a cuatro niveles
- Las tuberías de los edificios a los siguientes niveles son obligatorias:
  - Condición 1000 S.M.T.
  - HTC- Norma Aep 0.30 S.M.T.

**Segun la infiltración del terreno**

Caja de registro : medio  
 Longitud de carga : 4.5 m  
 N° de cargas de infiltración : 2

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**  
 "Diseño del sistema de agua potable y UBS, Sector Las Peñas y Poyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia de Sanchez Carrión, La Libertad"

**UBICACIÓN:**  
 CASERO : YANAC  
 SECTORES : LAS PEÑAS Y POYO COLORADO  
 DISTRITO : HUAMACHUCO  
 PROVINCIA : SANCHEZ CARRIÓN  
 REGIÓN : LA LIBERTAD

**ASESOR:**  
 Ing. HERRERA VILOCHE, Alex Arquimedes

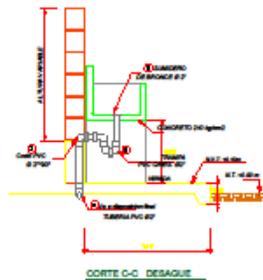
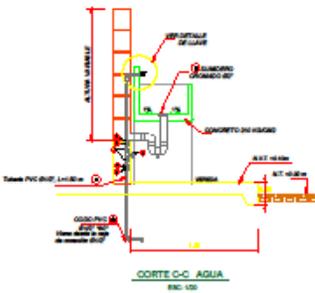
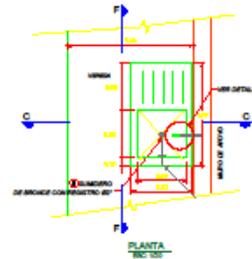
**TESTISTAS:**  
 AGUILAR DE LA CRUZ, JEFFERSON  
 BECERRA VASQUEZ, DEYVI

**PLANO:**  
 UBS - INSTALACIONES SANITARIAS

**PROYECCIÓN SOCIAL, PARA:**

**FIRMA DE ENTREGA:** LAMINA:  
**FECHA:** DICIEMBRE 2019 **UBS- 03**  
**ESCALA:**

## DETALLES DE LAVADERO

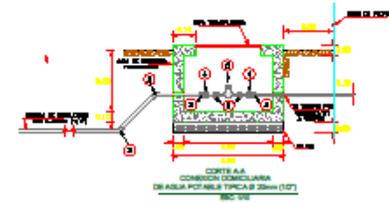
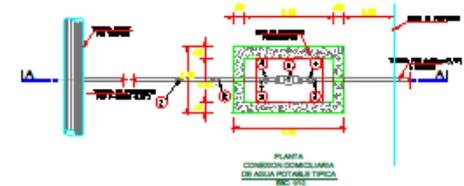


**TEMPERATURAS TÍPICAS**

Temperatura ambiente	20°C
Temperatura máxima	30°C
Temperatura mínima	10°C
Temperatura máxima del agua	40°C
Temperatura mínima del agua	10°C
Temperatura máxima del suelo	30°C
Temperatura mínima del suelo	10°C

Material	Descripción	Cantidad
Concreto	Concreto de 150 kg/m³	1.00 m³
Acero	Acero de 10 mm	0.50 kg
Acero	Acero de 8 mm	0.50 kg
Acero	Acero de 6 mm	0.50 kg
Acero	Acero de 4 mm	0.50 kg
Acero	Acero de 3 mm	0.50 kg
Acero	Acero de 2 mm	0.50 kg
Acero	Acero de 1 mm	0.50 kg
Acero	Acero de 0.5 mm	0.50 kg
Acero	Acero de 0.2 mm	0.50 kg
Acero	Acero de 0.1 mm	0.50 kg

