

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA HIDRÁULICA



TESIS

**EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA
GESTIONAR LA DEMANDA POBLACIONAL DE LOS CASERÍOS DE
QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD, DISTRITO LA LIBERTAD DE PALLÁN,
PROVINCIA CELENDÍN, CAJAMARCA-2024**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO HIDRÁULICO**

AUTOR:

Bach. Marcos Yonel Acuña García

ASESOR:

Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz

CAJAMARCA-PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador:** MARCOS YONEL ACUÑA GARCÍA
DNI: 71600342
Escuela Profesional: Ingeniería Hidráulica
- Asesor:** Gaspar Virilo Méndez Cruz
Facultad: Ingeniería
- Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:**
EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA GESTIONAR LA DEMANDA POBLACIONAL DE LOS CASERÍOS DE QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD, DISTRITO LA LIBERTAD DE PALLÁN, PROVINCIA CELENDÍN, CAJAMARCA-2024.
- Fecha de evaluación:** 07/02/2025
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 21 %
- Código Documento: Oid:** 3117:427762173
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

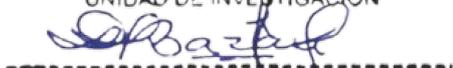
Fecha Emisión: Cajamarca, 07 de febrero de 2025



FIRMA DEL ASESOR
Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz

DNI: 26631950

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



Dra. Ing. Laura Sojía Bazán Díaz
DIRECTORA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA GESTIONAR LA DEMANDA POBLACIONAL DE LOS CASERÍOS DE QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD, DISTRITO LA LIBERTAD DE PALLÁN, PROVINCIA CELENDÍN, CAJAMARCA - 2024"

ASESOR : , presentado por la Bachiller en Ingeniería Hidráulica MARCOS YONEL ACUÑA GARCÍA, asesorado por el Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0130-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 16 de abril de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **veintiocho días del mes de abril de 2025**, siendo las diez horas (10:00 a.m.) en la Sala de Audiovisuales (Ambiente 1A - Segundo Piso), de la facultad de Ingeniería, se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

- Presidente : Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.
Vocal : Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.
Secretario : M.Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA GESTIONAR LA DEMANDA POBLACIONAL DE LOS CASERÍOS DE QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD, DISTRITO LA LIBERTAD DE PALLÁN, PROVINCIA CELENDÍN, CAJAMARCA - 2024", presentado por la Bachiller en Ingeniería Hidráulica MARCOS YONEL ACUÑA GARCÍA, asesorado por el Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : 07 PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : 11 PTS.
EVALUACIÓN FINAL : 18 PTS
Dieciocho (En letras)

En consecuencia, se lo declara Aprobado con el calificativo de Dieciocho acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las Doce horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.
Presidente

Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.
vocal

M.Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez.
Secretario

Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.
Asesor

COPYRIGHT © 2024 by
MARCOS YONEL ACUÑA GARCÍA
Todos los derechos reservados

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la vida la salud y haberme guiado y permitido llegar a estas instancias de mi carrera profesional. Por ser mi fortaleza en mis momentos de debilidad y darme una vida llena de experiencias y aprendizajes.

A mis padres, el Sr. Diomedes Acuña Lozano y la Sra. Martha Isabel García Vargas, por su apoyo constante e invaluable a lo largo de mi vida profesional. También por ayudarme a cumplir mis objetivos y cada día seguir adelante creciendo como persona y profesional.

Al Dr. Ing. Gaspar Méndez Cruz, por compartir sus enseñanzas, consejos, tiempo y confianza depositada en mi persona durante el desarrollo del proyecto de investigación. También a los ingenieros, Msc. Ing. José Longa Álvarez, Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez, Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre y al Dr. Luis León Chávez, por todas esas sabidurías y conocimientos compartidos con mi persona durante mi vida universitaria.

Finalmente, agradezco a mis amigos, compañeros, docentes del departamento de Recursos Hídricos, por ser las personas con las que compartí alegrías, tristezas y conocimientos que fueron parte de mi formación como persona y profesional.

DEDICATORIA

A mis padres quienes fueron el pilar fundamental y soporte para lograr mis objetivos, por brindarme esa confianza y apoyo incondicional. Ellos fueron fuente de inspiración y ejemplo a seguir inculcándome valores para ser una persona de bien.

De la misma forma dedicarlo a mi abuelita Eudella Lozano Campos, por ser la persona que siempre estuvo apoyándome a lo largo de toda mi vida y a mi hermana Cinthya Acuña García, por ser esa persona por la que voy luchando cada día y ser un ejemplo que seguir para ella.

Finalmente dedico a toda mi familia, amigos y personas que siempre confiaron en mí.

Marcos Yonel Acuña García

ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del Problema	1
1.2. Formulación del Problema	2
1.3. Justificación de la Investigación	2
1.3.1. Justificación Científica.....	2
1.3.2. Justificación Técnica - Práctica.....	3
1.3.3. Justificación Institucional y Personal.....	3
1.4. Alcances o delimitación de la Investigación	4
1.5. Limitaciones de la investigación.....	4
1.6. Objetivos	4
1.6.1. Objetivo General.....	4
1.6.2. Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes Teóricos de la Investigación	6
2.1.1. Nacionales.....	6
2.1.2. Local	6
2.2. Bases Teóricas.....	8
2.2.1. Sistemas de abastecimiento de agua potable	8
2.2.2. Componentes del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano	8
2.2.3. Parámetros de diseño para sistemas de agua de consumo humano	24
2.2.4. Flujo Transitorio	29
2.2.5. Simulación hidráulica	32
2.2.6. Gestión integral del recurso hídrico	33
2.3. Definición de términos básicos	36
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	38
3.1. Ubicación de la zona de estudio.....	38
3.1.1. Ubicación política	38
3.1.2. Ubicación geográfica	38
3.1.3. Ubicación temporal de la investigación.....	40
3.2. Accesibilidad.....	40
3.3. Situación socioeconómica del lugar de estudio	42
3.3.1. Población.....	42

3.3.2. Actividad económica del lugar.....	42
3.4. Caracterización de los lugares de estudio	43
3.4.1. Tipos de servicios públicos	43
3.5. Información sobre los parámetros meteorológicos	45
3.5.1. Clima.....	45
3.6. Materiales y equipos	45
3.6.1. Materiales.....	45
3.6.2. Equipos	46
3.6.3. Softwares.....	46
3.7. Metodología	46
3.7.1. Tipo de investigación	46
3.7.2. Nivel y diseño de investigación	46
3.7.3. Método de la investigación	47
3.7.4. Población, muestra y unidad de análisis.	47
3.8. Procedimiento para el desarrollo de la investigación	47
3.8.1. Reconocimiento y descripción actual del sistema de agua de consumo humano de los caseríos de Quinamayo y Nueva Libertad.....	47
3.7.2. Levantamiento topográfico	48
3.7.3. Evaluación de los componentes de los sistemas de agua potable de los caseríos de Quinamayo y Nueva Libertad.....	49
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	54
4.1. Análisis de Resultados	54
4.1.1. Reconocimiento de los componentes de los sistemas de agua de los caseríos de Quinamayo y Nueva Libertad.....	54
4.1.2. Evaluación hidráulica de los sistemas de agua de los caseríos de Quinamayo y Nueva Libertad.....	60
4.2. Discusión de resultados.....	125
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	128
5.1. CONCLUSIONES	128
5.2. RECOMENDACIONES.....	129
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	130
ANEXOS	133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	<i>Periodos de diseño de infraestructura sanitaria</i>	25
Tabla 2.	<i>Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d)</i>	26
Tabla 3.	<i>Dotación de agua para centros educativos</i>	26
Tabla 4.	<i>Ubicación política y geográfica</i>	38
Tabla 5.	<i>Ruta de acceso a las zonas de estudio desde la ciudad de Cajamarca</i>	40
Tabla 6.	<i>Ruta de acceso a las zonas de estudio desde la ciudad de Cajamarca</i>	41
Tabla 7.	<i>Distribución de viviendas e Instituciones Públicas</i>	42
Tabla 8.	<i>Consumos diarios en m³/día de los caseríos de Nueva Libertad y parte alta del caserío de Quinuamayo</i>	68
Tabla 9.	<i>Variación de volumen de consumo del sistema de los caseríos de Nueva Libertad y parte alta del caserío de Quinuamayo</i>	69
Tabla 10.	<i>Caudales de operación y variaciones de consumo real del sistema de abastecimiento de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo</i>	72
Tabla 11.	<i>Volumen de variación según el método analítico para el sistema de abastecimiento de los caseríos de Nueva Libertad y parte alta del caserío de Quinuamayo</i> .	73
Tabla 12.	<i>Propuesta de dimensionamiento y dimensiones reales del reservorio del sistema de abastecimiento</i>	76
Tabla 13.	<i>Presiones dinámicas del SAP de los caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo</i>	79
Tabla 14.	<i>Consumos diarios en m³/día del caserío de Quinuamayo</i>	96
Tabla 15.	<i>Variación de volumen de consumo del sistema de abastecimiento del caserío de Quinuamayo</i>	97
Tabla 16.	<i>Caudales de operación y variaciones de consumo real del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Quinuamayo</i>	100
Tabla 17.	<i>Volumen de variación según el método analítico para el sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Quinuamayo</i>	101
Tabla 18.	<i>Propuesta de dimensionamiento y dimensiones reales del reservorio del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Quinuamayo</i>	104
Tabla 19.	<i>Presiones dinámicas del SAP del caserío de Quinuamayo</i>	106
Tabla 20.	<i>Estructuras proyectad para el SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo</i>	119
Tabla 21.	<i>Estructuras proyectadas para el SAP del caserío de Quinuamayo</i>	122
Tabla 22.	<i>Padrón de usuarios del SAP del Caserío de Nueva Libertad y parte alta del caserío de Quinuamayo.</i>	134
Tabla 23.	<i>Padrón de usuarios del SAP del Caserío de Quinuamayo</i>	136

Tabla 24.	<i>Aforos del manantial “El Chogo”, sistema de abastecimiento de agua de consumo humano de los caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo</i>	139
Tabla 25.	<i>Aforos del manantial “campitos”, sistema de abastecimiento de agua de consumo humano del Caserío de Quinuamayo</i>	140
Tabla 26.	<i>Consumos de la población SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta del Caserío de Quinuamayo, mes de Julio.....</i>	142
Tabla 27.	<i>Consumos de la población SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta del Caserío de Quinuamayo, mes de agosto.....</i>	143
Tabla 28.	<i>Consumos de la población SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta del Caserío de Quinuamayo, mes de agosto y septiembre.....</i>	144
Tabla 29.	<i>Consumos de la población SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta del Caserío de Quinuamayo, mes de septiembre.....</i>	145
Tabla 30.	<i>Consumos de la población SAP del Caserío de Quinuamayo, mes de Julio.</i>	146
Tabla 31.	<i>Consumos de la población SAP del Caserío de Quinuamayo, mes de agosto...147</i>	
Tabla 32.	<i>Consumo de la población, SAP del Caserío de Quinuamayo, mes de septiembre</i> 148	
Tabla 33.	<i>Consumo de la población, SAP del Caserío de Quinuamayo, mes de septiembre</i> 149	
Tabla 34.	<i>Consumos promedio horarios y consumos máximos horarios en m3/hora de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta del Caserío de Quinuamayo</i>	150
Tabla 35.	<i>Consumos promedio horarios y consumos máximos horarios en m3/hora del Caserío de Quinuamayo</i>	155
Tabla 36.	<i>Presiones dinámicas tomadas en campo de las viviendas del sistema de abastecimiento de agua de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo ...</i>	161
Tabla 37.	<i>Presiones dinámicas con el software de modelamiento WaterCAD de las viviendas de sistema de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo.....</i>	162
Tabla 38.	<i>Presiones estáticas con el software de modelamiento WaterCAD de las viviendas de sistema de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo</i>	164
Tabla 39.	<i>Presiones dinámicas tomadas en campo de las viviendas del sistema de abastecimiento de agua de consumo humano del Caserío de Quinuamayo.....</i>	166
Tabla 40.	<i>Presiones dinámicas con el software de modelamiento WaterCAD de las viviendas de sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Quinuamayo</i>	167
Tabla 41.	<i>Presiones estáticas con el software de modelamiento WaterCAD de las viviendas de sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Quinuamayo</i>	169

Tabla 42.	<i>Caudales y velocidades con el software de modelamiento WaterCAD de las tuberías del sistema de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo</i>	172
Tabla 43.	<i>Caudales y velocidades con el software de modelamiento WaterCAD de las tuberías del sistema de abastecimiento de agua de consumo humano del Caserío de Quinuamayo</i>	175
Tabla 44.	<i>Mejora de las presiones estáticas con el software de modelamiento WaterCAD de las viviendas de sistema de abastecimiento de agua de consumo humano del Caserío de Quinuamayo</i>	198
Tabla 45.	<i>Mejora de las presiones estáticas con el software de modelamiento WaterCAD de las viviendas de sistema de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caserío de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo</i>	199

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	<i>Captación de fondo</i>	9
Figura 2.	<i>Captación de manantial de ladera</i>	10
Figura 3.	<i>Flujo de agua en un orificio de pared gruesa</i>	11
Figura 4.	<i>Carga disponible y pérdida de carga</i>	13
Figura 5.	<i>Ancho de pantalla de la cámara húmeda</i>	14
Figura 6.	<i>Altura total de la cámara húmeda</i>	15
Figura 7.	<i>Perfil de la cámara húmeda y captación</i>	15
Figura 8.	<i>Canastilla de salida</i>	16
Figura 9.	<i>Línea de conducción</i>	17
Figura 10.	<i>Cámara rompe presión</i>	19
Figura 11.	<i>Válvulas de purga</i>	20
Figura 12.	<i>Válvulas de aire</i>	21
Figura 13.	<i>Redes de distribución abierta</i>	24
Figura 14.	<i>Coeficiente de variación diaria (K1)</i>	28
Figura 15.	<i>Coeficiente de variación horaria (K2)</i>	29
Figura 16.	<i>Ubicación del distrito La Libertad de Pallan, y Lugar de Estudio</i>	39
Figura 17.	<i>Ruta desde Cajamarca hasta el caserío de Quinuamayo y Nueva Libertad</i> ...	40
Figura 18.	<i>Ruta desde Cajamarca hasta el caserío de Quinuamayo y Nueva Libertad</i> ...	41
Figura 19.	<i>Vista en planta y perfil de la cámara húmeda y cámara seca de la captación de fondo</i>	62
Figura 20.	<i>Vista en planta y perfil del reservorio</i>	67

Figura 21.	<i>Vista en planta y perfil de la cámara húmeda y cámara seca de la captación de ladera</i>	89
Figura 22.	<i>Vista en planta y perfil del reservorio</i>	95
Figura 23.	<i>Propuesta de mejora en la red de conducción del SAP del caserío de Quinuamayo</i>	117
Figura 24.	<i>Esquema final del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo</i>	121
Figura 25.	<i>Esquema final del SAP del Caserío de Quinuamayo</i>	124

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	<i>Aforos del manantial del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo</i>	61
Gráfico 2.	<i>Curva de variaciones de consumo horario del SAP de Nueva Libertad y parte alta del Caseríos de Quinuamayo</i>	70
Gráfico 3.	<i>Diagrama de masa del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo</i>	74
Gráfico 4.	<i>Presiones dinámicas en las 69 conexiones domiciliarias del sistema de agua potable en los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo.</i>	81
Gráfico 5.	<i>Presiones estáticas en las 69 conexiones domiciliarias del sistema de agua potable en los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo.</i>	82
Gráfico 6.	<i>Velocidades en las tuberías que cumplen con el RM-192-2018-VIVIENDA en el sistema de agua potable en los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo.</i>	83
	En el gráfico 7 se muestra la variación de velocidades, a lo largo de los tramos de las tuberías del sistema.....	83
Gráfico 7.	<i>Variación de velocidades en el sistema de agua potable en los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo</i>	83
Gráfico 8.	<i>Aforos del manantial del SAP del caserío de Quinuamayo</i>	88
Gráfico 9.	<i>Curva de variaciones de consumo horario del SAP del Caserío de Quinuamayo</i>	98
Gráfico 10.	<i>Diagrama de masa</i>	102
Gráfico 11.	<i>Presiones dinámicas de las 54 conexiones domiciliarias del sistema de agua potable en el Caserío de Quinuamayo</i>	109
Gráfico 12.	<i>Presiones estáticas de las 54 conexiones domiciliarias del sistema de agua potable en el Caserío de Quinuamayo</i>	109
Gráfico 13.	<i>Velocidades en las tuberías que cumplen con el RM-192-2018-VIVIENDA en el sistema de agua potable en el Caserío de Quinuamayo.</i>	110

Gráfico 14.	<i>Variación de velocidades en el sistema de agua potable del Caseríos de Quinuamayo</i>	111
Gráfico 15.	<i>Mejora de presiones estáticas para el SAP de los caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo</i>	121
Gráfico 16.	<i>Mejora presiones estáticas para el SAP del caserío de Quinuamayo</i>	123

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1.	<i>I E Miguel Angel Silva Rubio- Quinuamayo</i>	44
Fotografía 2.	<i>Puesto de salud Centro Poblado Quinuamayo</i>	45
Fotografía 3.	<i>Levantamiento topográfico del sistema de agua potable de los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad</i>	49
Fotografía 4.	<i>Captación de fondo “El Chogo”</i>	50
Fotografía 5.	<i>Captación de ladera “Campitos”</i>	50
Fotografía 6.	<i>Reservorio del Caserío de Nueva Libertad y parte alta del Caserío de Quinuamayo</i>	52
Fotografía 7.	<i>Reservorio del Caserío de Quinuamayo</i>	52
Fotografía 8.	<i>Cámara de protección del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo</i>	54
Fotografía 9.	<i>Cámara húmeda del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo</i>	55
Fotografía 10.	<i>Cámara seca del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo</i>	55
Fotografía 11.	<i>Cámara húmeda del SAP del Caserío de Quinuamayo</i>	56
Fotografía 12.	<i>Reservorio de 15 m3 del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo</i>	58
Fotografía 13.	<i>Reservorio de 10 m3 SAP del Caserío de Quinuamayo</i>	59
Fotografía 14.	<i>Evaluación de la captación “el chogo”</i>	60
Fotografía 15.	<i>Situación actual de los componentes de la cámara húmeda en la captación del Chogo.</i>	64
Fotografía 16.	<i>Mediciones de las presiones dinámicas en campo del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo</i>	77
Fotografía 17.	<i>Mediciones de la presión dinámica en la vivienda V66 del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo</i>	78
Fotografía 18.	<i>Mediciones de la presión dinámica en la vivienda V41 del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo</i>	78

Fotografía 19.	<i>Evaluación de la captación “campitos” del SAP de caserío de Quinuamayo</i>	87
Fotografía 20.	<i>Mediciones de las presiones dinámicas en campo del SAP del caserío de Quinumayo</i>	105
Fotografía 21.	<i>Mediciones de la presión dinámicas en campo de la vivienda V20 del SAP del caserío de Quinumayo</i>	106
Fotografía 22.	<i>Manantial en propuesta para abastecer la demanda poblacional del SAP del Caserío de Quinuamayo</i>	115
Fotografía 23.	<i>Inicio del levantamiento topográfico de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad</i>	203
Fotografía 24.	<i>Levantamiento topográfico de la línea de conducción de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad</i>	203
Fotografía 25.	<i>Levantamiento topográfico de la línea de distribución de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad</i>	204
Fotografía 26.	<i>Presiones dinámicas tomadas con manómetro Shunjay en las viviendas de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad</i>	205
Fotografía 27.	<i>Inspección, levantamiento y toma de medidas de la captación de fondo el Chogo.</i>	205
Fotografía 28.	<i>Aforos en la captación de fondo el Chogo.</i>	206
Fotografía 29.	<i>Inspección, levantamiento y toma de medidas de la captación de fondo campitos.</i>	206
Fotografía 30.	<i>Aforos en la captación de ladera Campitos.</i>	207
Fotografía 31.	<i>Reservorios de los sistemas de abastecimiento de agua potable de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad</i>	207
Fotografía 32.	<i>Cámaras rompe presión tipo 7 del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo.</i>	208
Fotografía 33.	<i>Cámaras rompe presión tipo 7 del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Quinuamayo.</i>	208

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.	<i>Volumen de la cámara</i>	11
Ecuación 2.	<i>Bernoulli</i>	12
Ecuación 3.	<i>Caudal máximo de la fuente</i>	13
Ecuación 4.	<i>Número de orificios, captación</i>	14
Ecuación 5.	<i>Ancho de pantalla, captación</i>	14

Ecuación 6. <i>Altura de la cámara húmeda</i>	14
Ecuación 7. <i>Carga requerida, captación</i>	16
Ecuación 8. <i>Número de ranuras, captación</i>	17
Ecuación 9. <i>Diámetro de tubería de rebose</i>	17
Ecuación 10. <i>Hazen-Williams</i>	18
Ecuación 11. <i>Fair Whipple</i>	18
Ecuación 12. <i>Volumen de regulación, reservorio</i>	22
Ecuación 13. <i>Población de diseño</i>	25
Ecuación 14. <i>Caudal medio diario</i>	27
Ecuación 15. <i>Caudal máximo diario</i>	27
Ecuación 16. <i>Variación diaria (K1)</i>	28
Ecuación 17. <i>Caudal máximo horario</i>	28
Ecuación 18. <i>Variación horaria (K2)</i>	29
Ecuación 19. <i>Tiempo Crítico</i>	30
Ecuación 20. <i>Celeridad de onda de presión (a)</i>	30
Ecuación 21. <i>Formula empírica de Mendiluce</i>	31
Ecuación 22. <i>Michaud</i>	32
Ecuación 23. <i>Allieve</i>	32
Ecuación 24. <i>Continuidad</i>	65
Ecuación 25. <i>Volumen de regulación, método analítico</i>	73

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Padrón de usuarios de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinumayo y Nueva Libertad</i>	133
Anexo 2. <i>Aforos de los manantiales de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad</i>	138
Anexo 3. <i>Consumos diarios y horarios de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad</i>	141
Anexo 4. <i>Presiones de servicio en viviendas de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad</i>	160
Anexo 5. <i>Parámetros de flujo en las tuberías de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad</i>	171

Anexo 6. Planos topográficos de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad.....	178
Anexo 7. Planos de modelamiento en el SOFTWARE de waterCAD de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad	187
Anexo 8. Resultados de la propuesta de mejora para los SAP de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad	197
Anexo 9. Panel fotográfico durante la evaluación de los sistemas de abastecimiento de agua potable de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad.....	202

Palabras Claves:

Agua de consumo humano, es el agua en su estado original, utilizadas para beber, cocinar, preparar alimentos, para la higiene personal y para otros usos domésticos.

Línea de distribución, tubería que forma parte de un sistema de distribución de agua potable.

Línea de conducción, tubería que trasporta agua desde la captación hasta el reservorio.

RESUMEN

La presente investigación evalúa el funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano para gestionar la demanda poblacional en los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad, distrito la Libertad de Pallán, provincia Celendín-Cajamarca. El estudio se basa en la evaluación hidráulica de cada uno de los sistemas de agua de consumo humano, adicionalmente plantear una propuesta de mejora. La investigación es de carácter descriptivo cualitativo y cuantitativo; no experimental, con un total de 123 conexiones domiciliarias de agua de consumo humano para las dos localidades. En la evaluación hidráulica la captación de fondo del primer sistema tiene un diseño atípico, fuera de lo recomendado por la normativa, la tubería de conducción tiene 1579m de PVC C-10, diámetro de 1 ½”, velocidad de flujo de 0.61 m/s y 7 m.c.a de presión de llegada al reservorio. El reservorio tiene un volumen de 15m³, sin funcionamiento de tanque de cloración. En la línea de distribución existen tuberías de diámetro de ½” y 1 ½” de PVC C-10. El segundo sistema de abastecimiento de agua de consumo humano de captación de ladera tiene un ancho de pantalla de 0.95m con 1 orificio, la tubería de conducción tiene 73m de PVC C-10, de diámetro existente de 1 ½”, velocidad de flujo de 0.36 m/s y presión de llegada de 7 m.c.a. El reservorio tiene un volumen de 10 m³, sin tanque de cloración y en pésimo estado hidráulico y estructural. La línea de distribución tiene tuberías de diámetro de ½” y 1 ½” de PVC C-10. Los caudales de operación para los sistemas es $Q_p=0.595$ l/s, $Q_{md}=0.76$ l/s, $Q_{mh}=1.57$ l/s, con un caudal de oferta de 0.88 l/s, $Q_p=0.463$, $Q_{md}=0.54$ l/s, $Q_{maxh}=1.44$ l/s y un caudal de oferta de 0.34 l/s respectivamente. En conclusión, para el sistema de agua de consumo humano de la parte alta de Quinuamayo y Nueva libertad, el caudal de oferta es mayor que la demanda, la captación está mal diseñada, la línea de conducción tiene todos los parámetros correctos, el reservorio está sobredimensionado en 5m³, y las líneas de distribución el 37.68% tienen presiones mayores a 60 m.c.a y un 14.9% menor a 5 m.c.a con 65.93% de velocidades menores a 0.6 m/s. El sistema de agua de consumo humano del caserío de Quinuamayo, el caudal de oferta es menor al de demanda, la captación mal diseñada, línea de conducción y reservorio tienen un sobredimensionamiento, las líneas de distribución en un 7.41% con presiones mayores a 60 m.c.a, el 35.19% menor a 5 m.c.a y un 69.44% con velocidades menores a 0.6 m/s. Todos los parámetros medidos fueron de acuerdo con la normativa del anexo RM-192-2018-VIVIENDA, para zonas rurales.

Key words:

Drinking water is water in its original state, used for drinking, cooking, food preparation, personal hygiene and other domestic purposes.

Distribution line, a pipe that forms part of a drinking water distribution system.

Pipeline, a pipe that carries water from the catchment to the reservoir.

ABSTRACT

The present investigation evaluates the functioning of the water supply systems for human consumption to manage the population demand in the villages of Quinuamayo and Nueva Libertad, district of La Libertad de Pallán, province of Celendín-Cajamarca. The study is based on the hydraulic evaluation of each of the water systems for human consumption, as well as a proposal for improvement. The research is of a descriptive, qualitative and quantitative nature; non-experimental, with a total of 123 household connections of water for human consumption for the two localities. In the hydraulic evaluation, the bottom catchment of the first system has an atypical design, outside of what is recommended by the regulations, the conduction pipe has 1579m of PVC C-10, a diameter of 1 ½', a flow speed of 0.61 m/s and 7 m.c.a. of pressure on arrival at the reservoir. The reservoir has a volume of 15m³, with no functioning chlorination tank. In the distribution line there are ½' and 1 ½' diameter PVC C-10 pipes. The second water supply system for human consumption from hillside catchment has a screen width of 0.95m with 1 orifice, the conduction pipe has 73m of PVC C-10, existing diameter of 1 ½', flow speed of 0.36 m/s and arrival pressure of 7 m.c.a. The reservoir has a volume of 10 m³, without a chlorination tank and in a very bad hydraulic and structural state. The distribution line has ½' and 1 ½' diameter pipes of PVC C-10. The operating flows for the systems are $Q_p=0.595$ l/s, $Q_{md}= 0.76$ l/s, $Q_{mh}=1.57$ l/s, with a supply flow of 0.88 l/s, $Q_p=0.463$, $Q_{md}=0.54$ l/s, $Q_{maxh}=1.44$ l/s and a supply flow of 0.34 l/s respectively. In conclusion, for the drinking water system in the upper part of Quinuamayo and Nueva Libertad, the supply flow is greater than the demand, the catchment is poorly designed, the pipeline has all the correct parameters, the reservoir is oversized by 5m³, and the distribution lines 37.68% have pressures greater than 60 m.c.a and 14.9% less than 5 m.c.a with 65.93% of the velocities less than 0.6 m/s. The water system of the village of Quinuamayo, the supply flow is less than the demand flow, the badly designed catchment, pipeline and reservoir are oversized, 7.41% of the distribution lines have pressures greater than 60 m.c.a, 35.19% less than 5 m.c.a and 69.44% have velocities of less than 0.6 m/s. All parameters measured were in accordance with the regulations of annex RM-192-2018-VIVIENDA, for rural areas.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

El agua es el elemento esencial para la vida y es un indicador clave del desarrollo humano, que garantiza salud y supervivencia al ser humano, por eso el hombre en su historia ha buscado la manera de potabilizarla y llevarla a cada hogar, para eso llevo a cabo saneamiento básico para proporcionar una calidad y cantidad necesaria para el consumo de cada habitante, a pesar de eso millones de personas aun no cuentan con el sistema necesario de agua potable, lo cual deja a estas personas vulnerables ante las enfermedades transmitidas por el agua. Aproximadamente 7.600 niños menores de 5 años mueren anualmente por enfermedades diarreicas en la Región. Los países, con mayores porcentajes de mortalidad por diarrea en niños menores de 5 años son: Haití (23%), Guatemala (10%), Bolivia (7%) y Venezuela (5%). (Organización Panamericana de Salud [OPS], 2023).

El Perú abarca una serie de desafíos de infraestructura obsoleta y el deficiente mantenimiento de las redes de distribución, las pérdidas de agua debido a fugas y la falta de inversiones para la mejora de la infraestructura dado que, la mayoría de los sistemas de abastecimiento de agua potable superan los 60 años de antigüedad, afectan la eficiencia y confiabilidad del servicio de agua potable, generando interrupciones en el suministro y afectando la calidad del servicio. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento [MVCS], 2018)

En la región de Cajamarca, existen dificultades en el suministro de agua potable, ya que solo el 64 % de la población tiene acceso al servicio en sus hogares. Además, solo el 54.9 % de los hogares pobres pueden acceder a saneamiento mediante la red pública. Estas limitaciones se deben en gran parte a la lejanía y dispersión geográfica de las comunidades, centros poblados y anexos en la región. Esta situación puede dar lugar a sistemas de agua inadecuados o incluso a la falta de acceso a fuentes seguras de agua potable, lo que impacta directamente en la salud y calidad de vida de los habitantes. (Ministerio de Salud [MINSAL], 2023)

La investigación se centrará en identificar los riesgos y deficiencias en diferentes aspectos del sistema, la infraestructura que compone el sistema de conducción, aducción y distribución en los caseríos de Quinamayo y Nueva Libertad ubicado en el distrito de La Libertad de Pallán, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca, asegurando un acceso equitativo a este recurso vital para todos los habitantes. En la actualidad, los caseríos de Quinamayo y Nueva Libertad es abastecido por dos sistemas de agua, que fue construido hace 20 años aproximadamente, y los pobladores manifiestan que tienen problemas de falta de agua en la

parte baja de sistema de abastecimiento, también manifiestan que algunas tuberías se rompen o sufren fracturas en varios tramos del sistema.

1.2. Formulación del Problema

En los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad, distrito La Libertad de Pallan, provincia de Celendín, la demanda de agua para consumo humano ha aumentado en los últimos años generando preocupación sobre capacidad y eficiencia de los sistemas de abastecimiento existentes. En ese sentido, se han identificado problemas como insuficiencia en la cobertura del servicio, deficiencias en la infraestructura. Estas situaciones afectan directamente a las localidades. Ante esta problemática, es necesario evaluar el estado actual de los sistemas de agua en los caseríos para determinar su capacidad de respuesta y proponer estrategias de mejora para garantizar un suministro eficiente y sostenible. Entonces, se plantea la pregunta de investigación siguiente:

¿Cuál es el funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano en los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad, distrito de La Libertad de Pallán, provincia Celendín?

1.3. Justificación de la Investigación

1.3.1. Justificación Científica

La investigación se contextualiza en un campo técnico y ambiental, permitiendo analizar la capacidad actual de los sistemas de abastecimiento de agua en los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad, identificando deficiencias en sus infraestructura y gestión operativa. Esto contribuirá al desarrollo de estrategias basadas en evidencias científicas para optimizar el uso del recurso hídrico y mejorar la sostenibilidad de los sistemas en el tiempo.

Además, el estudio se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) planteado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), particularmente con el ODS 6: “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos” promoviendo la implementación de medidas efectivas para garantizar el acceso equitativo al agua de consumo humano en comunidades rurales. A nivel ingenieril, esta evaluación proporcionará datos clave para futuras mejoras en la planificación y diseño de infraestructuras hidráulicas, asegurando que las soluciones propuestas sean viables y efectivas en el contexto local. En conclusión, la presente investigación tiene una justificación científica clara, ya que contribuirá al conocimiento sobre la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas de agua de consumo humano

en zonas rurales, permitiendo un diseño de estrategias de gestión basadas en evidencias para enfrentar los desafíos actuales y futuros en el suministro de agua para consumo humano.

1.3.2. Justificación Técnica - Práctica

La presente investigación desde el punto de vista técnico permitirá analizar aspectos fundamentales como la capacidad de captación, almacenamiento y distribución del agua, así como el estado de los materiales utilizados en la infraestructura y los posibles factores que afectan su eficiencia. Esto contribuirá a determinar si los sistemas actuales cumplen con las normativas vigentes en el país, como las establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú.

En el aspecto práctico, los resultados de la investigación proporcionarán información importante para optimizar los sistemas de abastecimiento de agua, permitiendo identificar deficiencias estructurales y operativas. Con base en estos hallazgos y resultados se proponen soluciones o mejoras en la infraestructura de captación, almacenamiento y distribución.

En conclusión, esta justificación técnica-práctica resalta la necesidad de evaluar y mejorar los sistemas de abastecimiento de agua en estas comunidades rurales, asegurando que las soluciones propuestas sean viables, eficientes y adaptadas a las necesidades locales, contribuyendo así al desarrollo sostenible de las localidades.

1.3.3. Justificación Institucional y Personal

La investigación es muy importante a nivel institucional, ya que sus resultados brindarán información sustancial en la planificación y mejora de los sistemas de agua de consumo humano de los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad. La evaluación permitirá a las autoridades locales, como la Municipalidad Distrital de la Libertad de Pallán y otras entidades gubernamentales, contar con datos del estudio que respalde la toma de decisiones en la gestión del recurso hídrico.

Asimismo, los resultados de la investigación pueden servir como base para la formulación de proyectos de mejora en infraestructura y abastecimiento de agua, facilitando la obtención de financiamiento y apoyo de organismos nacionales e internacionales enfocados en el desarrollo sostenible y el acceso al agua potable en comunidades rurales.

A nivel personal, esta investigación representa una oportunidad de crecimiento académico y profesional, permitiendo aplicar conocimientos adquiridos en el área de gestión de recurso hídricos e infraestructura sanitaria. Desarrollar este estudio implica un reto significativo en la

recopilación, análisis y evaluación de datos, fortaleciendo mis habilidades en investigación científica.

Finalmente, esta investigación no solo enriquece mi formación como investigador, sino que me motiva a seguir explorando soluciones innovadoras y sostenibles para mejorar los sistemas de abastecimiento de agua en zonas con recursos limitados.

1.4. Alcances o delimitación de la Investigación

La investigación tiene como delimitación espacial a las localidades de Quinuamayo y Nueva Libertad, distrito de La Libertad de Pallán, en la provincia de Celendín, región Cajamarca de coordenadas UTM 17S 799930.29 m E y 9263156.50 m S. Los caseríos son abastecidos por dos captaciones de manantial, con un total de 128 usuarios. La primera captación se encuentra en el centro poblado Muyoc Quico, que pertenece al distrito Miguel Iglesias y la segunda captación se encuentra en el caserío de Quinuamayo. Las captaciones, reservorios y cajas rompen presión son de concreto armado. La delimitación temporal es de 10 meses y específicamente 4 meses en la recolección de datos.

1.5. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones que se tendrán en la toma de datos en la presente investigación apuntan al acceso y visualización a determinados componentes del sistema de agua, parte las tuberías en las líneas de conducción, aducción y redes de distribución, lo que dificultaría la toma de datos y por consecuencia aumentar el tiempo para la determinación de la condición de estos. Por otro lado, se prevé tener cierta dificultad con la población usuaria al tomar mediciones manométricas en sus domicilios.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Evaluar los sistemas de agua de consumo humano para gestionar la demanda poblacional de los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad, distrito La Libertad de Pallán, provincia de Celendín, región Cajamarca.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad.
- Describir los componentes de los sistemas de agua potable de los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad.
- Determinar el caudal de operación de los sistemas de los caseríos de Quinuamayo y Nueva libertad.

- Evaluar hidráulicamente cada componente de los sistemas de abastecimiento.
- Evaluar la operación y mantenimiento.
- Proponer alternativas de solución y mejora para los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Teóricos de la Investigación

2.1.1. Nacionales

En la investigación se determinó que; a partir del modelamiento hidráulico se observó que el diámetro de la tubería se relaciona directamente con las presiones en cada nodo, se aprecia que en la red hay algunos nodos que tienen deficiencias ya que no se encuentran dentro del rango permitido por la norma, esta problemática se presenta principalmente en la red primaria, en los nodos 5, 6, 7, 9, 12, 26, 37, 42, 46, 59, 73, 76, 90, en cada una de ellas se tuvieron presiones bajas, que son menores a 10 mca. En las velocidades, teniendo el modelamiento hidráulico en el software WaterCAD, en la red de distribución de la ciudad de Huancavelica se tuvieron velocidades que oscilan entre 0.01 m/s a 1.88 m/s, la cual cumplen con la normativa OS.050 ya que, los valores se encuentran en los rangos de 0.6 m/s a 3.0 m/s, también en algunos puntos se obtuvo 0.01 m/s lo cual nos indica que es muy bajo por lo que no fluye adecuadamente, generando sedimentación en la red. (Meza, C.A., Sánchez, W.J. 2022)

En el desarrollo de su investigación determinó que; los caudales de diseño son de, Q_m : 0.228 l/s, el caudal máximo diario Q_{md} : 0.296 l/s y el caudal máximo horario es Q_{mh} : 0.456 l/s. Además, la población del caserío San Agustín tiene un total de 41 familias con una densidad de 5 hab/fam resultando 205 pobladores, con una tasa de 0.55% de crecimiento anual. (Pejerrey, L.F 2018)

2.1.2. Local

En el trabajo de investigación se determinó que; hidráulicamente las estructuras del sistema de abastecimiento presentan dimensiones y capacidades de almacenamiento funcionales en comparación con las disposiciones actuales de la norma técnica. Un aproximado del 92% de la línea de conducción y ciertos tramos de la red de distribución presenta velocidades menores a 0.60 m/s. En la línea de conducción y red de distribución se presentan tramos con presiones dinámicas mayores a 50 m.c.a. Respecto a las conexiones domiciliarias se presentan presiones dinámicas mayores a 50 m.c.a. En un 43.6%, 50.0%, 23.6% en las S.A.P. Yanayacu, Bellavista, Lancheonga respectivamente. En la evaluación estructural se evaluaron cuatro captaciones, tes C.R.P. T6 y veintiocho C.R.P.T7 de las cuales no se identificó fisuras ni filtraciones a nivel estructural, garantizando su estanqueidad. Funcionalmente la dotación promedio por habitante es aproximadamente 85 lt/hab/día, valor un poco mayor al señalado en la norma técnica peruana, debido a que los usuarios usan para otros usos a parte del consumo humano. Además,

la acumulación de sedimentos en las tuberías debido a las bajas presiones, presencia de aire debido a la topografía accidentada del lugar y la presencia de presiones dinámicas superiores a 50 m.c.a. ocasionan la interrupción del servicio. (Sánchez, C.E. 2023)

En la localidad de Shirac la prestación de servicios en ambos sistemas (Bellavista y San Sebastián), es deficiente. También el componente de infraestructura en ambos sistemas se encuentra en un estado medio desarrollado; obteniendo un 52.50% y 57.50% respectivamente. Así mismo, los manantiales Pulchac (sector Bellavista) y Shiracpunta (sector San Sebastián), cuentan con un afloramiento continuo cuyos caudales son de 3.20 l/s y 1.5 l/s respectivamente, valores suficientes para cubrir la demanda de la población cuyo caudal medio Q_p es de 0.56 l/s en el sector Bellavista y de 0.24 l/s en el sector San Sebastián. Los sistemas de agua potable de la localidad de Shirac, tienen zonas de elevadas presiones que deben ser solucionadas ya que afectan a la calidad de la prestación del servicio, reduciendo la vida útil de llaves y grifos. El sistema de agua potable Bellavista cuenta con una presión máxima de 115.09 mH₂O que corresponde a la vivienda C-179. En el sistema San Sebastián, la vivienda C-72 tiene la mayor presión con un valor de 99.04 mH₂O. (Albarrán, L.E. 2019).

En la investigación se determinó que; la red de distribución el 76% de las conexiones domiciliarias presentan fugas y solo el 24% se encuentran en buen estado. La infraestructura del sistema, la captación tiene un volumen aforado de 14.5 l/s, la cámara húmeda un tamaño menor al recomendado, el ancho de pantalla, la canastilla y la tubería de limpia están dimensionados adecuadamente. En la línea de conducción el diámetro existente de $D=4''$ es adecuado según diseño y trabaja a una velocidad de 1.79 m/s; en los reservorios se ha medido las alturas de agua en intervalos de tiempo de 1 hora, en la red de distribución se midió las presiones dinámicas en 108 conexiones domiciliarias que de acuerdo a la Norma OS.050 especifica que la presión dinámica en cualquier punto de la red no debe ser menor que 10 m.c.a. también, se hizo el modelamiento de la red de distribución en el software WaterCAD y se obtuvo las presiones estáticas en los nodos de cada sector, resaltando que en la Norma OS.050 se especifica que la presión estática en la red no debe superar los 50 m. (Bardales, Y.A. 2022).

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Sistemas de abastecimiento de agua potable

2.2.1.1. *Sistemas Convencionales*

Son aquellos que brindan un servicio público de abastecimiento de agua mediante conexiones domiciliarias y/o piletas públicas, empleando un sistema de distribución de agua a través de redes. Se tiene los siguientes: (MVCS, 2018).

- ***Sistema por gravedad***
- Sistema por bombeo

2.1.1.2. *Sistemas No Convencionales*

Son sistemas de abastecimiento de agua sin redes, compuestos por soluciones familiares y/o multifamiliares. Normalmente demandan el transporte, almacenamiento y desinfección del agua en el nivel intradomiciliario. Estas opciones técnicas pueden ser: (MVCS, 2018).

- Captación de aguas de lluvia
- Filtros de mesa
- Pozos con bombas manuales

2.2.2. Componentes del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano

2.2.2.1. *Captación*

La obra de captación consiste en una estructura colocada directamente en la fuente a fin de captar el gasto deseado y conducirlo a la línea de aducción. (Arocha, S. s.f.)

Estructura que permite captar agua desde un cuerpo o corriente subterránea de forma continua, segura y sin disminución de las condiciones hidrológicas, geológicas, geológicas y ecológicas en los alrededores o aguas abajo. (MVCS, 2018).

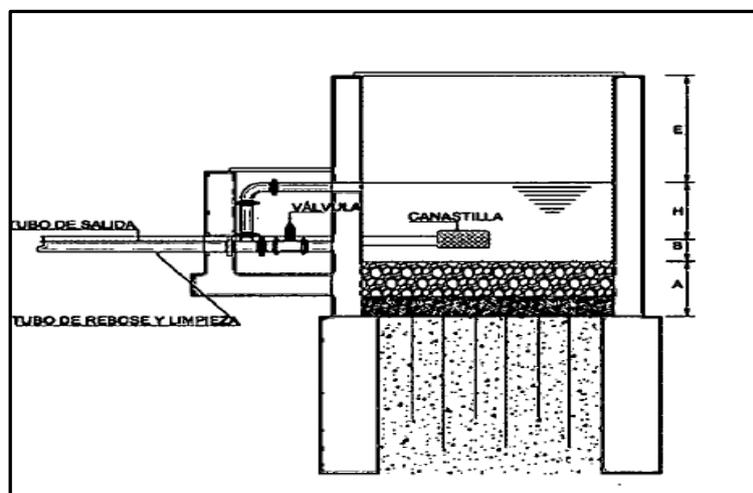
A. Captación de manantial de fondo

Permite captar el agua subterránea que emerge de un terreno llano, teniendo en cuenta que la estructura de captación es una cámara sin losa de fondo que rodea el punto de brote del agua. Tiene una cámara húmeda que sirve para almacenar el agua y regula del caudal a utilizarse, y una cámara seca que protege las válvulas de control de salida, rebose y limpia. (MVCS, 2018).

Tiene 4 componentes principales,

- **Cámara de protección**, para las captaciones de fondo es importante no perturbar el flujo de agua que emerge de la vertiente. La cámara de protección debe tener dimensiones y formas, tales que, se adapten a la localización de las vertientes.
- **Tuberías y accesorios**, el material deben ser inertes al contacto con el agua natural.
- **Cámara de recolección de aguas**, para las tomas de bofedal, es importante que la cámara se ubique fuera del terreno anegadizo.
- **Protección perimetral**, debe estar protegida para evitar la contaminación de las aguas. Debe tener canales de drenaje en la parte superior y alrededores.

Figura 1. Captación de fondo



Nota. Adaptado de *Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural* (p.52), por MVCS, 2016.

B. Captación de manantial de ladera

Un manantial de ladera es una estructura hidráulica que tiene la función de proteger a una vertiente que aflora a una superficie inclinada con carácter puntual o disperso. Como podemos ver en la Figura 2 consta de una protección al afloramiento, una cámara húmeda donde se regula el caudal a utilizarse. (MVCS, 2018).

Son obras que protegen los afloramientos naturales de agua subterránea de cualquier tipo de contaminación y permite el ingreso de agua a los elementos de conducción de agua hacia el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento. (MVCS, 2018).

Tiene 4 componentes principales:

- **Cámara de protección**

Para las captaciones de ladera. La cámara de protección debe tener dimensiones y formas, tales que, se adapten a la localización de las vertientes y permitan captar el agua necesaria para el proyecto. (MVCS, 2018).

- **Tubería y accesorios**

El manantial de las tuberías y accesorios deben ser inertes al contacto con el agua natural. Los diámetros se deben calcular en función al caudal máximo diario. En el diseño de las estructuras de captación, deben preverse válvulas, accesorios, tubería de limpieza, rebose y tapa de inspección con todas las protecciones sanitarias. (MVCS, 2018).

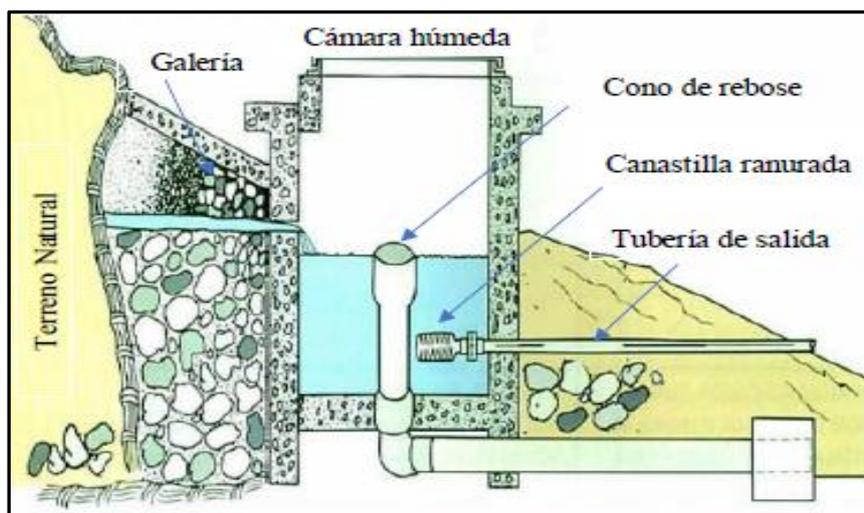
- **Cámara de recolección de aguas**

La cámara de recolección debe ubicarse fuera del terreno anegadizo y permita la toma de todas las tomas. (MVCS, 2018).

- **Protección perimetral**

La captación debe estar protegida para evitar contaminación de las aguas. Debe tener canales de drenaje en la parte superior y alrededor de la captación para evitar la contaminación por las aguas superficiales. (MVCS, 2018).

Figura 2. *Captación de manantial de ladera*



Nota. Adaptado de *Agua potable en zonas rurales* (p.19), por CARE PERÚ, 2001.

C. Criterios de diseño

Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios a la cámara húmeda sea suficiente para captar caudal o gasto. Teniendo el gasto, se puede diseñar el área de orificio en base a una velocidad de entrada no muy alta (se recomienda ≤ 0.6 m/s) y el coeficiente de contracción de los orificios. (Agüero, R. 2008)

El volumen se tendrá que verificar de 3.00 a 5.00 minutos el caudal de diseño de la fuente.

$$Q * t = Vol \quad (1)$$

Donde:

Q: Caudal de diseño o máximo de la fuente (lps)

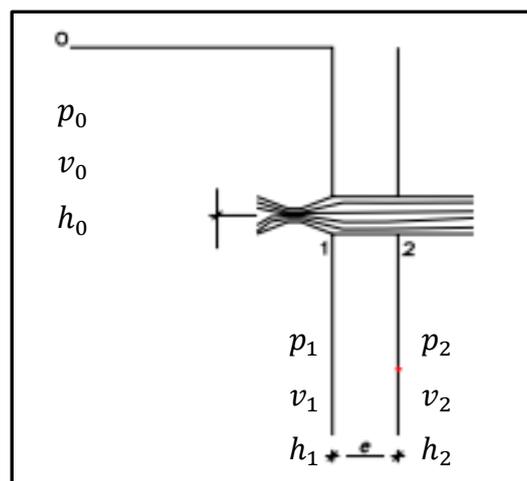
t: tiempo de verificación (segundos)

Vol: Volumen que debe de tener la cámara húmeda

- Cálculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda (L)

Es necesario conocer la velocidad de pase y la pérdida de carga sobre el orificio de salida. En la figura 3 aplicando la ecuación de Bernoulli entre los puntos 0 y 1, resulta:

Figura 3. Flujo de agua en un orificio de pared gruesa



Nota. Adaptado de *Agua potable para poblaciones rurales* (p.39), por Agüero, 2008.

Según la figura, aplicamos la ecuación de Bernoulli,

$$\frac{P_0}{\gamma} + Z_0 + \frac{V_0^2}{2g} = \frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} \quad (2)$$

Considerando los valores de $P_0, V_0, P_1,$ y h_1 igual a cero, se tiene:

$$h_0 = \frac{v_1^2}{2g}$$

Donde:

h_0 = Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (se recomienda valores de 0.4 a 0.5 m.).

V_1 = Velocidad teórica en m/s.

g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s)

Aplicando la ecuación de continuidad considerando los puntos 1 y 2, se tiene:

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 * V_1 = A_2 * V_2$$

$$Cd * A_1 * V_1 = A_2 * V_2$$

Siendo $A_1=A_2$

$$V_1 = \frac{V_2}{Cd}$$

Donde:

V_2 = Velocidad de pase (valores menores o iguales a 0.6 m/s)

Cd = coeficiente de descarga en el punto 1 (se asumen 0.8).

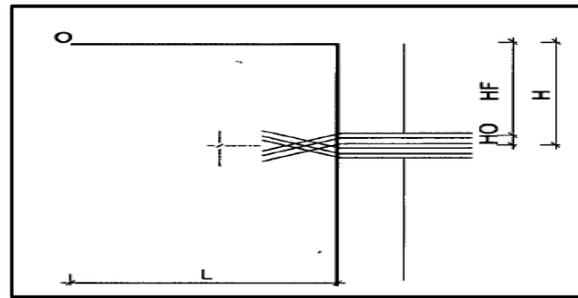
Reemplazando el valor V_1 de la ecuación anterior en la ecuación de altura entre el afloramiento, se tiene,

$$h_0 = 1.56 * \frac{v_2^2}{2g}$$

Para el cálculo, h , es definida como la carga necesaria sobre el orificio de entrada que permite producir la velocidad de pase.

En la Figura 4 se observa:

Figura 4. Carga disponible y pérdida de carga



Nota. Adaptado de *Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural* (p.51), por MVCS, 2016.

$$H = H_f + h_0$$

Donde:

H_f : Pérdida de carga se servirá para determinar la distancia entre el afloramiento y la caja de captación (L).

Como $H_f = 0.30 * L$, la distancia entre afloramiento y cámara húmeda se obtiene de la siguiente expresión.

$$L = \frac{H_f}{0.3}$$

- Ancho de pantalla (b)

Para determinar el ancho de la pantalla es necesario conocer el diámetro y el número de orificios que permitan fluir el agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda. Para el cálculo del diámetro de la tubería del orificio (D), se utilizan las siguientes ecuaciones. (MVCS, 2018).

$$Q_{m\acute{a}x} = V * A * C_d \quad (3)$$

Donde:

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

V: Velocidad de paso (≤ 0.60 m/s)

C_d : Coeficiente de descarga (0.6 a 0.8)

El valor de A resulta:

$$A = \frac{Q_{max}}{V * C_d} = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Conocida el área necesaria, se determina el número de orificios, recomendando usar diámetros ($D \leq 2''$). Si se obtuvieran diámetros mayores, será necesario aumentar el número de orificios (NA), siendo:

$$NA = \frac{\text{Área del diámetro calc.}}{\text{Área del diámetro asumido}} + 1 = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 + 1 \quad (4)$$

Conocido el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada se calcula el ancho de la pantalla (b) como se muestra en la Figura 5, mediante la siguiente ecuación:

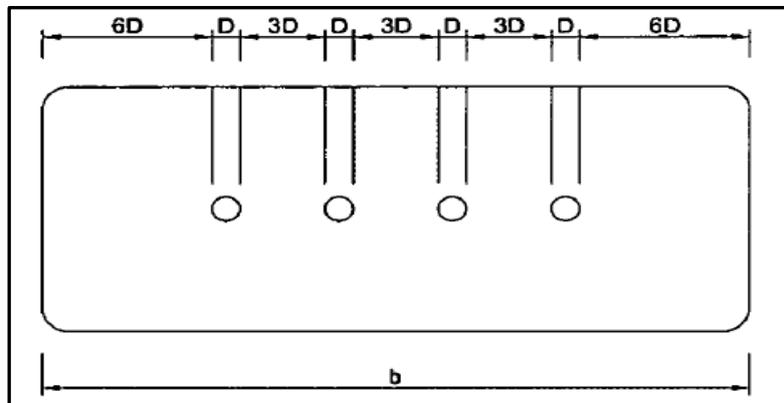
$$b = 2 * (6D) + N_{ORIF} * D + 3D * (N_{ORIF} - 1) \quad (5)$$

Donde:

b= Ancho de pantalla

D= Diámetro del orificio

Figura 5. Ancho de pantalla de la cámara húmeda.



Nota. Adaptado de *Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural* (p.52), por MVCS, 2016.

- Cálculo de la altura de la cámara húmeda

La altura total de la cámara húmeda mostrada en la Figura 6 se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$H_t = A + B + H + D + E \quad (6)$$

Donde:

A: altura mínima de 10 cm, que permite la sedimentación del área.

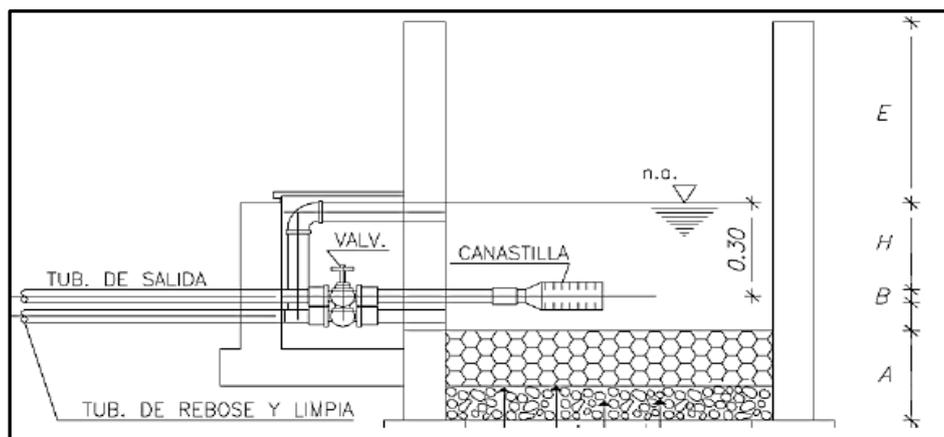
B: Diámetro de salida.

H: Altura de agua sobre la canastilla ($> 30\text{cm}$).

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

E: Borde libre (mínimo 30 cm).

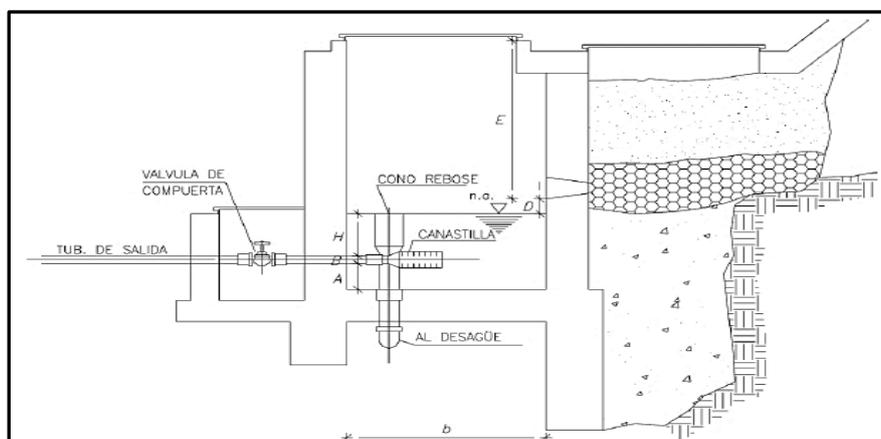
Figura 6. *Altura total de la cámara húmeda*



Nota. Adaptado de *Agua potable para poblaciones rurales* (p.42), por Agüero, 2008.

En el cálculo de la altura de la captación, necesitamos conocer la carga requerida para que el caudal de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción. La carga requerida se determina haciendo uso de la siguiente ecuación: teniendo en cuenta la Figura 7,

Figura 7. *Perfil de la cámara húmeda y captación*



Nota. Adaptado de *Agua potable para poblaciones rurales* (p.42), por Agüero, 2008.

$$h_0 = 1.56 * \frac{v_2^2}{2g} \quad (7)$$

Donde:

h = Carga requerida en m.

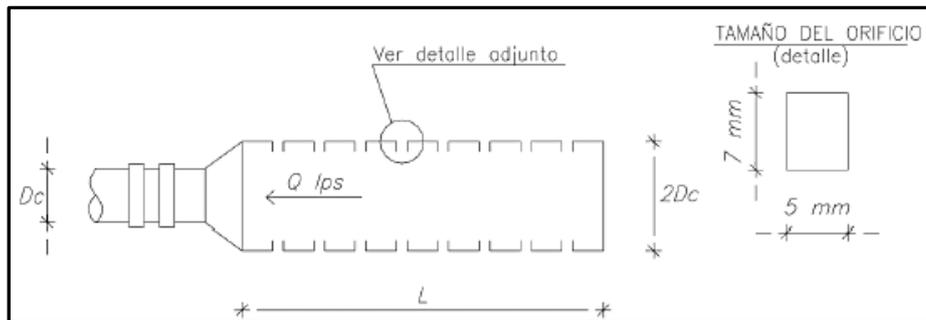
V = Velocidad promedio en salida de la tubería de la línea de conducción en m/s.

g = Aceleración de la gravedad igual 9.81 m/s^2 .

- Dimensionamiento de la canastilla

El diámetro de la canastilla debe ser dos (2) veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (D_c), mostrado en la Figura 8; el área total de ranuras (A_t) debe ser el doble del área de la tubería que conforma la línea de conducción; además que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a $3D_c$ y menor de $6D_c$. (MVCS, 2018)

Figura 8. Canastilla de salida



Nota. Adaptado de *Agua potable para poblaciones rurales* (p.43), por Agüero, 2008.

El diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (D_c);

La longitud de la canastilla se recomienda sea mayor a $3D_c$ y menor que $6D_c$.

$$3D_c < L < 6D_c$$

El área total de las ranuras (A_{TOTAL}):

$$A_{TOTAL} = 2A$$

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

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

Para determina el número de ranuras se tiene,

$$N^{\circ}_{RANURAS} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}} \quad (8)$$

- Tubería de rebose y limpieza

En la tubería de rebose y limpia se recomienda pendientes de 1 a 1.5% y que sea capaz de evacuar el caudal máximo de aforo. Para determinar se emplea la ecuación de Hazen y Williams (para C=140). (MVCS, 2018).

$$D = 0.71 * \frac{Q^{0.38}}{S^{0.21}} \quad (9)$$

Donde:

Qmax: gasto máximo de la fuente (l/s)

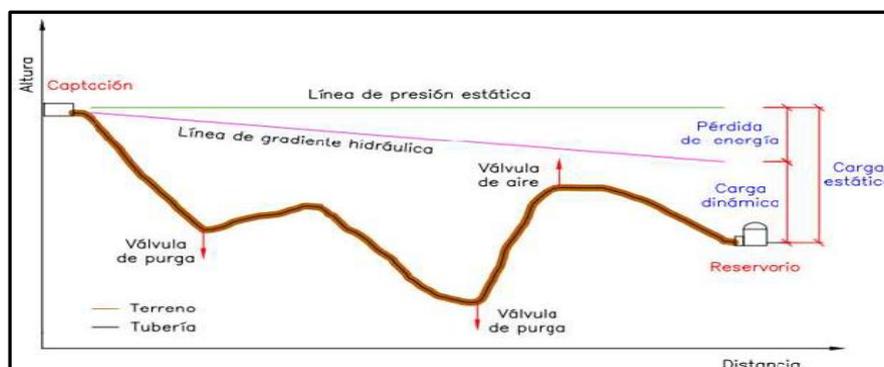
S: pérdida de carga unitaria en (m/m)

D_r : diámetro de la tubería de rebose (pulg)

2.2.2.2. Líneas de conducción por gravedad

Es una estructura que permite conducir el agua desde la captación hasta la siguiente estructura, que puede ser un reservorio. Este componente se diseña con el caudal máximo diario de agua (Qmd). La Figura 9 muestra los componentes a considerar como, anclajes, válvulas de purga, válvulas de aire, cámaras rompe presión, cruces aéreos, sifones. El material para emplear debe ser PVC, sin embargo, bajo condiciones expuestas, es necesario que la tubería sea de otro material resistente. (MVCS, 2018)

Figura 9. Línea de conducción



Nota. Adaptado de *Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural* (p.76), por MVCS, 2018.

- **Caudales de diseño**

La línea de conducción debe tener la capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario (Qmd).

- **Velocidades admisibles**

Para la línea de conducción la velocidad mínima no debe ser inferior a 0.60 m/s, y la velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s con una justificación razonablemente.

- **Criterios de diseño**

El cálculo de diámetro de la tubería podrá realizarse utilizando las siguientes ecuaciones:

La MVCS (2018), plantea:

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

$$H_f = 10.674 * \left[\frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.86}} \right] * L \quad (10)$$

Donde:

H_f : Pérdida de carga continua, en m.

Q: Caudal en m³/s.

D: diámetro interior, m.

C: Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

L: Longitud del tramo, en m.

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

$$H_f = 676.745 * \left[\frac{Q^{1.751}}{D^{4.753}} \right] * L \quad (11)$$

Siendo:

H_f : Pérdida de carga continua, en m.

Q: Caudal en m³/s.

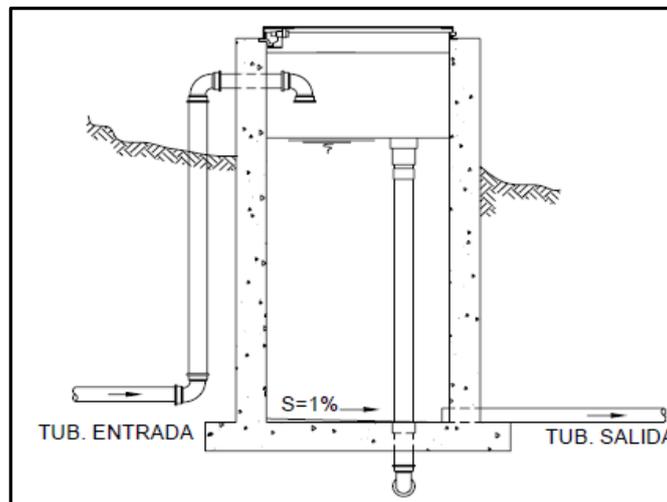
D: diámetro interior, m.

2.2.2.3. Cámara rompe presión o rompe carga

La cámara rompe presión se instala cuando existe mucho desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción. Pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar una tubería. En esta situación es necesaria la construcción de cámaras rompe-presión que permitan disipar la energía y reducir la presión relativa a cero, con la finalidad de evitar daños en la tubería. (Agüero, R. 2008)

Al existir fuerte desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar la tubería. En este caso se sugiere la instalación de cámaras rompe-presión cada 50 m de desnivel. (Tixe, S. 2004).

Figura 10. Cámara rompe presión



Nota. Adaptado de *Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural* (p.8), por Tixe, 2004.

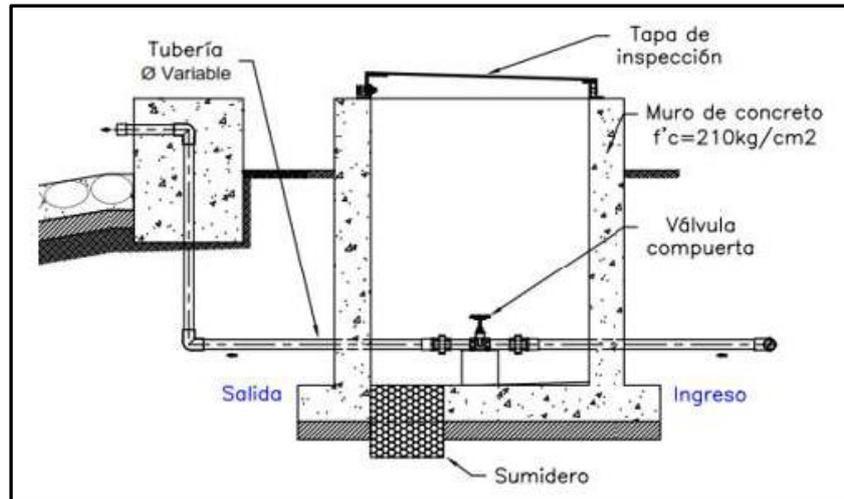
- Para el cálculo de carga requerida (H) se utiliza la ecuación 4.1, teniendo en cuenta que con menor caudal se necesitan menor dimensión de la cámara rompe presión, por lo tanto, la sección de la base debe dar factibilidad del proceso constructivo y por la instalación de accesorios, por lo que se considera una sección interna de 0.60x0.60 m.

2.2.2.4. Válvulas de purga

Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada provocan la reducción del área del flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permiten periódicamente la limpieza de tramos de tuberías. (Agüero, R. 2008)

Todo tramo de las redes de aducción o conducción comprendido entre ventosas consecutivas debe disponer de uno o más desagües instalados en los puntos de inferior cota. El dimensionamiento de los desagües se debe efectuar teniendo en cuenta las características del tramo a desaguar longitud, diámetro y desnivel y las limitaciones al vertido. (MVCS, 2018)

Figura 11. Válvulas de purga



Nota. Adaptado de *Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural* (p.8), por Tixe, 2004.

2.2.4.5. Válvula de aire o ventosa

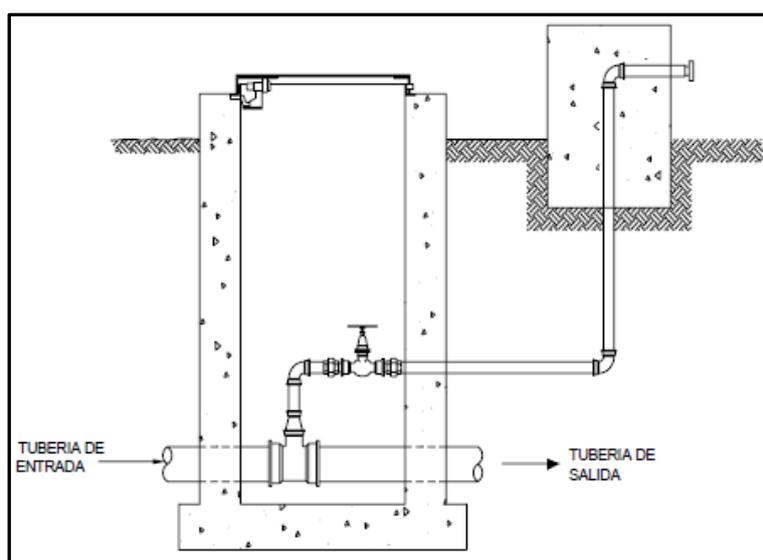
Estructuras hidromecánicas previstas para efectuar automáticamente la expulsión y entrada de aire a la conducción. Necesarias en la evacuación de aire en el llenado o puesta en servicio de la conducción, admisión de aire en las operaciones de descarga o rotura de la conducción y en la expulsión continua de las bolsas o burbujas de aire que aparecen en el seno del flujo de agua por arrastre y desgasificación. (MVCS, 2018)

La MVCS (2018), recomienda se deben disponer válvulas de aire en los siguientes puntos de la línea de agua:

- Puntos altos relativos de cada tramo de la línea de agua, para expulsar aire mientras la instalación se está llenando y durante el funcionamiento normal de la instalación, así como admitir aire durante el vaciado.
- Cambios marcados de pendiente, aunque no correspondan a puntos altos relativos.
- Al principio y al final de tramos horizontales o con poca pendiente y en intervalos de 400 a 800 m.

- Aguas arriba de caudalímetros para evitar imprecisiones de medición causadas por aire atrapado.
- En el punto más elevado de un sifón para la expulsión de aire, aunque debe ir equipada con un dispositivo de comprobación de vacío que impida la admisión de aire en la tubería.
- A la salida de los reservorios por gravedad, después de la válvula de interrupción.

Figura 12. Válvulas de aire



Nota. Adaptado de *Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural* (p.7), por Tixe, 2004.

2.2.2.6. Reservorio

Los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados y enterrados. Los elevados que generalmente tiene forma esférica, cilíndrica y de paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc.; los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo. (Agüero, R. 2008)

El reservorio debe ubicarse lo más próximo a la población y en la parte alta según la data topográfica, pero se debe garantizar la presión mínima en el punto más desfavorable del sistema, la estructura debe de ser construida de manera que garantice la calidad del agua y la total de impermeabilidad, además debe de ser protegido mediante un cerco perimétrico. Los tipos de reservorios que se recomiendan son: tipo enterrado, semi enterrado, apoyado o elevado. Su volumen final para construir recomienda que sea múltiplo de 5 m³. (MVCS, 2018).

- Criterios de diseño

El MVCS, 2018 nos da algunas pautas a considerar, teniendo:

- El volumen de almacenamiento debe ser del 25% de la demanda diaria promedio anual (Q_p), siempre que el suministro de agua de la fuente sea continuo. Si el suministro es discontinuo, la capacidad debe ser como mínimo del 30% de (Q_p), teniendo la siguiente ecuación. (MVCS, 2018)

$$v = (25 - 30)\% * Q_p \quad (12)$$

- También el volumen de almacenamiento se puede considerar de la siguiente manera, siendo (Q_{md}) el caudal máximo diario.

$$v_{almac} = 0.25 * \frac{Q_{md} * 86400}{1000}$$

- Disponer de una tubería de entrada, una de salida, una de rebose, y también una tubería de limpia.
- La tubería de rebose, conectada a la tubería de limpia, para la descarga del exceso de caudal en cualquier ocasión, teniendo en cuenta la evacuación del gasto máximo entrante.
- La losa de fondo del reservorio se debe situar a cota superior a la tubería de limpia y siempre con una pendiente mínima del 1% hacia esta.
- El reservorio se debe proyectar cerrado. Los accesos al interior del reservorio y a la cámara de válvulas deben disponer de puertas o tapas con cerradura.
- Las tuberías de ventilación del reservorio deben ser de dimensiones reducidas para impedir el acceso a hombres y animales y se debe proteger mediante rejillas que dificulten la introducción de sustancias en el interior del reservorio.
- Se debe proteger el perímetro del reservorio mediante cerramiento de fábrica o de valla metálica hasta una altura mínima de 2.20 m, con puerta de acceso con cerradura.

2.2.2.7. Red de distribución

Es un componente del sistema de agua potable, el que permite llevar el agua de consumo humano hasta cada vivienda a través de tuberías, accesorios y conexiones domiciliarias. (MVCS, 2018)

Las redes de distribución deben diseñarse para el completo desarrollo del área que sirven. Generalmente se estiman períodos de diseño de 20 años, pero cuando la magnitud de la obra lo justifica estos pueden hacerse mayores: 30 a 40 años. Las obras de arte y demás equipos y accesorios que conforman el sistema, se le asignará pedidos de diseño de acuerdo con su función y ubicación respecto a los componentes del sistema. (Arocha, S. s.f.)

En la red de distribución se debe cumplir lo siguiente, según MVCS, 2018.

- Las redes de distribución se deben diseñar para el caudal máximo horario (Q_{mh}).
- Los diámetros mínimos de las tuberías principales redes cerradas deben ser de 25 mm (1”), y en redes abiertas, se admite un diámetro de 20 mm (¾”) para ramales.
- La red de tuberías de abastecimiento de agua para consumo humano debe ubicarse siempre en una cota superior sobre otras redes que pudieran existir de aguas grises.
- La velocidad no debe ser menor de 0.60 m/s. En ningún caso puede ser inferior a 0.30 m/s.
- La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no debe ser menor que 5 m.c.a y la presión estática no debe ser mayor de 60 m.c.a.

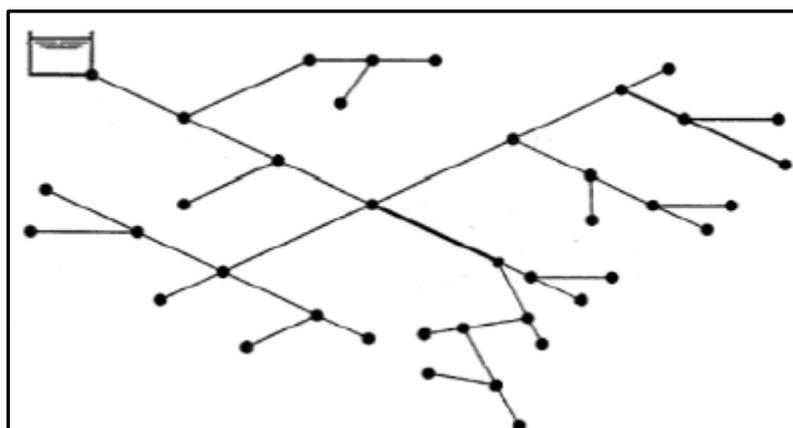
A. Tipos de redes de distribución

- **Red abierta**

Son redes de distribución que están constituidas por un ramal matriz y una serie de ramificaciones. Es utilizada cuando la topografía dificulta o no permite la interconexión entre ramales y cuando las poblaciones tienen un desarrollo lineal. (Agüero, R. 2008)

Un sistema de alimentación abierto o ramal es un sistema en el que una serie de ramales comienzan desde la tubería principal y terminan en pequeñas mallas (puntos muertos o ciegos) similares a espinas de pescado como se muestra en la Figura 13. Este tipo de red se utiliza más comúnmente en zonas rurales donde la población crece linealmente, a lo largo de una carretera o río donde se ubica la red principal y del cual se separan las redes secundarias. La desventaja más común de este sistema es: al ser el flujo en un solo sentido, significa que una parte de grandes poblaciones pueden quedarse sin fluido eléctrica. Durante reparaciones o mantenimiento, porque el agua no circula a través de la zona muerta y permanece estacionaria, y los sabores y olores a menudo son indeseables cuando se instalan válvulas de ventilación para filtrar y prevenir la contaminación del agua. (United States Agency International Development [USAID], 2016)

Figura 13. *Redes de distribución abierta*



Nota. Adaptado de *Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad* (p.34), por USAID, 2016.

2.2.2.8. Conexión domiciliaria

El MVCS, 2018 plantea lo siguiente:

- Cuando el suministro se realice mediante redes de distribución, cada vivienda debe dotarse de una conexión predial y de esta conexión hasta la UBS y el lavadero multiusos.
- Se debe ubicar al frente de la vivienda y próxima al ingreso principal.
- El diámetro mínimo de la conexión domiciliaria debe ser de 15 mm (1/2”).
- La conexión domiciliaria se realizará a través de una caja prefabricada de concreto u material termoplástico, e ir apoyada sobre el solado de fondo de concreto

2.2.3. Parámetros de diseño para sistemas de agua de consumo humano

2.2.3.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño se determina considerando los siguientes factores:

- Vida útil de la estructura y equipos.
- Vulnerabilidad de la infraestructura sanitaria.
- Crecimiento poblacional.
- Economía de escala.

Como año cero del proyecto se considera la fecha de inicio de la recolección de información e inicio del proyecto, los periodos de diseño máximos para los sistemas de saneamiento deben ser los siguientes: (ver Tabla 1),

Tabla 1. *Periodos de diseño de infraestructura sanitaria*

Estructura	Periodo de diseño
Fuente de abastecimiento	20 años
Obra de captación	21 años
Pozos	22 años
Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)	23 años
Reservorio	24 años
Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución	25 años
Estación de bombeo	26 años
Equipos de bombeo	10 años
Unidad Básica de Saneamiento (arrastré hidráulico, compostera y para zona inundable)	10 años
Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

Nota. Adaptado de *Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural* (p.76), por MVCS, 2018.

2.2.3.2. Población de diseño

La forma más conveniente para determinar la población de proyecto o futura de una localidad se basa en su pasado desarrollo, tomando datos estadísticos. Los datos de los censos de población pueden adaptarse a un modelo matemático, como el método aritmético, geométrico, extensión gráfica, exponencial, etc. (Rodríguez, P. 2001)

Para estimar la población futura o de diseño, se debe aplicar el método aritmético, según la siguiente fórmula. (MVCS, 2018)

$$P_d = P_i * \left(1 + \frac{r * t}{100}\right) \quad (13)$$

Donde:

P_i : Población inicial (habitantes)

P_d : Población futura o de diseño (habitantes)

r : Tasa de crecimiento anual (%)

t : Periodo de diseño (años)

2.2.3.3. Dotación

Es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual; sus unidades están dadas en l/hab al día. Para efectos de diseño de la red de distribución, la dotación deberá corresponder únicamente al valor obtenido de dividir la demanda doméstica, más la comercial, entre el

número de habitantes de cada zona, y las demandas industriales y de servicios públicos se asignarán de manera concentrada en cada tramo de la red, conforme estén conectadas y dependiendo del volumen diario demandado. Esto implica que estas últimas demandas (en m³/día) deberán convertirse en cada caso a unidades de litros por segundo. (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2012)

La dotación es una consecuencia del estudio de las necesidades de agua de una población, quien la demanda por los usos siguientes: para saciar la sed, para el lavado de ropa, para el aseo personal, la cocina, para el aseo de la habitación, para el riego de calles, para los baños, para usos industriales y comerciales, así como para el uso público. (Rodríguez, P. 2001)

La dotación de agua según la opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas y la región en la cual se implemente son. (MVCS, 2018)

Tabla 2. *Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d)*

REGIÓN	Dotación según tipo de opción tecnológica (l/hab.d)	
	Sin Arrastre Hidráulico (Compostera y hoyo seco ventilado)	Con arrastre hidráulico (Tanque séptico mejorado)
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

Nota. Adaptado de *Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural* (p.76), por MVCS, 2018.

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

Tabla 3. *Dotación de agua para centros educativos*

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

Nota. Adaptado de *Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural* (p.76), por MVCS, 2018.

2.2.3.4. Caudal medio diario

El caudal medio (Qm), es el caudal calculado para la población proyectada con sus ajustes y dotación bruta o dotación Per Cápita, expresado en L/s.

Este caudal es utilizado para diseñar el reservorio utilizando la siguiente ecuación.

$$Q_m = \frac{Dot \times P_d}{86400} \quad (14)$$

Donde:

Q_m : Caudal medio diario en l/s.

Dot: Dotación en l/hab.d

P_d : Población de diseño en habitantes (hab)

2.2.3.5. Caudal máximo diario

El consumo máximo diario se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados. (Agüero, R. 2008)

Se debe considerar un valor de 1.3 del consumo medio diario (Q_m). (MVCS, 2018)

$$Q_{md} = K_1 \times Q_m \quad (15)$$

Donde:

Q_{md} : Caudal máximo diario l/s.

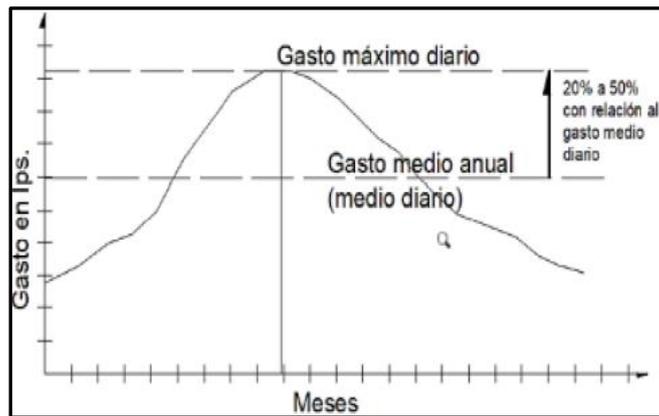
K_1 : Coeficiente de caudal máximo diario

Q_m : Caudal medio diario en l/s.

- Variación diaria

La variación diaria se expresa como un coeficiente del gasto medio anual y depende de la temperatura y distribución de las lluvias en la región y le llama coeficiente de variación diaria. El valor se obtiene estadísticamente, en el eje de las “x” se anotan los meses del año y el eje de las “y” se colocan las demandas o gastos, ver figura 15. (Rodríguez, P. 2001)

Figura 14. *Coefficiente de variación diaria (K1)*



Nota. Adaptado de *Abastecimiento de agua* (p.43), por Rodríguez, 2001.

En la determinación de estas variables en un sistema de agua es muy importante para el abastecimiento de agua y se determina por el coeficiente de máxima demanda horaria (K1) dado por la siguiente ecuación,

$$K1 = \frac{\text{Caudal máximo diario } (Q_{md})}{\text{Caudal medio diario } (Q_m)} \quad (16)$$

2.2.3.6. Caudal máximo horario

El caudal máximo horario, se define como la hora de máximo consumo en el día que el consumo tiene su mayor valor. Se determina mediante registro horarios durante un periodo de un año. (Agüero, R. 2008)

Se debe considerar un valor de 2 del consumo medio diario (Q_m). (MVCS, 2018)

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_m \quad (17)$$

Donde:

Q_{mh} : Caudal máximo horario l/s.

K_2 : Coeficiente de caudal máximo horario

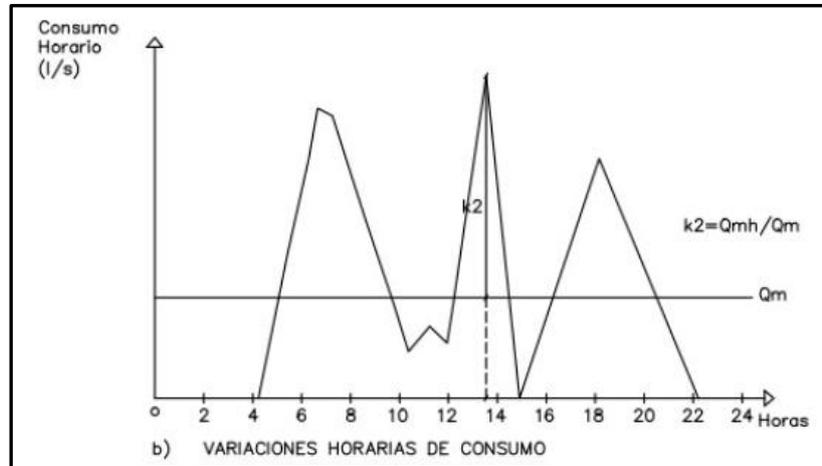
Q_m : Caudal medio diario en l/s.

- Variación horaria

También hay una variación horaria en la ingesta máxima diaria de agua: las personas consumen agua las 24 horas del día, pero no de forma continua. En ocasiones su consumo máximo diario

será mayor o menor, por lo que el Valor del Gasto debe aumentar para satisfacer las mayores necesidades del día, multiplicado por el coeficiente determinado. (Rodríguez, P. 2001)

Figura 15. *Coeficiente de variación horaria (K2)*



Nota. Adaptado de *Abastecimiento de agua* (p.43), por Rodríguez, 2001.

La variación de consumo horaria se presenta por la variable K2, que se expresa como la relación entre caudal máximo horario de consumo sobre el caudal medio diario, expresándose por la siguiente ecuación.

$$K2 = \frac{\text{Caudal máximo horario (Qmh)}}{\text{Caudal medio horario (Qm)}} \quad (18)$$

2.2.4. Flujo Transitorio

También llamado flujo no permanente y se caracteriza porque existen variaciones de los parámetros hidrodinámicos de un instante a otro, es decir no son constantes en el tiempo. En cada uno de los instantes se producen condiciones de flujo permanente y varían rápidamente hasta alcanzar una nueva condición estacionaria. (Franzini, J.B., Finnemore, E.J. 1999)

a. Flujo Transitorio Rápido

Esta primera clasificación corresponde al denominado golpe de ariete, esto sucede cuando se modifica el caudal del sistema y se remite a cortos intervalos de tiempo dependiendo de las características de la conducción. Este flujo rápido está relacionado con el fenómeno de traslación de ondas, que posteriormente se produce una perturbación transitoria que modifica el caudal estacionario, por ejemplo, maniobra de una válvula, maniobra de encendido y/o apagado. (Franzini, J.B., Finnemore, E.J. 1999)

b. Flujo Transitorio Lento

Este flujo transitorio se caracteriza porque las variaciones del caudal en general ocurren en un tiempo mayor al periodo de la conducción y se produce el fenómeno de oscilación de masa. (Franzini, J.B., Finnemore, E.J. 1999)

2.2.4.1. Definiciones básicas del flujo transitorio

- Periodo de conducción o tiempo crítico (Tc)

Se entiende que una fase del ciclo del golpe de ariete se da cuando la onda va desde su origen hasta el final de conducción y luego vuelve de nuevo a su lugar de origen. De esa manera se calcula el periodo de conducción (Tc). (Guevara, et al. 2021)

$$T_c = \frac{2 * L}{\alpha} \quad (19)$$

L: Longitud de la conducción (m)

α : Celeridad de onda de presión (m/s)

- Celeridad de la onda de presión (a)

La celeridad (a) se define como la velocidad con que se propaga la onda de sobrepresión a través del agua contenida en el tubo, luego de que se genera el fenómeno de cierre de válvula o paro brusco del bombeo. (Guevara, et al. 2021)

$$\sigma = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K_c \frac{D_i}{e}}} \quad (20)$$

$$K_c = \frac{10^{10}}{E}$$

Di: Diámetro interior (mm)

e: espesor (mm)

Kc: Parámetro adimensional

E: Módulo de elasticidad (kg/m²)

- **Formula empírica de Mendiluce (T)**

Para determinar el tiempo de parada o maniobra Mendiluce propone la siguiente ecuación empírica. (Guevara, et al. 2021)

$$T = C + \frac{K * L * V}{g * Hm} \quad (21)$$

L: Longitud del tramo (m)

V: Velocidad del flujo (m/s)

g: Aceleración de la gravedad (m/s²)

Hm: Altura dinámica total (m)

C y K: coeficientes de ajuste empírico

Valores de C, según Mendiluce

Si	C
Hm/L < 0.2	1.0
Hm/L >= 0.4	0.0
Hm/L ≈ 0.3	0.6

Valores de K, según Mendiluce

Si	K
L < 500	2.00
L ≈ 500	1.75
500 < L < 1500	1.50
L ≈ 1500	1.25
L > 1500	1.00

- **Formula de Michaud**

Ecuación válida para el cálculo de sobrepresión en un sistema para un cierre lento. (Guevara, et al. 2021)

$$\Delta H = \frac{2L * V_0}{g * T} \quad (22)$$

Donde:

ΔH: Variación de presión (m)

L: Longitud de tubería (m)

V_0 : Velocidad media conducto en flujo permanente (m/s)

g: aceleración de la gravedad (m/s^2)

T: tiempo de duración de perturbación transitoria (s)

- **Formula de Allieve**

Ecuación válida para el cálculo de sobrepresión en un sistema para cierre rápido. (Guevara, et al. 2021)

$$\Delta H = \frac{a * V_0}{g} \quad (23)$$

Donde:

ΔH : Variación de presión (m)

a: velocidad de la onda de presión

V_0 : Velocidad media conducto en flujo permanente (m/s)

g: aceleración de la gravedad (m/s^2)

Finalmente, el comportamiento de sobrepresión es un tipo de cierre lento cuando $T > T_c$, es decir se cumple la ecuación de Michaud, asimismo si $T < T_c$ es un tipo de cierre rápido mediante la ecuación de Allieve.

2.2.5. Simulación hidráulica

- **Software WaterCAD**

Este software nos permite llevar a cabo la simulación hidráulica de una red de abastecimiento de una localidad y de esta forma, estudiar en todo momento los consumos, posibles pérdidas de caudal o de presión y de esta forma llevar a cabo el análisis de la red y encontrar aquellos puntos que han originado esas pérdidas.

Bentley WaterCAD es un software para la diseño, gestión, evaluación y optimización de redes de agua potable u otro fluido a presión que se podrían considerar como líneas de conducción de agua, redes de distribución de agua potable, redes de riesgo por aspersión y riego por goteo, así como también el transporte de petróleo y transporte de gases. El software WaterCAD es uno de los más conocidos métodos computacionales, que admite la simulación hidráulica de

un modelado, representado por elementos tipo: Líneas (tuberías), Punto (Nudos, Tanques, e Hidrantes) e Híbridos (Bombas, Válvulas de Control, Regulación y demás del mismo tipo).

Cada uno se diferencia por el sistema operativo sobre el que trabajan (MS DOS, MS Windows, etc.). Por otro lado, se dispone de aplicaciones de los modelos matemáticos. Estas permiten las siguientes tareas:

- Determinar el comportamiento hidráulico en sistemas industriales
- Analizar el estado de la red y detectar los problemas que se presenten
- Planificar mejoras para la red de distribución
- Mejorar las condiciones de operación de la red
- Determinar y controlar la cantidad de agua que llega
- El software WaterCAD también permite determinar lo siguiente:
 - Los flujos de agua en las tuberías, bombas y válvulas
 - La presión en cada nudo
 - La pérdida de carga total
 - Diámetros optimizados
 - Calibrar nuestro modelo a partir de los datos de campo
 - Determinar los flujos de agua en las tuberías, bombas y válvulas
 - Analizar cualquier tipo de red ya sea para sistemas abiertos (ramales abiertos, parrillas) y sistemas cerrados (mallas).
 - Analizar cualquier tipo de fluido de agua, sea para riego, agua caliente o agua contraincendios.

2.2.6. Gestión integral del recurso hídrico

Es un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. En otras palabras, la GIRH significa que todos los usos del agua deben ser considerados de forma integrada para su administración, aprovechamiento y conservación, siendo la unidad lógica de gestión la cuenca hidrográfica. (Global Water Partnership, 2013)

2.2.6.1. Gestión de un sistema de agua potable

- **Gestión comunal**

Cumplimiento de sus obligaciones y exigencia de sus derechos, apropiación del sistema. La participación de los usuarios en la operación y mantenimiento, pago de cuotas, participación

en asambleas, manejo del agua y mantenimiento de la conexión domiciliaria, mejoramiento en la higiene personal o el apoyo que brindan a las directivas.

- **Gestión Dirigencial**

Referida a la administración de los servicios, legalización de su organización, manejo económico, búsqueda de asesoramiento o conformación de organizaciones mayores como comités distritales, provinciales o mesas de concertación. Gestiones ante otras instituciones (control de la calidad del agua), conformaciones de empresas, etc. Cumplimiento de sus obligaciones y respeto a los derechos de los usuarios. En muchos casos esta gestión (en especial el manejo económico) es causal para una reacción positiva o negativa por parte de los usuarios

2.2.6.2. Operación y mantenimiento de un sistema de agua potable

A. Sistema de aducción y conducción

Los principales problemas en las tuberías de aducción y conducción ocurren debido a obstrucciones por material que llega desde la captación cuando no hay desarenador, planta de tratamiento o filtros. Además, se pueden presentar fallas por asentamiento o deslizamiento del suelo que los soporta; también por la presencia de aire, cuando la aducción es demasiada larga. Por último, se puede presentar rotura por debilitamiento de las tuberías, cuando quedan expuestas al ambiente, especialmente si son de plástico. Cuando las tuberías quedan expuestas, pueden igualmente ser objeto de vandalismo o de roturas por realización de trabajos u otros. (CONAGUA, 2012)

Para las tuberías de aducción y conducción se deben realizar las siguientes actividades de mantenimiento preventivo: (CONAGUA, 2012)

- Mantener despejada el área adyacente a la tubería. Esto facilita su inspección.
- Hacer recorridos frecuentes a lo largo de las tuberías para verificar su estado y detectar riesgos de inestabilidad del terreno.
- Debe evitarse que queden tramos de tubería expuestos al sol, sobre todo si son de plástico o polietileno. El sol daña la superficie de las tuberías, afecta su flexibilidad y las hace menos resistentes. Si esta situación se presenta, hay que cubrir la tubería a una altura mínima de 60 centímetros por encima del lomo del tubo.
- Detectar fugas, filtraciones y roturas y repararlas de inmediato. Recuerde que las fugas producen exceso de humedad en el suelo, lo que a su vez puede provocar derrumbes o asentamientos del terreno alrededor de las tuberías, con el consecuente daño de la

tubería o de otro tipo de infraestructura / instalación como calles, carreteras, muros, casas, etc.

- Revisar periódicamente que las válvulas para aire o ventosas tengan un funcionamiento correcto, es decir que expulsen el aire contenido en las tuberías.
- Abrir periódicamente las válvulas de purga y drenar los sedimentos acumulados en el fondo de las tuberías.

B. Captación y Reservorio

La CARE Internacional- Avina, nos dan las siguientes recomendaciones:

- Limpie el área circundante y elimine cualquier foco de suciedad o contaminación.
- Revise si existen fugas o grietas en el reservorio o captación y repárelas.
- Inspeccione la presencia de sedimentos en el fondo del reservorio. Si los hay brinde mantenimiento requerido. Avise a la comunidad que el servicio se va a suspender mientras se lava el tanque. Para lavarlo, cierre la válvula de entrada de agua al tanque y la salida hacia la comunidad. Abra la válvula de desagüe; si hay tubería de paso directo (by-pass), abra la válvula para que la comunidad no se quede sin agua. Deje que el tanque baje de nivel y con ayuda de botas limpias, escoba y cepillo limpios, saque el lodo que está en el fondo del tanque. Aproveche para lavar las paredes con cepillo.
- Las válvulas de entrada, salida, desagüe y de paso directo deben cuidarse de la corrosión. Por lo tanto, periódicamente se las debe proteger con pintura anticorrosiva y lubricarlas cuando se requiera.

C. Red de distribución

La CARE Internacional- Avina, nos dan las siguientes recomendaciones:

- Si es necesario suspender el servicio, se debe informar a los y las usuarias afectadas.
- El operador u operadora deben tener siempre su caja de herramientas con todos los elementos necesarios, incluyendo algunos repuestos y accesorios menores, de uso frecuente en la reparación de daños.
- Todo daño reportado debe ser reparado en el menor tiempo posible.
- Dejar constancia escrita de la reparación en un formulario para ese fin.

2.2.6.3. Sostenibilidad de un sistema de agua potable

A. Sistema sostenible

Es un sistema sostenible cuando cuenta con una infraestructura en buenas condiciones, que permite brindar servicio en óptimas condiciones de calidad, cantidad y continuidad, con una cobertura que ha evolucionado según el crecimiento previsto en el estudio realizado. (Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento [SIRAS], 2010)

B. Sistema medianamente sostenible

Son sistemas que presentan un proceso de deterioro en la infraestructura, ocasionando fallas en el servicio en cuando a la continuidad, cantidad y calidad; donde la deficiente gestión ha permitido disminuir la cobertura y manejo económico. (SIRAS, 2010)

C. Sistema no sostenible

Son sistemas que tienen fallas significativas en su infraestructura y cuyo servicio se vuelva muy deficiente en cantidad, continuidad y calidad, llegando la cobertura a disminuir y la gestión dirigenal a reducirse a uno o dos dirigentes. (SIRAS, 2010)

D. Sistemas colapsados

Son sistemas que están totalmente abandonados y que ya no brindan el servicio, que no tienen junta directiva. (SIRAS, 2010)

2.3. Definición de términos básicos

- **Conexión domiciliar:** Se refiere a la parte del sistema de abastecimiento de agua que llega mediante tuberías a la vivienda o terreno de la familia beneficiaria (DRVCS, 2010).
- **Tubería:** Este término hace referencia a las líneas conformadas por tubos de determinados materiales a través de las cuales se transporta el agua potable por todos los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable hasta los usuarios. (DRVCS, 2010).
- **Manómetro:** Un manómetro de presión es un indicador analógico utilizado para medir la presión de un gas o líquido, como agua, aceite o aire. (Cengel, Y.A., Cimbala, J.M. 2006)

- **Válvula de purga:** Válvula ubicada en los puntos más bajos de la red para eliminar acumulación de sedimentos y permitir el vaciado de la tubería. (Cengel, Y.A., Cimbala, J.M. 2006)
- **Presión dinámica:** Es la presión generada durante el funcionamiento de un sistema, calculada como la diferencia entre la carga estática y las pérdidas de energía. (CEPIS, 2004).
- **Presión estática:** Representa la máxima carga que puede soportar una tubería cuando no hay flujo de líquido, y determina la presión de trabajo del sistema. (CEPIS, 2004)
- **Golpe de ariete:** Es el aumento de presión la presión de agua que se produce dentro de la tubería Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable (Guevara, et al. 2021)
- **Gradiente Hidráulico:** Magnitud vectorial determinada por el incremento de potencial del agua por unidad de distancia Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable. (Guevara, et al. 2021)

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

3.1.1. Ubicación política

El distrito La Libertad de Pallán es uno de los trece distritos de la provincia de Celendín, ubicada en el departamento Cajamarca en el norte del Perú. En la Figura 16 se muestra ubicación política y área de estudio.

3.1.2. Ubicación geográfica

El área de estudio se ubica en los Caseríos de Quinumayo y Nueva Libertad, políticamente pertenece al distrito La Libertad de Pallán. En la tabla 4, se muestra la ubicación geográfica y política. Además, el área de estudio tiene las siguientes colindancias.

Colindancias del área de estudio:

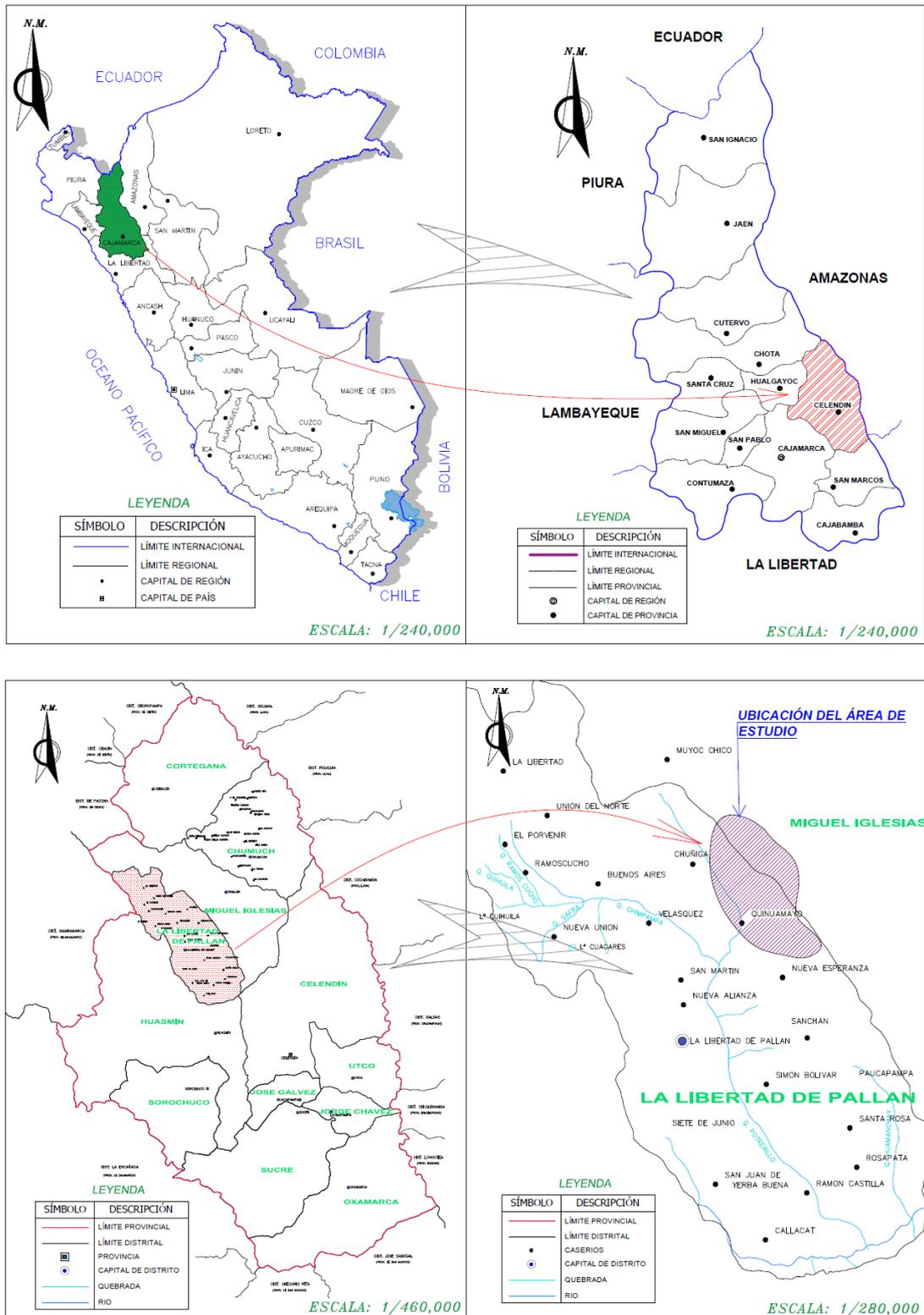
- Norte: con el caserío de Nuevo Quinumayo.
- Sur: con el Centro Poblado de Nueva Esperanza.
- Este: con la localidad del Mirador y Pizon.
- Oeste: con el Caserío de Chuñiga y el Centro Poblado de Muyoc Chico.

Tabla 4. *Ubicación política y geográfica*

	Descripción	Coordenadas UTM **	Código Ubigeo
DEPARTAMENTO / REGIÓN	: Cajamarca	-	Nº: 06
PROVINCIA	: Celendín	-	Nº: 0603
DISTRITO	: La Libertad de Pallan	-	Nº: 060312
LOCALIDAD	: Caserío de Quinumayo y Nueva Libertad	-	Nº: 0603120011
CASERIOS	: Quinumayo	E: 800,170.812 m N: 9'263,200.706 m C: 3,402.82 m.s.n.m	Nº:0603120011
	: Nueva Libertad	E: 803,083.554 m N: 9'259,931.172 m C: 3,222.12 m.s.n.m	
REGIÓN GEOGRÁFICA	Sierra		
REGIÓN NATURAL	Quechua		
ALTITUD	3135.88- 3,451.54 m.s.n.m.		

Nota. La tabla muestra la ubicación política, geográfica y Ubigeo según el *Sistema de Información Geográfica*, INEI.

Figura 16. Ubicación del distrito La Libertad de Pallan, y Lugar de Estudio



Nota. La figura muestra la ubicación política del área de estudio, según *Catastro de la Municipalidad Distrital de La Libertad de Pallan*.

3.1.3. Ubicación temporal de la investigación

La investigación se desarrolla en el periodo de junio a octubre de 2024, durante este tiempo o periodo se ejecutó el proceso de recolección de información necesaria del lugar de estudio. De la misma forma se realiza el procesamiento y tratamiento de la información recolectada en campo, teniendo en cuenta las condiciones climáticas de la zona para este periodo.

3.2. Accesibilidad

- RUTA N°01

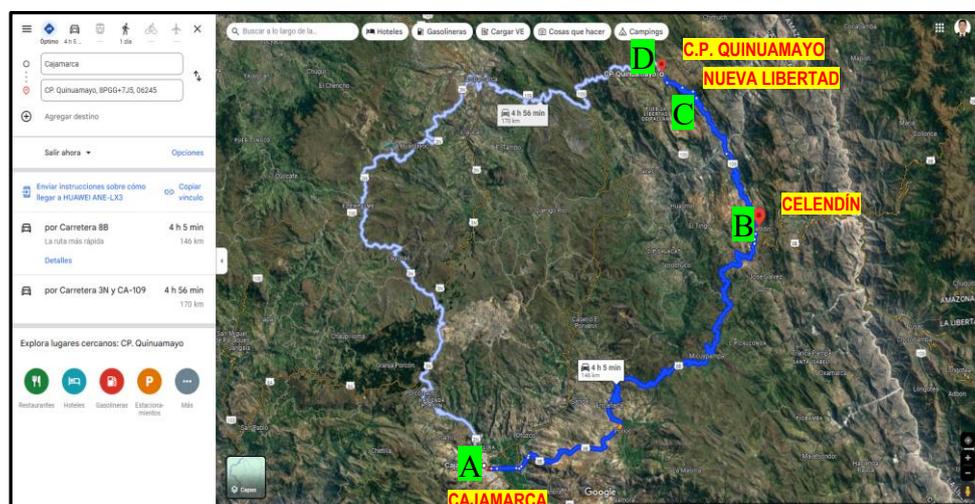
Para el acceso a la zona de estudio se toma como punto de partida la ciudad de Cajamarca, como se muestra en la Figura 17, mediante la carretera 3N (asfaltada) y 8B, haciendo un recorrido aproximado de 146 km, en un tiempo de 04 horas y 05 minutos se llega a los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad. El acceso a los caseríos se realiza en vehículos de transporte público y privado, también el transporte masivo de pasajeros y el ingreso de transporte de carga pequeña, mediana y pesada para el sector agropecuario y producción de los caseríos.

Tabla 5. Ruta de acceso a las zonas de estudio desde la ciudad de Cajamarca

SALIDA -LLEGADA	Distancia	Tiempo	Vía	M. Transporte
Cajamarca (A) – Celendín (B)	102.00 Km.	2h 24min	Asfaltada	Público y Privado
Celendín (B) – Caserío Nueva Libertad (C)	38.00 Km.	1h 36min	Trocha	Público y Privado
Caserío Nueva Libertad (C)- Caserío Quinuamayo (D)	6.00 Km.	0h 05min	Trocha	Público y Privado
TOTAL	146.00 Km.	4h 05 min		

Nota. La tabla muestra la distancia y tiempo total para llegar desde la ciudad de Cajamarca hasta la zona de estudio en la RUTA 01

Figura 17. Ruta desde Cajamarca hasta el caserío de Quinuamayo y Nueva Libertad



Nota. La figura muestra la ruta a la zona de estudio, según Google Maps.

- RUTA N°02

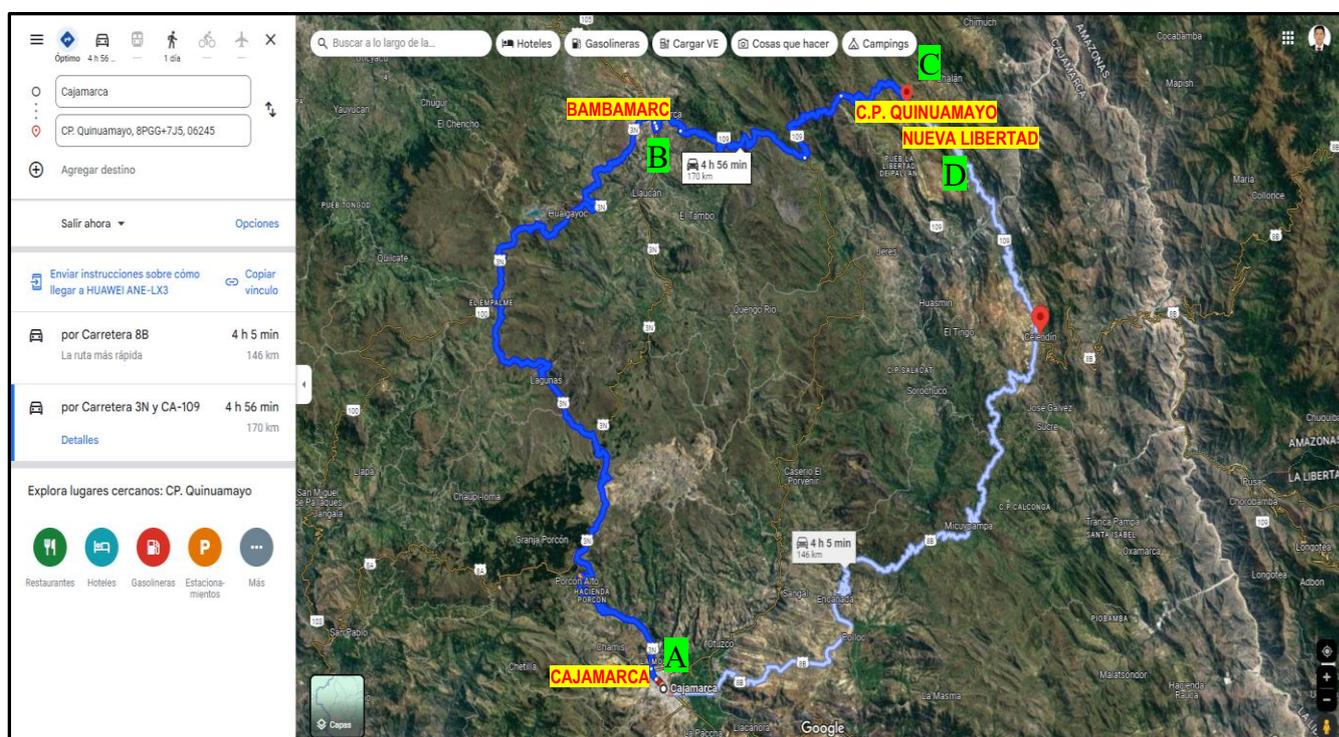
Se toma como punto de partida la ciudad de Cajamarca, como se muestra en la Figura 18, mediante la carretera 3N (asfaltada) y CA-109, haciendo un recorrido aproximado de 170 km, en un tiempo de 04 horas y 56 minutos se llega a los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad. El acceso a los caseríos se realiza en vehículos de transporte público y privado, también el transporte masivo de pasajeros y el ingreso de transporte de carga pequeña, mediana y pesada para el sector agropecuario y producción de los caseríos.

Tabla 6. Ruta de acceso a las zonas de estudio desde la ciudad de Cajamarca

SALIDA -LLEGADA	Distancia	Tiempo	Vía	M. Transporte
Cajamarca (A) – Bambamarca (B)	113.00 Km.	2h 52min	Asfaltada	Público y Privado
Bambamarca (B) – Caserío Quinuamayo (C)	51.00 Km.	1h 59min	Trocha	Público y Privado
Caserío Quinuamayo (C)-Caserío Nueva Libertad (D)	6.00 Km.	0h 05min	Trocha	Público y Privado
TOTAL	170.00 Km.	4h 56 min		

Nota. La tabla muestra la distancia y tiempo total para llegar desde la ciudad de Cajamarca hasta la zona de estudio en la RUTA 02

Figura 18. Ruta desde Cajamarca hasta el caserío de Quinuamayo y Nueva Libertad



Nota. La figura muestra la ruta de acceso a la zona de estudio, según Google Maps.

3.3. Situación socioeconómica del lugar de estudio

3.3.1. Población

En el empadronamiento del Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2017 por el INEI, se registra en el caserío de Quinumayo un total de 360 habitantes con un promedio de 115 viviendas y el caserío de Nueva Libertad un total de 200 habitantes con un promedio de 52 viviendas. (INEI, 2017).

En el ámbito de influencia del área de estudio para la investigación de los caseríos de Quinumayo y Nueva Libertad, el mismo que de acuerdo a la información recopilada durante las visitas a campo, mencionando el levantamiento topográfico de toda las conexiones domiciliarias, cuenta a la fecha con una población de 472 habitantes en total (la densidad poblacional es asumida por el investigador en base a las visitas de campo), la misma que se encuentran distribuidas en un total de 118 vivienda (todas ellas habitadas) a ello se suma la existencia de 03 Instituciones Educativas, 01 puesto de salud y 01 casa comunal, ubicadas en los dos caseríos. Estos caseríos tal y como se detalla en la Tabla 7 disponen con el servicio de agua potable y también mencionar que hay usuarios no mayores a 10 viviendas que están solicitando servicio de agua a los dirigentes e integrantes de la Junta Administradora de Servicios y Saneamiento JASS.

Tabla 7. *Distribución de viviendas e Instituciones Públicas*

N°	Sistema de Agua Potable	Caserío	N° de Familias	N° de Int. Públicas/Puestos de Salud/Iglesias	N° de Habitantes	Densidad poblacional (hab/viv)
1	Quinumayo	Quinumayo	74	4	296	4.00
2	Nueva Libertad	Nueva Libertad	44	1	176	4.00
Totales			118	5	472	

Nota. La información ha sido por Elaboración propia

3.3.2. Actividad económica del lugar

Los Caseríos de Quinumayo y Nueva Libertad, presentan una población rural (100%), organizada en unidades familiares campesinas, La tierra es un factor escaso, a pesar de ello se constituye en la base de la actividad principal de las unidades familiares. En el contexto en el que se desenvuelven las familias campesinas del Distrito, lo más significativo es la manera cómo se ha diversificado las actividades productivas teniendo siempre como referente la actividad agrícola a partir del acceso a la tierra.

El 95.0% de los jefes de familias se dedican a la agricultura y ganadería, siendo los principales cultivos el de la papa, oca, chocho, olluco, y en las partes bajas se tiene como cultivos el maíz, trigo, arveja, cebada; mientras que el 5% de los jefes de familia se dedican a la construcción. La mayor parte de la producción es para el autoconsumo y solo un pequeño porcentaje se destina para la venta; cabe mencionar la ausencia de proyectos productivos para mejorar las variedades de cultivos (Agricultura), razas de ganado vacuno y ovino (Pecuaria) y para generar mayor rendimiento, como proyectos de riego tecnificado o control de plagas.

- Actividad Agrícola

La actividad agrícola, es una de las actividades económicas de los Caseríos y a lo largo del Distrito La Libertad de Pallán, la cual suministra a la población los alimentos necesarios, así como ingresos monetarios producto de la venta de los excedentes de la producción.

- Actividad Pecuaria

La actividad ganadera, es una de las principales actividades en el Caserío de Quinuamayo que en su gran parte es el sustento económico de sus familias; otra fuente de ingresos es la crianza de animales menores haciendo mayor incidencia en el Caserío de Nueva Libertad, actualmente es la crianza de porcinos, manejados a través de microempresas por parte del caserío mismo.

3.4. Caracterización de los lugares de estudio

3.4.1. Tipos de servicios públicos

a. Agua de consumo humano

Los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad del distrito la Libertad de Pallán, provincia de Celendín tienen servicio de un agua entubada o agua de consumo humano. Ambos Caseríos son abastecidos de agua subterránea (manantiales). Los servicios prestados a los caseríos datan del año 2005 hasta la actualidad, la construcción del sistema fue realizada por la institución FONCODES.

b. Alcantarillado Sanitario

Los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad no tienen servicio de alcantarillado sanitario, son poblaciones rurales que eliminan sus aguas excretas a una letrina. Hay que indicar que, no existe tecnologías de un pozo ciego o biodigestor o alguna otra hasta la actualidad.

c. Educación Pública

El caserío de Quinuamayo actualmente tiene 3 instituciones educativas públicas en los niveles inicial, primaria y secundaria. En el nivel inicial con su directora Teófila Ruiz Chávez, con una cantidad de 15 alumnos en su totalidad. El nivel primario a cargo de la directora, Cristina Vera Araujo, junto con su plana docente de 2 docentes más. En la actualidad tienen un total de 25 alumnos matriculados. El nivel secundario con su director Cesar Gonzales Vásquez y su plana docente, teniendo un reporte total de 45 alumnos matriculados. El colegio lleva por nombre “Miguel Ángel Silva Rubio”, con 16 años de vida institucional.

Fotografía 1. *I E Miguel Angel Silva Rubio- Quinuamayo*



El caserío Nueva Libertad tiene únicamente el nivel primario, con su director Cesar Rojas Hoyos y un total de 16 alumnos matriculados. El docente cumple las funciones de enseñar a todos los niveles del centro educativo.

d. Salud Pública

Los caseríos disponen de una Posta Médica Municipal en la capital del centro poblado, siendo Quinuamayo. En este centro médico es donde se atienden las personas del centro poblado de Quinuamayo y sus 4 caseríos.

Fotografía 2. *Puesto de salud Centro Poblado Quinuamayo*



e. Tendido de luz eléctrica

El servicio de energía eléctrica presta servicios desde el año 2009, a cargo de la empresa HIDRANDINA. El registro de medición es través de medidores con recargas mensuales. Las poblaciones en un 90% tienen este servicio y el 10% a través de paneles solares.

3.5. Información sobre los parámetros meteorológicos

3.5.1. Clima

El distrito de La Libertad de Pallan, ubicado en la Provincia de Celendín, región de Cajamarca, presenta un clima templado cálido en las partes bajas, templado y el templado frío. Los meses más fríos son los de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril, cayendo en los cuatro últimos fuertes lluvias. Los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre son soleados presentando fuertes correntadas de viento en el mes de agosto. La temperatura anual en el lugar de estudio generalmente varía entre 7°C y 18°C,

3.6. Materiales y equipos

3.6.1. Materiales

- Planos topográficos de las redes de abastecimiento de agua de consumo humano de los caseríos de Quimayo y Nueva Libertad.
- Balde de 8 litros.
- Flexómetro Truper de 5 m
- Materiales de escritorio.
- Libreta de campo.

- Instrumento de medición para las conexiones domiciliarias: Manguera de un metro, un manómetro, reducción Bushing 1/2 Macho x 1/4 Hembra, una tee hembra de 1/2", llaves de escuadra 1/2" - 1/2", unión de 1/2", cinta teflón, abrazaderas de 3/4" y 1/2".

3.6.2. Equipos

- GPS diferencial CHCNAV i90.
- Computadora portátil (laptop) Lenovo Legion Y530-15ICH Intel Core i7, RAM 16gb.
- Cámara fotográfica.
- Impresora.

3.6.3. Softwares

- WaterCAD.
- Autodesk Civil 3D.
- Google maper.
- ArcGIS
- Microsoft Office (Microsoft Word, Microsoft Excel).

3.7. Metodología

3.7.1. Tipo de investigación

La investigación es del tipo aplicado, por ende, está sujeto a recolección y análisis de datos estadísticos, además, a un análisis de velocidad y presiones. También aplicar los conocimientos referidos a los sistemas de abastecimiento de agua potable, al uso de fichas según las especificaciones de la Dirección Nacional de Saneamiento del MVCS (2014) en la Guía de métodos para rehabilitar o renovar redes de distribución de agua potable y del DRVCS - Cajamarca (2010).

3.7.2. Nivel y diseño de investigación

La presente investigación se desarrolla aplicando un nivel descriptivo, se evalúa las características hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua de consumo humano de los caseríos de Quinamayo y Nueva Libertad, distrito de La Libertad de Pallán, provincia de Celendín, a fin de establecer la condición del sistema y dar a conocer las características del servicio que brinda a dicha población.

La investigación es de diseño no experimental. En el análisis del sistema de abastecimiento de agua de consumo humano de los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad son tomando sus características in-situ.

3.7.3. Método de la investigación

En la investigación se desarrolla el método científico, con el objetivo de garantizar la fiabilidad y objetividad de los resultados respecto a las características y condición de los componentes del sistema de abastecimiento de agua de consumo humano de los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad, distrito de La Libertad de Pallán, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca.

3.7.4. Población, muestra y unidad de análisis.

La población en el sistema de abastecimiento de agua de consumo humano se detalla anteriormente (ítem 3.3.1), indicando 118 conexiones domiciliarias y 5 instituciones públicas. Del cual se ha elegido a las 118 conexiones como muestra para el estudio realizado.

La unidad de análisis será constituida por las estructuras que integran los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano que abastecen a los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad.

3.8. Procedimiento para el desarrollo de la investigación

En la investigación se identifica y evalúa los componentes del sistema de suministro de agua de consumo humano en los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad. Durante el recorrido en campo se verifica y describe el estado de las estructuras, así mismo estimar el caudal de operación o caudal real de consumo a través de las mediciones realizadas en el reservorio durante un periodo de 3 meses. Esto permite evaluar hidráulicamente cada componente del sistema y verificar el dimensionamiento de las estructuras existentes. Además, evaluar la operación y mantenimiento del sistema, y como parte final plantear propuestas de mejora para gestionar la demanda poblacional en los Caseríos.

3.8.1. Reconocimiento y descripción actual del sistema de agua de consumo humano de los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad.

a. Captaciones

Durante las visitas a las captaciones, se logra identificar el tipo de captación y las partes que tiene cada captación, como la zona de afloramiento, cámara húmeda, cámara seca, tuberías,

accesorios y cerco perimétrico. Una vez identificado y evaluado, se plantea las actividades de mantenimiento, principalmente en accesorios, como válvulas y tuberías.

b. Redes de conducción

En las redes de conducción se realiza el recorrido junto al presidente de la JASS y demás usuarios, recorriendo toda su longitud desde las captaciones hasta los reservorios. En el recorrido de los dos sistemas se verifica las posibles fugas de agua y las válvulas de aire.

c. Reservorios

En los reservorios se verifica el diseño, posibles grietas o fisuras, mantenimiento y sobre todo el funcionamiento. En la cámara de válvulas se verifica el estado y posibles fugas de agua. También posibles filtraciones a lo largo de toda la estructura de los reservorios.

d. Red de distribución

En la red de distribución se verifica a lo largo de todo su recorrido, incidiendo básicamente en las conexiones domiciliarias de los caseríos inspeccionando las válvulas, piletas o grifos, accesorios hidráulicos, cámaras rompe presión y en algunos usuarios se realizó charlas de sensibilización y cuidado del agua indicando que es solo un recurso exclusivo para consumo humano.

En la mayoría de los usuarios con el permiso de cada uno de ellos, se procedió a tomar medidas de presiones, donde en la mayoría de sus conexiones registrar valor cero en el manómetro. En conclusión, hay un incorrecto diseño hidráulico y poco caudal de oferta.

3.7.2. Levantamiento topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico de la zona en estudio con el equipo GPS diferencial CHCNAV i90 que nos permitió obtener las pendientes del terreno, altitudes y coordenadas de las estructuras como, captaciones, reservorios, válvulas, cámaras rompe presión, conexiones domiciliarias y en general las líneas de conducción y distribución.

La topografía es uno de los puntos más importante para evaluar técnicamente el sistema de agua de los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad. En la fotografía 3 se muestra el levantamiento de la información (topografía) en campo.

Fotografía 3. Levantamiento topográfico del sistema de agua potable de los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad



a. Captaciones

- Captación “el chogo”

Se realizó 4 aforos de la fuente, mediante el método volumétrico para determinar la cantidad de oferta de agua en el manantial. El primer aforo se realizó el 12 de junio a las 8:00 am, obteniendo 0.88 l/s, el segundo aforo se realizó el 01 de julio a las 9:00 am, obteniéndose un caudal promedio de 0.78 l/s, el tercer aforo se realizó el 11 de agosto a las 7:00 am, obteniéndose como resultado, un caudal promedio de 0.62 l/s y por último el 01 de septiembre a las 7:00 am, obteniéndose un caudal promedio de 0.52 l/s. Los aforos realizados a lo largo de los 4 meses son en la época de estiaje. En general con la información obtenida de la oferta del manantial se determina el caudal máximo de la fuente, siendo estos parámetros necesarios para la evaluación de los demás componentes.

Con el caudal máximo de la fuente se determina el diámetro de los orificios de entrada, distancia entre la fuente de afloramiento y la cámara húmeda, ancho de pantalla, área del orificio y altura de la cámara húmeda.

Fotografía 4. *Captación de fondo “El Chogo”*



- **Captación “campitos”**

Se realizó 4 aforos de la fuente, mediante el método volumétrico para determinar la cantidad de oferta de agua en el manantial. El primer aforo se realizó el 13 de junio a las 8:00 am, obteniendo 0.34 l/s, el segundo aforo se realizó el 02 de julio a las 9:00 am, obteniéndose un caudal promedio de 0.28 l/s, el tercer aforo se realizó el 12 de agosto a las 7:00 am, obteniéndose como resultado, un caudal promedio de 0.24 l/s y por último el 02 de septiembre a las 7:00 am, obteniéndose un caudal promedio de 0.20 l/s. Los aforos realizados a lo largo de los 4 meses son en la época de estiaje. En general con la información obtenida de la oferta del manantial se determina el caudal máximo de la fuente, siendo estos parámetros necesarios para la evaluación de los demás componentes.

Fotografía 5. *Captación de ladera “Campitos”*



b. Línea de conducción

- Línea de Conducción (sistema de abastecimiento Quinuamayo y Nueva Libertad)

Una vez teniendo los resultados de los caudales de diseño (Q_{md}) y las velocidades que recomienda el MVCS, normativa actual y vigente para zonas rurales es de 0.60 m/s a 3.00 m/s. Teniendo estos datos se procede a verificar los diámetros de las líneas de conducción.

Después de medir el caudal real de consumo y conociendo el flujo de diseño, las velocidades máximas y mínimas establecidas según el MVCS (2018) se pudo calcular los diámetros máximos y mínimos a utilizar para las líneas de conducción. Este proceso de dimensionamiento resulta valioso para comparar con el diámetro de las tuberías instaladas en el terreno.

c. Reservorios

Los reservorios de los sistemas de abastecimiento son de forma rectangular, lo cual se calculará considerando el 25% del caudal máximo diario (Q_{md}), para luego ser verificada con las dimensiones reales de la estructura construida.

Para determinar los caudales reales, es decir: caudal medio, caudal máximo horario y caudal máximo diario en los reservorios de los sistemas de abastecimiento y dado que, los caseríos no tienen un sistema de macromedición para controlar o registrar estos consumos, se emplea una metodología de medición de niveles de agua en los reservorios en intervalos de 1 hora durante todo el día.

- Se realizó mediciones del nivel de agua que desciende en intervalos de una hora, desde las 6:00 a.m. hasta las 7:00 p.m., durante un periodo de tiempo de dos meses, desde el 15 de julio hasta el 2 de septiembre del 2024.
- Durante cada intervalo de tiempo de 1 hora se registraron los niveles de descenso en una libreta de apuntes, para luego pasar a un proceso de gabinete y digitalización.
- Utilizando los datos registrados de descenso del nivel del agua durante los intervalos de tiempo, se calculará el volumen de agua consumida por la población durante cada hora del día.
- Una vez obtenido los caudales medio o promedio, máximo diario y horario, se calcula las variaciones de consumo real (K_1 , K_2) para los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad.

- En la norma o resolución del ministerio de vivienda construcción y saneamiento se define unos parámetros de coeficiente de variación diaria de $K1=1.30$ y un coeficiente de variación horaria de $K2=1.80$. Sin embargo, estos valores que también sustenta el R.N.E. Norma OS.100 son muy genéricos y alejados de la realidad, por ello en la investigación se determina los parámetros de variaciones con las mediciones reales en campo para los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinumayo y Nueva Libertad.

Fotografía 6. *Reservorio del Caserío de Nueva Libertad y parte alta del Caserío de Quinumayo*



Fotografía 7. *Reservorio del Caserío de Quinumayo*



d. Redes de distribución

En las redes de distribución, implica una medición en el horario de máximo consumo, analizar la presión dinámica en las conexiones domiciliarias. Con la ayuda de un manómetro se realiza las mediciones en campo adaptándose a los grifos de cada vivienda.

3.7.4. Operación y mantenimiento de los sistemas de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad.

Durante las constantes visitas a campo para el desarrollo de la investigación y juntamente con la junta directiva de las JASS de los caseríos se logró identificar e investigar cual es el procedimiento o roles que tienen para realizar la operación y mantenimiento de sus sistemas de agua a lo largo de los años de su funcionamiento.

El sistema de agua de consumo humano es un sistema por gravedad no requiere de un personal capacitado, que es todo lo contrario en sistemas por bombeo, o sistemas que utilizan una tecnología de tratamiento, como una PTAP. Los operarios de los caseríos reciben capacitaciones en ciertos meses del año por el Área Técnica Municipal de la Municipalidad Distrital de Pallán, donde hacen mención del proceso de tratamiento mediante cloro, pintado de las estructuras, entre otras actividades.

Debido a la demanda poblacional y sobre todo en los meses de verano, la escasez del agua es bastante, en ese sentido se indagó acerca de quién asume la responsabilidad de llevar a cabo el mantenimiento de cada estructura del sistema, en qué condiciones se encuentran y con qué frecuencia se realizan dichas tareas. Además, cual es la tarifa o cuota que pagan por el servicio del agua y si el abastecimiento a lo largo de las estaciones del año es continuo o tienen algunas deficiencias de escasez, con la finalidad de plantear propuestas de mejora plasmadas en la investigación.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En el análisis y discusión de resultados se evaluó el estado actual, operacional, mantenimiento e infraestructura hidráulica de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad.

4.1. Análisis de Resultados

4.1.1. Reconocimiento de los componentes de los sistemas de agua de los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad.

A. Captaciones

1. Captación del sistema de agua de consumo humano del caserío de Nueva Libertad y parte alta del caserío de Quinuamayo

El sistema de abastecimiento del caserío de Nueva Libertad y la parte alta del caserío de Quinuamayo es abastecida por el manantial de fondo denominado “El Chogo”, ubicado en el Centro Poblado Muyoc Chico del distrito Miguel Iglesias, con coordenadas geográficas UTM 9264202.34 N, 799286.73 E, con una altitud de 3427.93 m.s.n.m.

La captación de fondo del S.A.P. fue construida en el año 2005, el manantial tiene un caudal de afloración promedio de 0.65 lps, con una cámara de protección, cámara húmeda y cámara seca para la protección de válvulas. Los aforos realizados fueron en la época de estiaje.

- Cámara de protección

En la cámara de protección se ubica la zona de afloramiento de la captación de fondo. Tiene una tubería de 3 pulgadas que conecta a la cámara húmeda y funciona como llorón.

Fotografía 8. Cámara de protección del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo



- Cámara húmeda

La cámara húmeda no tiene canastilla, estando solo la tubería de 1 1/2 pulg que funciona como tubería de conducción al reservorio y tiene un cono de rebose de 2 pulg. La estructura está en buenas condiciones, sin embargo, no tienen los accesorios o componentes que debería tener para cumplir con los estándares del ministerio de vivienda construcción y saneamiento. Las tapas de inspección se encuentran en buen estado con pintura. En general toda la estructura está pintada, pero ya siendo necesario un mantenimiento por parte del área usuaria de la JASS.

Fotografía 9. Cámara húmeda del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo



La captación está ubicada en una planicie cerca de un humedal, actualmente tiene un mantenimiento relativamente periódico con un cerco perimétrico de tubos de metal, muro de contención de roca a los costados de la estructura y con muy poca maleza. La cámara seca presenta algunas filtraciones actualmente encontrando agua en las válvulas.

Fotografía 10. Cámara seca del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo



2. Captación del sistema de agua de consumo humano de la parte baja del Caserío de Quinuamayo

El sistema de abastecimiento de la parte baja del caserío de Quinuamayo es abastecida por el manantial de ladera denominado “Campitos”, ubicado en el Caserío de Quinuamayo, con coordenadas geográficas UTM 9263193.36 N, 799943.978 E, con una altitud de 3364.152 m.s.n.m.

La captación de ladera del S.A.P. fue construida en el año 2005, el manantial tiene un caudal de afloración promedio de 0.27 lps, con una zona de afloramiento, cámara húmeda y cámara seca. Los aforos realizados fueron en la época de estiaje.

- Zona de afloramiento

La zona de afloramiento cuenta con tapa de inspección no pintada y en estado deteriorado, tiene roca fija a los costados, pero no cuenta con material filtrante.

- Cámara húmeda

La cámara húmeda, no tiene un mantenimiento periódico, no está protegida, falta accesorios en la misma, como; canastilla, tubería de limpieza, dado de protección y no existe tuberías de ventilación. Tiene cerco perimetral de alambres y postes de madera, tiene un muro de contención para la parte del talud. El diámetro de tubería del llorón es de 1 1/2 pulg. La captación no está pintada, no tiene zanja de coronación además con bastante maleza.

Fotografía 11. Cámara húmeda del SAP del Caserío de Quinuamayo



La captación está ubicada en un terreno con pendiente inclinada, actualmente no tiene un mantenimiento periódico. La cámara seca presenta tapa de inspección no pintada y en mal estado, la válvula de compuerta si está en buen estado para controlar el flujo de agua.

B. Tubería de conducción

1. Tubería de conducción del sistema de agua de consumo humano del caserío de Nueva Libertad y parte alta del caserío Quinuamayo

La tubería de conducción en toda su longitud está completamente enterrada, tiene una longitud de 1578.95 m, es una tubería de PVC C10 de 1 ½” de diámetro. El comité de la JASS indica que en la actualidad las tuberías tienen constantes rupturas e imperfecciones, presentándose en épocas de lluvia de manera más constante. La línea de conducción en todo su recorrido no presenta pases aéreos.

2. Tubería de conducción del sistema de agua de consumo humano de la parte baja del Caserío Quinuamayo

La tubería de conducción en toda su longitud está completamente enterrada, tiene una longitud de 71.51m, es una tubería de PVC C10 de 1 ½” de diámetro. El comité de la JASS hace de conocimiento que debido al tramo corto y la moderada pendiente del terreno desde el afloramiento al reservorio, presenta muy pocas interferencias o rupturas en las diferentes épocas del año.

C. Reservorio

1. Reservorio del sistema de agua de consumo humano del caserío de Nueva Libertad y parte alta del caserío Quinuamayo

El reservorio del sistema de agua es de tipo apoyado con coordenadas UTM WGS84 9263237.52 N, 800090.33 E y altitud de 3410.36 m.s.n.m, abastece a la parte alta del caserío de Quinuamayo y todo el caserío de la Nueva Libertad. El reservorio es de forma rectangular de concreto armado con una capacidad de 15 metros cúbicos, no tiene canastilla en la tubería de salida, presenta tubería de limpieza y tubería de rebose en buen estado, no tiene dado de protección ni mampostería de piedra en la parte final de la tubería, no tiene tubería de ventilación. Tiene una escalera de gato que facilita el mantenimiento, actualmente se encuentra en condiciones favorables, ya que no tiene fisuras o grietas. La pintura exterior del reservorio está para mantenimiento, así como una limpieza interna para mejorar la calidad del agua, además tiene un tanque de cloración, pero actualmente no está funcionando por temas técnicos

del área técnica municipal del distrito y del comité de la JASS, esto indica que se está consumiendo un agua entubada sin tratamiento alguno como es el cloro. La caja de válvulas está equipada con una tapa sanitaria en un estado poco bueno, ya que falta pintura, los accesorios del sistema hidráulico son de PVC. Las válvulas son de bronce y en condiciones aceptables, que controlan el flujo hacia la red de distribución. El cerco perimétrico es de postes de madera, con alambre de púas para evitar cualquier tipo de inconvenientes.

Fotografía 12. *Reservorio de 15 m³ del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo*



2. Reservorio del sistema de agua de consumo humano de la parte baja del Caserío Quinuamayo

El reservorio del sistema de agua potable es de tipo apoyado con coordenadas UTM WGS84 9263124.14 N, 799946.348 E y altitud de 3356.925 m.s.n.m, abastece a la parte baja de caserío de Quinuamayo. El reservorio es de forma rectangular de concreto armado con una capacidad de 10 metros cúbicos, no tiene canastilla en la tubería de salida, presenta tubería de limpieza y tubería de rebose en buen estado, no tiene dado de protección ni mampostería de piedra en la parte final de la tubería, no tiene tubería de ventilación. No tiene una escalera de gato, para el mantenimiento, actualmente se encuentra en condiciones poco favorables. La pintura exterior del reservorio está para mantenimiento, así como una limpieza interna para mejorar la calidad del agua, además tiene un tanque de cloración, pero actualmente no está funcionando por temas técnicos del área técnica municipal del distrito y del comité de la JASS, esto indica que se está consumiendo un agua entubada sin tratamiento alguno como es el cloro. La caja de válvulas está equipada con una tapa sanitaria en un estado malo, ya que falta pintura, los accesorios del sistema hidráulico son de PVC. Las válvulas son de bronce y en condiciones aceptables, que controlan el flujo hacia la red de distribución. El cerco perimétrico es de postes de madera,

con alambre de púas para evitar cualquier tipo de inconvenientes, además necesita mantenimiento, como limpieza de maleza y zanja de coronación.

Fotografía 13. *Reservorio de 10 m³ SAP del Caserío de Quinuamayo*



D. Tuberías de Distribución

1. Tubería de distribución del sistema de agua de consumo humano del caserío de Nueva Libertad y parte alta del caserío de Quinuamayo

El sistema de abastecimiento de agua potable tiene un total de 69 conexiones domiciliarias, divididas entre los dos caseríos. Actualmente no hay un control o registro de consumos (macro medidores), por lo que se evidenció un consumo excesivo y mal uso del agua, siendo principalmente para sus animales, y otros usos no domésticos. En la parte alta del sistema se evidenció que los usuarios, hacen un uso desmedido e incontrolado del agua, en consecuencia, los usuarios de la parte baja del sistema presentan un déficit durante algunas horas del día. Esto se da con mayor frecuencia en la época de estiaje.

Los diámetros de las tuberías, en el ramal principal es de 1 ½” y los ramales hacia las viviendas de 1/2”.

En el sistema se encuentra 3 cajas rompe presión tipo 7, 1 válvula de aire de 2”, y ninguna válvula de purga. Esto es un indicador, de que hay varias fallas en su sistema, presentando aire en las tuberías, excesivas presiones, sedimentos, etc.

2. Tubería de distribución del sistema de agua de consumo humano de la parte baja del Caserío Quinumayo

El sistema de abastecimiento tiene un total de 54 conexiones domiciliarias. Actualmente no hay un control o registro de consumos (macro medidores), por lo que se evidenció un consumo excesivo y mal uso del agua, siendo principalmente para sus animales, y otros usos no domésticos. Los usuarios de la parte alta manifestaron un problema de presiones, y aire en la tubería, que impedía llegar a sus viviendas.

Los diámetros de las tuberías, en el ramal principal es de 1 ½” y los ramales hacia las viviendas de 1/2”.

En el sistema se encuentra 2 cajas rompe presión tipo 7, ninguna válvula de aire y purga. Esto es un indicador de los problemas que tienen los usuarios.

4.1.2. Evaluación hidráulica de los sistemas de agua de los caseríos de Quinumayo y Nueva Libertad.

A. Sistema de abastecimiento de agua de consumo humano del caserío de Nueva Libertad y parte alta del caserío de Quinumayo

1. Captación

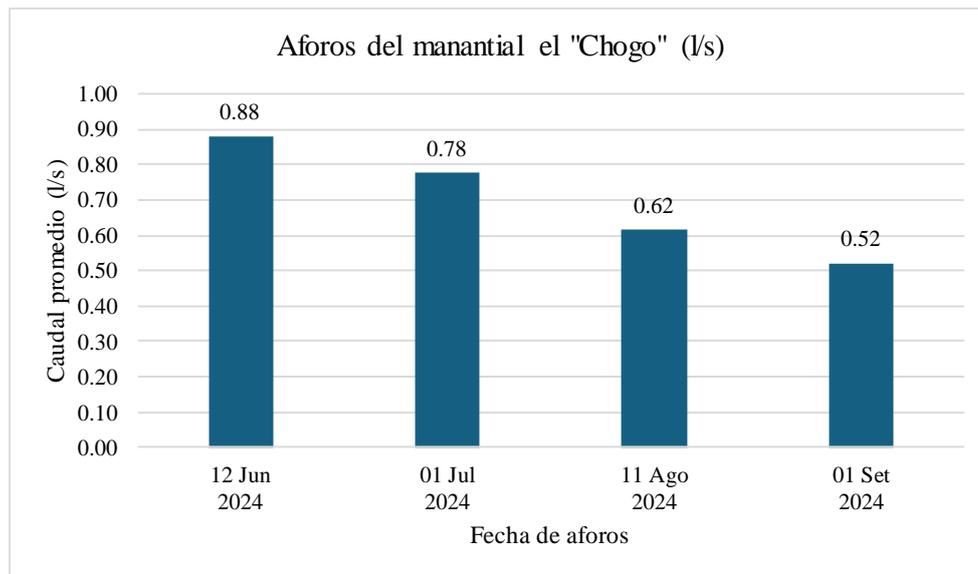
La captación de fondo el “chogo” presenta una construcción poco habitual como se muestran en la fotografía, presenta 3 estructuras ligeramente separadas, como zona de afloramiento, cámara húmeda y cámara seca. Las tres estructuras de concreto armado y la longitud de afloramiento a la cámara húmeda es de 1.20 m.

Fotografía 14. *Evaluación de la captación “el chogo”*



Los aforos se realizaron utilizando el método volumétrico, durante 4 meses, en lapsos de tiempo de 3 semanas, como se muestra en el siguiente gráfico, además los datos medidos se muestran en la tabla 24 del Anexo 2.

Gráfico 1. Aforos del manantial del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinua Mayo



En la investigación se considera los periodos de aforos realizados desde inicios de la época de estiaje, sin embargo, en la investigación se toma como dato o parámetro de evaluación el aforo máximo. Esto indica que, para el análisis comparativo con las estructuras existentes es considerando el caudal de 0.88 lps como caudal máximo de la fuente. Los demás registros son importantes para ver la gestión de la demanda poblacional, teniendo en cuenta que el caudal mínimo es de 0.5 lps y en base a esto proponer alternativas de mejora y poder mejorar el servicio de agua potable, durante todos los meses del año.

A. Cámara húmeda de la captación

En el manual del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, recomienda, para verificar el volumen de retención de la cámara aplicar la ecuación (1).

$$t=3\text{min}$$

$$Vol = Q * t = 0.88 * 180 = 158.4 L$$

Donde:

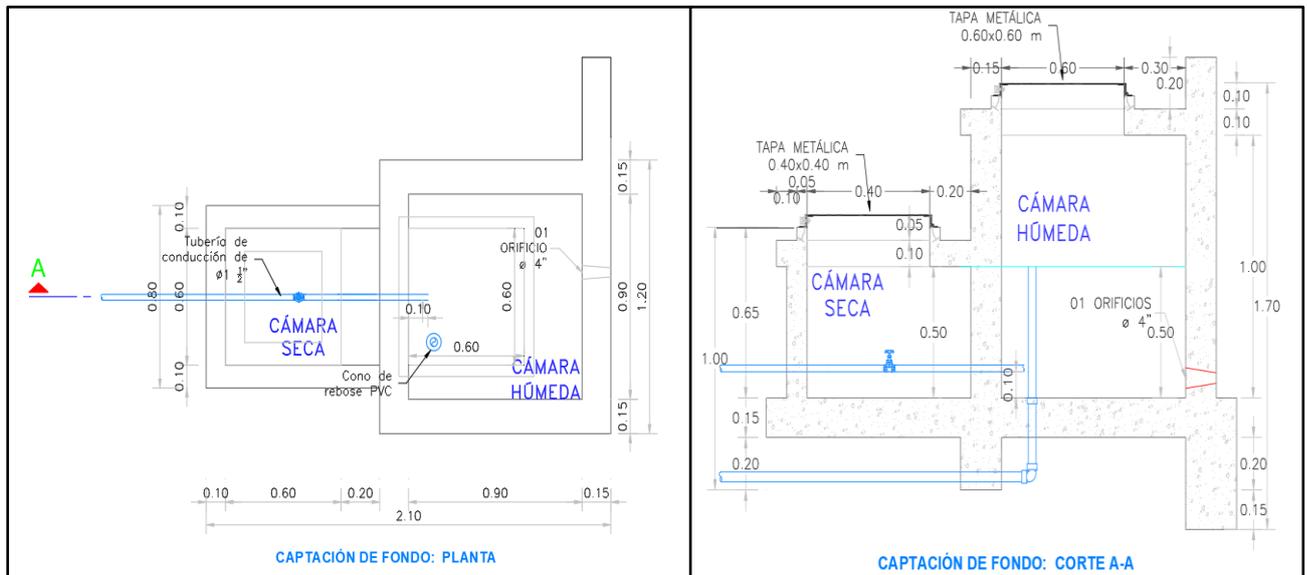
Q: caudal de diseño (l/s)

t: tiempo de verificación (segundos)

Vol: volumen de la cámara húmeda.

Las medidas en campo de la cámara húmeda y cámara seca para el sistema fueron:

Figura 19. Vista en planta y perfil de la cámara húmeda y cámara seca de la captación de fondo



Nota. La figura muestra las medidas reales tomadas en campo de la estructura de captación de fondo

Con las medidas tomadas en campo de la cámara húmeda del manantial el Chogo su volumen de retención sería de 140 lps. En la verificación se puede concluir que la estructura de la cámara húmeda es muy pequeña de acuerdo con las consideraciones por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

B. Altura de la cámara húmeda

Para calcular la altura de la cámara húmeda utilizamos las fórmulas 6 y 7 respectivamente.

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

Donde:

A: 10 cm (Altura desde la base de la caja hasta la tubería de salida) según el MVCS.

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

- Siendo la tubería de conducción de 1 ½", es decir 0.038 m.

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

- Este parámetro en las captaciones de fondo no es considerado ya que, el afloramiento se desarrolla en la misma cámara húmeda, sin embargo, en la evaluación en campo consideran una estructura aparte para el afloramiento del agua y conectan mediante una tubería de 4 pulg, a la cámara húmeda como se muestra en la figura 23.

H: este parámetro es la altura del agua sobre la canastilla, según el MVCS recomienda una altura mínima de 30 cm, donde primeramente calculamos.

$$h_0 = 1.56 * \frac{v_2^2}{2g}$$

Donde:

h= Carga requerida en m.

V= Velocidad promedio en salida de la tubería de la línea de conducción en m/s.

g= Aceleración de la gravedad igual 9.81 m/s².

$$h_0 = 1.56 * \frac{v_2^2}{2g} = 1.56 \frac{Qmd^2}{2gA^2} = \frac{0.76^2}{2 * 9.81 * 0.00114^2}$$

$$h_0 = 0.03533m$$

Donde:

Qmd: caudal máximo diario

A: área de la tubería de salida en m².

De modo que la altura no cumple con la mínima se considera la recomendada por el MVCS, de 0.35 m.

E: La norma recomienda del 0.30 m. de borde libre.

- Teniendo los resultados, se calcula una altura Ht total de 0.84 m. Este resultado es según calculo hidráulico sin embargo por temas constructivos se puede considerar una altura de 1.00 m.

- Con los resultados comparados en campo, se puede concluir que el diseño de la altura de la cámara húmeda es correcto, siendo esta de 1 m.

C. Dimensionamiento de la canastilla

En el dimensionamiento de la canastilla según norma, es de 2 veces el diámetro de la tubería de conducción. Durante la evaluación exhaustiva en campo, se confirmó que la tubería de conducción es de 1 ½”, en efecto el diámetro de la canastilla sería de 3”. Sin embargo, se identificó que el sistema no tiene canastilla, por lo que la probabilidad de arrese de sedimentos es mayor. Como propuesta de mejora se plantea colocar una castilla de 3” de diámetro, 15 cm de longitud, siempre considerando los límites que estable el MVCS, donde debe ser 3 veces el diámetro de la tubería de conducción (Dc) y menor que 6 veces el diámetro de la tubería de conducción. Finalmente, según el cálculo considerar 65 ranuras en la castilla.

Fotografía 15. *Situación actual de los componentes de la cámara húmeda en la captación del Chogo.*



D. Tubería de rebose

La tubería de limpia se diseña con el gasto máximo de la fuente, para ello utilizamos la ecuación (9).

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

Donde:

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

S : pérdida de carga unitaria en (m/m)

D_r : diámetro de la tubería de rebose (pulg)

$$D = 0.71 * \frac{(0.88)^{0.38}}{(0.15)^{0.21}}$$

El diámetro de la tubería de rebose es de 1.63 pulg, asumiendo un diámetro comercial de 2". En campo se verificó que el diámetro de la tubería de rebose es de 2", donde se confirma el dimensionamiento correcto.

Además, a ello se identificó que no tiene cono de rebose, siendo planteado como propuesta de mejora.

2. Tubería de conducción

La tubería de conducción es diseñada con el caudal máximo diario (Q_{md}). En el sistema de abastecimiento durante las visitas a campo se identifica una tubería de conducción de 1 ½" de diámetro.

En el desarrollo de cálculo del caudal máximo diario (Q_{md}), se realiza primeramente un análisis de datos en campo, analizando los días de máximo consumo por la población, durante un lapso de 1 mes distribuido en 3 meses, siendo el tiempo de estudio de la investigación. Teniendo estos datos, se tiene el Q_{md} .

$$Q_{md} = 0.76 \text{ lps}$$

Con el caudal máximo diario, calculamos el diámetro de la tubería de conducción. Por ello, aplicamos la ecuación (24)

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}} \quad (24)$$

Las velocidades admisibles que la literatura recomienda y que deben cumplir son las siguientes:

- La velocidad mínima no debe ser inferior a 0.60 m/s.
- La velocidad máxima debe ser de 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s con razones justificables.

Teniendo la velocidad mínima, $V_{min}= 0.6 \text{ m/s}$

$$D_{max} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

$$D_{max} = \sqrt{\frac{4 * 0.000760}{\pi * 0.6}} = 0.040.00m \approx 1.58 \text{ pulg}$$

Teniendo la velocidad máxima, $V_{max}=3.0 \text{ m/s}$

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 * 0.000760}{\pi * 3}} = 0.0018m \approx 0.71 \text{ pulg}$$

Con los cálculos realizados según los datos obtenidos en campo, se puede concluir que los diámetros comerciales están en un rango de 3/4" a 2", donde la tubería de conducción instalada en campo es de 1 1/2", siendo la correcta para el diseño, o al menos cumple con las consideraciones por la norma técnica.

3. Reservorio del sistema de agua potable del caserío de Nueva Libertad y parte alta del caserío de Quinuamayo.

En el reservorio se realizó las mediciones de niveles de agua, para calcular el caudal promedio de consumo, caudal máximo diario y caudal máximo horario. Las normas técnicas como la del R.N.E. Norma OS.100, el anexo del RM 192-2018 del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento para poblaciones rurales, nos dan parámetros de los coeficientes de variación, siendo 1.3 para el caudal máximo diario (Q_{md}) y de 2 para el caudal máximo horario (Q_{mh}). Además, para el volumen de regulación del diseño del reservorio nos indica considerar del 25% al 30 % de la demanda promedio anual (Q_p). Estos parámetros y condiciones serán calculadas en campo según la situación real de consumos por la población.

- Dimensionamiento del reservorio apoyado del sistema de abastecimiento

Las dimensiones del reservorio rectangular fueron tomadas en campo, teniendo las siguientes medidas.

Largo: 3.20 m

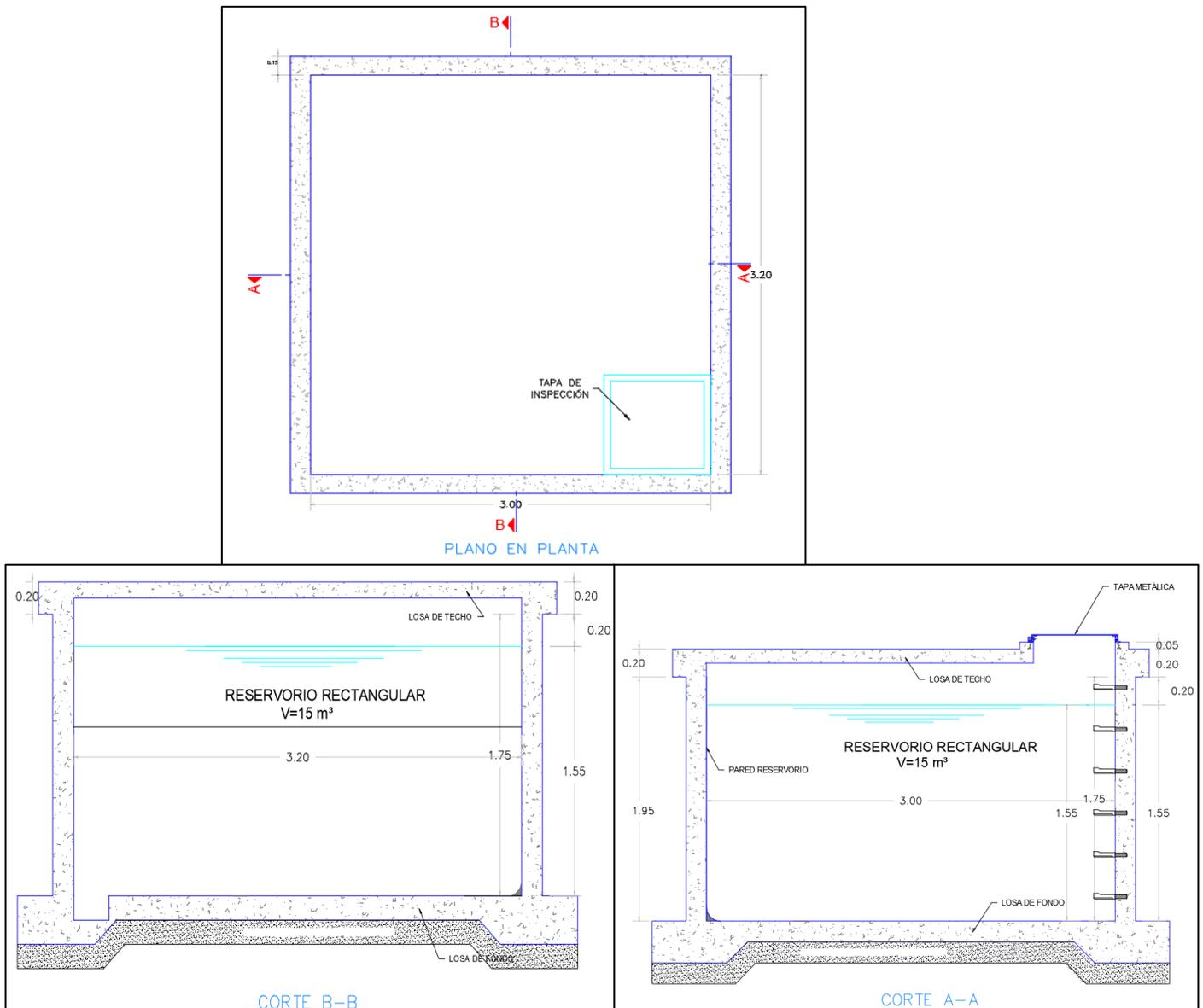
Ancho: 3.00 m

Altura: 1.55 m

Borde libre: 0.20 m

Volumen: 15 m³

Figura 20. Vista en planta y perfil del reservorio



Nota. La figura muestra las medidas reales tomadas en campo de la estructura del reservorio

La información tomada y medida en campo del reservorio, se detalla en la figura 20. Donde para la evaluación de demanda y toma de datos (coeficientes de variación) se considera una altura de 1.30 m, dejando 0.10m al fondo debajo de la tubería de distribución y 0.15 m de altura de reserva.

- **Variaciones del consumo diario y horario**

En el cálculo de las variaciones de consumo, primero se identifica el volumen de reserva el volumen por pérdidas operacionales de agua, a menudo se considera un 10% y 15 %. En total un 25% del volumen total del reservorio, además a ello el borde libre, que en campo se pudo verificar un borde libre del 0.2 m. Teniendo el volumen de regulación aproximado del reservorio existente, se toma las medidas manuales en tiempos de una hora, hasta las llegar al consumo máximo que tiene la población en un día. Las medidas fueron tomadas desde las 6:00 am, hasta 7:00 pm. Tener en consideración que la población determina el periodo de horas de consumo, para el sistema de 6 a 7 horas, donde este volumen de regulación es consumido en su totalidad, esto nos ayuda a calcular el caudal promedio (Qp). En el cálculo de los parámetros adimensionales K1 y K2, en aproximado se consumen en el tiempo de 11 a 13 horas. Quedando el tiempo restante, para nuevamente llenar el reservorio y tomar medidas el siguiente día.

En las tablas 26, 27, 28 y 29 del anexo 3, se puede verificar el procedimiento y los datos tomados en campo. En la tabla 8, se presenta el resumen de los resultados de los consumos en m³/día de las poblaciones.

Tabla 8. *Consumos diarios en m³/día de los caseríos de Nueva Libertad y parte alta del caserío de Quinuamayo*

Fecha	Consumo M3/Día
Jul/08/24	10.18
Jul/09/24	10.48
Jul/10/24	10.90
Jul/11/24	13.00
Jul/12/24	12.25
Jul/13/24	11.52
Jul/14/24	11.07
Aug/05/24	15.21
Aug/06/24	12.82
Aug/07/24	14.63
Aug/08/24	12.06
Aug/09/24	13.18
Aug/10/24	14.62
Aug/11/24	12.73
Aug/26/24	13.10
Aug/27/24	15.76
Aug/28/24	13.62
Aug/29/24	13.59
Aug/30/24	14.85
Aug/31/24	13.39
Sep/01/24	16.61
Sep/16/24	15.10
Sep/17/24	11.73
Sep/18/24	16.10

Sep/19/24	11.80
Sep/20/24	11.72
Sep/21/24	11.58
Sep/22/24	10.38
Promedio/día	13.00
Máximo/día	16.61

El día de mayor consumo es el 01 de septiembre del 2024, donde se muestra en la tabla 8. Para calcular K1, donde es un parámetro adimensional de variaciones diaria que ayuda a determinar el caudal máximo diario (Qmd).

Finalmente, mediante la ecuación (16), tenemos:

$$K1 = \frac{\text{Caudal máximo diario}}{\text{Caudal medio o promedio}}$$

$$K1 = \frac{16.61}{13.00}$$

$$K1 = 1.28$$

El valor determinado es de K1=1.28, parámetro muy cercano al dado por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

Para determinar el K2 tenemos la tabla 9. La tabla muestra las variaciones de volumen de consumo (m3/h), siendo el día 01 de septiembre del 2024, el día de mayor consumo horario. Asimismo, en la tabla 34 del Anexo 3, se muestra todos datos de consumo horario durante el desarrollo de la investigación.

Tabla 9. *Variación de volumen de consumo del sistema de los caseríos de Nueva Libertad y parte alta del caserío de Quinamayo*

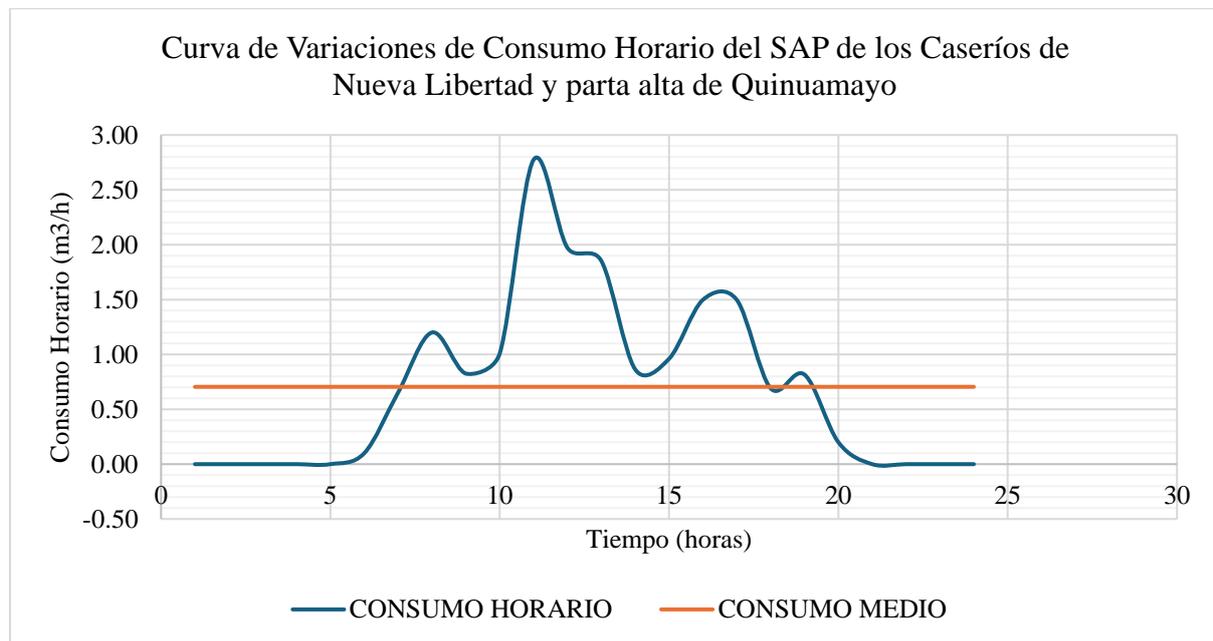
Tiempo (horas)		Variación de Volumen de Consumo (m3/h)
0	1	0.00
1	2	0.00
2	3	0.00
3	4	0.00
4	5	0.00
5	6	0.10
6	7	0.65
7	8	1.20
8	9	0.83
9	10	1.01
10	11	2.77
11	12	1.97
12	13	1.85

13	14	0.86
14	15	0.96
15	16	1.50
16	17	1.50
17	18	0.69
18	19	0.82
19	20	0.20
20	21	0.00
21	22	0.00
22	23	0.00
23	24	0.00
Max		2.77

El máximo consumo horario se da en las 10:00 a 11:00 am, esto porque las poblaciones hacen un mal uso del agua, principalmente dando agua a sus animales vacunos. Durante las visitas a campo se pudo evidenciar el uso irracional del agua.

En el grafico 2, se muestra las horas pico de mayor consumo y también el consumo medio.

Gráfico 2. Curva de variaciones de consumo horario del SAP de Nueva Libertad y parte alta del Caseríos de Quinua mayo



EL valor del K2, se determina dividiendo el caudal máximo horario entre el caudal medio horario. Aplicamos la ecuación (18).

$$K2 = \frac{\text{Caudal máximo horario}}{\text{Caudal medio horario}}$$

$$K_2 = \frac{2.77}{1.05}$$

$$K_2 = 2.63$$

El valor determinado es de $K_2=2.63$, parámetro obtenido en campo durante la evaluación realizada del sistema de abastecimiento. El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento nos da un valor recomendado de $K_2=2$, sin embargo, para la evaluación se toma el valor obtenido en campo para el diseño de la red de distribución.

- **Caudal promedio (Qp)**

El caudal promedio de demanda (Qp) se calcula con el volumen de regulación del reservorio y el número de horas promedio de consumo de la población, siendo 15m³ entre un promedio de 7 horas de consumo, entonces tenemos.

$$Q_p = 0.595 \text{ lps}$$

- **Caudal máximo diario (Qmd)**

El caudal máximo diario, se calcula aplicando la ecuación (15).

$$Q_{md} = K_1 \times Q_m$$

$$Q_{md} = 1.28 \times 0.595$$

$$Q_{md} = 0.76 \text{ lps}$$

Este caudal es el apropiado y definido para determinar el diámetro de la tubería de conducción del sistema de abastecimiento de los caseríos.

- **Caudal máximo horario (Qmh)**

El caudal máximo horario, se determina aplicando la ecuación (17)

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_m$$

$$Q_{mh} = 2.63 \times 0.595$$

$$Q_{mh} = 1.57 \text{ lps}$$

Este caudal es el apropiado y definido para determinar el diámetro de la tubería de distribución del sistema de abastecimiento de los caseríos de Nueva Libertad y parte alta del Quinuamayo.

En la tabla 10 se muestra los resultados, de los caudales y variaciones diarias horarias.

Tabla 10. *Caudales de operación y variaciones de consumo real del sistema de abastecimiento de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinamayo*

Unidades/Parámetros	l/s	adimensional
Caudal promedio (Qp)	0.595	-
Caudal máximo diario (Qmd)	0.760	-
Caudal máximo horario (Qmh)	1.570	-
Coefficiente variación diaria (K1)	-	1.28
Coefficiente variación horario (K2)	-	2.63

El ministerio de vivienda construcción y saneamiento (2018), da alcances y parámetros definidos para ser utilizados en estudios de inversión pública o privada, siendo el coeficiente de variación diaria (K1) igual a 1.3. Sin embargo, en la tabla 8, se muestra una data de resultados obtenidos y evaluados en campo. En la investigación el coeficiente de variación diaria (K1) es de 1.28, siendo el utilizado para estudios en el distrito la Libertad de Pallán, caseríos de Nueva Libertad y parte de Quinamayo, El valor encontrado es muy cercano al especificado en la norma, con esto podemos concluir que los valores a utilizar dependen de las condiciones y variaciones geográficas, siendo diferentes en cada región y lugar. Para el estudio de investigación se puede decir que se ajusta a la norma, y que se pueden tomar como datos de diseño para estudios futuros.

En el análisis de la variación de consumo horario (K2) según norma indica un valor de 2.0. En el estudio de investigación para el sistema de abastecimiento de los caseríos de Nueva Libertad y parte de Quinamayo es $K2=2.63$, valor relativamente lejano a lo especificado en la norma. Una vez más se concluye que las variaciones dependen del lugar geográfico y condiciones de estudio. En la investigación se utiliza el valor de $K2=2.63$ para calcular el caudal máximo horario.

- **Volumen de regulación del reservorio mediante el método analítico y diagrama masa.**

La norma del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, indica que el volumen de regulación o volumen de almacenamiento debe ser del 25% al 30% de la demanda diaria anual (Qp), sin embargo, para la investigación vamos a calcular el porcentaje de volumen de regulación real con los datos obtenidos en campo, mediante dos métodos.

• **Método Analítico (Ingreso-Salida)**

El método analítico se fundamenta en la simulación o balance entre el agua disponible y las necesidades de agua, se tiene la siguiente ecuación:

$$V_{REG} = MAX_{VARIACIÓN(+)} + MAX_{VARIACIÓN(-)} \quad (25)$$

En la tabla 11 se muestra los valores de variaciones de agua consumida por hora, producción promedio y volumen de variación.

Tabla 11. *Volumen de variación según el método analítico para el sistema de abastecimiento de los caseríos de Nueva Libertad y parte alta del caserío de Quinuamayo*

Hora	Vol agua consumida por hora (m3)	Variación de Vol consumo (m3/h)	Producción Promedio (m3)	Volumen Variación Parcial (m3)	Vol. Variación (m3)
1	0.00	0.00	0.70	0.70	0.70
2	0.00	0.00	0.70	0.70	1.41
3	0.00	0.00	0.70	0.70	2.11
4	0.00	0.00	0.70	0.70	2.82
5	0.00	0.00	0.70	0.70	3.52
6	0.10	0.10	0.70	0.60	4.13
7	0.65	0.75	0.70	0.05	4.18
8	1.20	1.95	0.70	-0.50	3.68
9	0.83	2.78	0.70	-0.12	3.56
10	1.01	3.79	0.70	-0.30	3.26
11	2.77	6.56	0.70	-2.07	1.19
12	1.97	8.53	0.70	-1.27	-0.08
13	1.85	10.39	0.70	-1.15	-1.22
14	0.86	11.25	0.70	-0.16	-1.38
15	0.96	12.21	0.70	-0.26	-1.64
16	1.50	13.71	0.70	-0.79	-2.43
17	1.50	15.20	0.70	-0.79	-3.23
18	0.69	15.90	0.70	0.01	-3.21
19	0.82	16.71	0.70	-0.11	-3.32
20	0.20	16.91	0.70	0.50	-2.82
21	0.00	16.91	0.70	0.70	-2.11
22	0.00	16.91	0.70	0.70	-1.41
23	0.00	16.91	0.70	0.70	-0.70
24	0.00	16.91	0.70	0.70	0.00
MAX. DIFERENC. (+)					4.18
MAX. DIFERENC. (-)					-3.32
VOLUMEN					7.50

- El porcentaje de volumen de regulación (V_{REG}), aplicando la ecuación 20, es de 7.50m3.

Para calcular el porcentaje de volumen de regulación por el método analítico se calcula aplicando la ecuación 12.

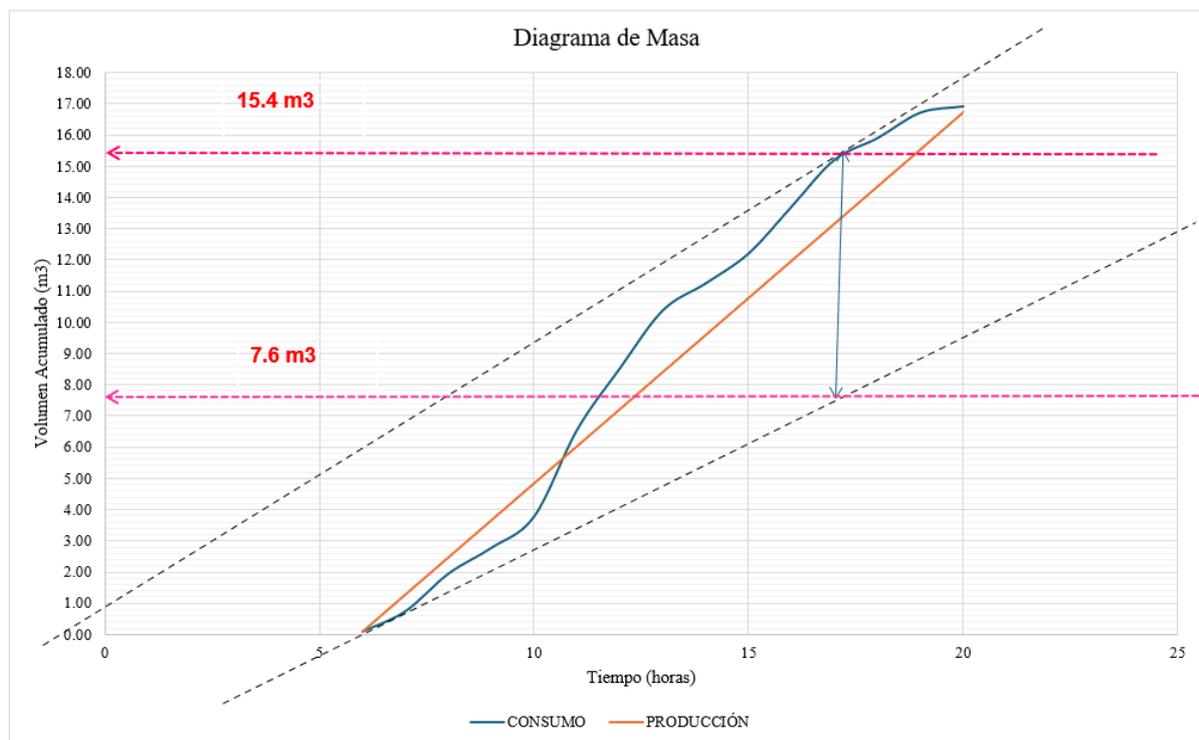
$$V_{reg} = \% * Qp$$

$$\% = 21.44$$

El porcentaje de regulación del reservorio apoyado del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Nueva Libertad y parte alta de Quinamayo es del 21.44% según el método analítico. Es un valor diferente al indicado en la norma del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. El MVCS, indica considerar valores del 25% al 30%. En el estudio consideramos los datos obtenidos en campo, es decir el valor del 21.44% de volumen de regulación.

- **Método Gráfico (Análisis del Diagrama de Masa)**

Gráfico 3. Diagrama de masa del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinamayo



El volumen de regulación es igual a 15.4m³ – 7.6 m³.

$$V_{REG} = 7.80 \text{ m}^3$$

Para calcular el porcentaje de volumen de regulación mediante el diagrama de masa se calcula aplicando la ecuación 12.

$$V_{reg} = \% * Qp$$

$$\% = 20.24$$

El porcentaje de regulación del reservorio apoyado del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo es del 20.24% según el método gráfico (análisis mediante el diagrama de masa). Es un valor diferente al indicado en la norma del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, pero muy cercano al obtenido mediante el método analítico 21.44%. Por lo tanto, para nuestra investigación consideramos el valor mayor de los dos métodos, siendo un valor de 21.44%.

Sin embargo, se recomienda, para fines de diseño en el sistema de abastecimiento de agua potable de los caseríos considerar un porcentaje de volumen de regulación del 25%.

- **Volumen total del reservorio apoyado y propuesta de dimensionamiento**

Según el Anexo RM 192-2018 Vivienda Construcción y Saneamiento, el volumen total de almacenamiento se define como la suma del volumen de regulación (V_{reg}), Volumen de reserva (V_2).

El volumen de regulación definido y calculado en campo con mediciones reales durante el tiempo del estudio de la investigación, calculado por el método del diagrama de más es de 7.60 m³.

$$V_{REG} = 7.80 \text{ m}^3$$

En el cálculo del volumen de reserva, de acuerdo con norma se considera un 0.15% del volumen total de almacenamiento.

$$V_{reserva} = 0.15 * 9.18$$

$$V_{reserva} = 1.38 \text{ m}^3$$

El volumen total del reservorio apoyado para el sistema de abastecimiento de los caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo, se calcula de la siguiente manera.

$$V_T = \frac{7.80 \text{ m}^3}{0.85}$$

$$V_T = 9.18 \text{ m}^3$$

Con fines de diseño se puede concluir que el volumen de diseño del reservorio es de 10 m³. Las medidas propuestas o sugeridas son de 2.5m de ancho, 2.5m largo y 1.60m de altura, con un borde libre de 0.40 m.

Durante las visitas a campo el volumen del reservorio es de 15 m³, con medidas de 3 m de ancho, 3.2 m de largo y 1.55 m de altura, con borde libre de 0.2m. Entonces, se puede verificar que el reservorio para los caseríos de Quinumayo y Nueva Libertad presenta un sobredimensionado. Por lo tanto, se sugiere tomar en cuenta el análisis y medias detalladas líneas arriba. En resumen, se muestra la tabla 12.

Tabla 12. Propuesta de dimensionamiento y dimensiones reales del reservorio del sistema de abastecimiento

Estructura	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Borde Libre (m)	Volumen del Reservorio (m ³)
Reservorio 10 m ³ (Propuesta Mejora)	2.5	2.5	1.6	0.4	10
Reservorio 15 m ³ (Existente)	3.2	3	1.55	0.2	15

4. Línea de aducción

En el diseño de la línea de aducción se toma como punto de partida el caudal máximo horario (Q_{mh}) para determinar el diámetro de la tubería.

$$Q_{mh} = 1.57 \text{ lps}$$

Si la velocidad es mínima de 0.6 m/s, determinamos el máximo diámetro de la tubería.

$$D_{max} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

$$D_{max} = \sqrt{\frac{4 * 0.00157}{\pi * 0.6}} = 0.058m \approx 2.27 \text{ pulg}$$

Con la velocidad máxima de 3 m/s, determinamos el diámetro mínimo de la tubería.

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 * 0.00157}{\pi * 3}} = 0.0260m \approx 1.02 \text{ pulg}$$

El diámetro de la línea de aducción está entre los rangos de 1.02 pulg y 2.27 pulg. Por lo tanto, se puede elegir una tubería de 1 ½”.

Durante la verificación en campo, la tubería encontrada es de 1 ½”, por tanto, se concluye que es la correcta para su sistema de agua potable de los caseríos de Nueva Libertad y Quinuamayo.

5. Red de distribución

La línea de distribución es una red abierta en zona rural, esta es diseñada con el caudal máximo horario (Qmh). Para el estudio y evaluación realizamos la simulación mediante el software de modelamiento WaterCAD.

En el modelamiento con el software, se