## DETALLE DE CONEXIONES DOMICILIARIAS



**MARCO Y TAPA DE UN MEDIDOR PARA CONEXIÓN DOMICILIARIA TÍPICA**

**COMPONENTES**

1. MARCO CON TORNILLO	- PPS
2. TORNILLO HEXAGONAL	- BRONCE
3. BIELLA BRONCE	- BRONCE
4. TAPA DE VIDRIO	- PPS
5. PLATA DE SUREDO	- AC. INOXIDABLE 304
6. BARRILETA PARA TAPA	- AC. BRONCE
7. PARETE PARA TAPA	- AC. TRONCALIZADO
8. VASO TERMOPLÁSTICO	- PPS
9. BARRILETA PARA VASO	- AC. BRONCE
10. PARETE PARA VASO	- AC. TRONCALIZADO
11. PERNO ESPECIAL	- BRONCE
12. TAPA DESECHABLE CON SILENCIO	- PPS

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**TÍTULO DEL PROYECTO:**  
Diseño del sistema de agua potable y LBS, Sector Las Peñas y Puyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, La Libertad

**LUGAR:**  
CARRIO : YANAC  
SECTORES : LAS PEÑAS Y PUYO COLORADO  
DISTRITO : HUAMACHUCO  
PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN  
REGIÓN : LA LIBERTAD

**ASESOR:**  
Ing. HERRERA VILCHE, Alex Arquímides

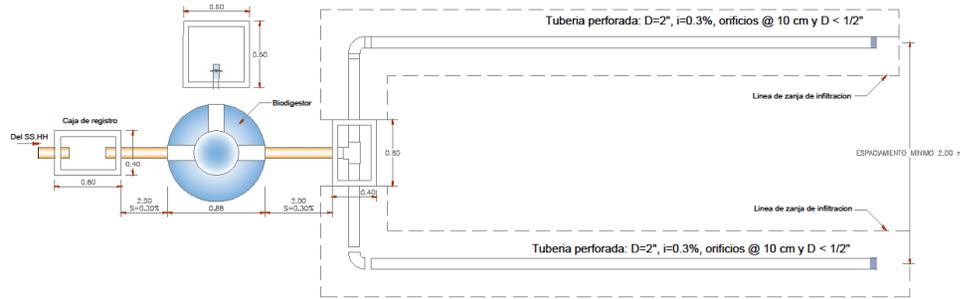
**TUTOR:**  
AGUILAR DE LA CRUZ, JEFFERSON  
BECERRA VAQUEZ, DEYVI

**PLANO:**  
DETALLE CONEXIONES DOMICILIARIAS Y LAVADERO

**PROCESO ESCOLAR PARA**

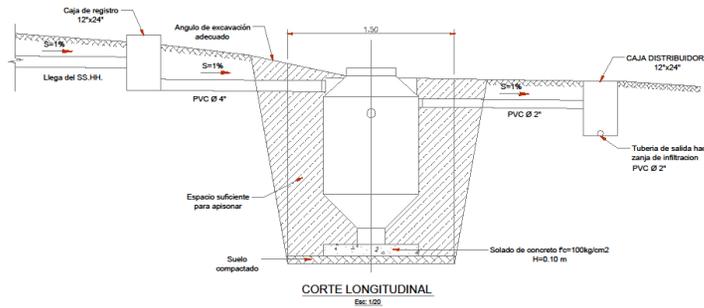
**FECHA DE ENTREGA:** LAMBA

**FECHA:** 02/05/2016  
**CD-01**



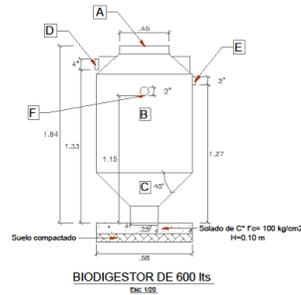
ESQUEMA DE INSTALACIÓN DEL BIODIGESTOR ENTERRADO

Esc. 1:20



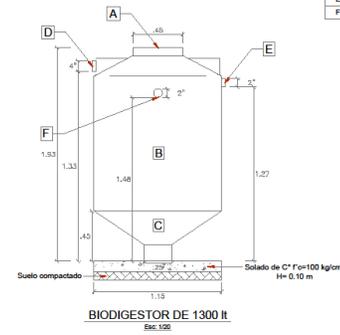
CORTE LONGITUDINAL

Esc. 1:20



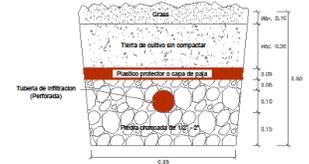
BIODIGESTOR DE 600 lts

Esc. 1:20



BIODIGESTOR DE 1300 lts

Esc. 1:20



TUBERÍA PVC Ø2\"/>

Esc. 1:10

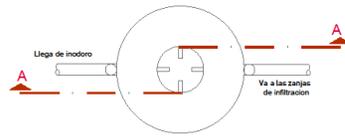
POSICIÓN DE LA TUBERÍA EN LA ZANJA



TUBERÍA PVC Ø2\"/>

Esc. 1:10

BIODIGESTOR	
ITEM	DESCRIPCION
A	TAPA HERMETICA
B	BIOFILTRO
C	LODOS
D	INGRESO DE AGUAS RESIDAS
E	SALIDA DE AGUA TRATADA A ZANJAS DE INFILT
F	SALIDAS A REGISTRO DE LODOS



PLANTA BIODIGESTOR DE POLIETILENO

Esc. 1:20

LEYENDA	
NÚMERO	DESCRIPCION
1	ENTRADA DE AGUA
2	FILTRO Y ARBOL DE P.C.T.
3	SALIDA DE AGUA TRATADA AL POZO ABSORBENTE, CONVOYO DE MEDICIÓN O HUMEDAD ARTIFICIAL.
4	VÁLVULA PARA EXTRACCIÓN DE LODOS
5	ACCESO PARA LIMPIEZA Y/O DESOBRSTRUCCIÓN
6	TAPA HERMÉTICA



DETALLE DE CAJA DE LODOS

Esc. 1:20

COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO

El agua ingresa por el tubo #1, donde las bacterias inician el trabajo de descomposición, luego pasa por el filtro #2. La materia orgánica que sustrato es atrapada por las bacterias. Salida a los arroyos de plabito de filtro y luego ya tratada sale por el tubo #3 a un campo de infiltración para comenzar el proceso a través de las plantas.

LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO

Abriendo la válvula #4 el lodo se recoge aunque en el fondo sale a una caja de registro, donde se deja secar y posteriormente puede usarse como abono para el suelo. Esta limpieza se hace cada aproximadamente de 12 a 16 meses dependiendo del uso.

DEL BIODIGESTOR

1. Será prefabricado, de 600 y 1300 litros de capacidad y más allá no menor de 20 años.
2. Las especificaciones técnicas lo dará el fabricante.



NOMBRE DEL PROYECTO:  
"Diseño del sistema de aguas potable y UBS, Sector Las Peñas y Poyo Colorado, Distrito Huamachuco, Provincia de Sanchez Carrión, La Libertad"

UBICACIÓN: CASERIO : YANAC  
SECTORES : LAS PEÑAS Y POYO COLORADO  
DISTRITO : HUAMACHUCO  
PROVINCIA : SANCHEZ CARRIÓN  
REGIÓN : LA LIBERTAD

ASESOR:  
Ing. HERRERA VILOCHE, Alex. Arquimedes

TESISTAS:  
AGUILAR DE LA CRUZ, JEFFERSON  
BECERRA VASQUEZ, DEYVI

PLANTA:  
UBS- BIODIGESTOR

PROYECCIÓN SOCIAL, PARA:



FRMA DE ENTREGA: LAMINA:

FECHA: DICIEMBRE 2019 UBS- 04

ESCALA: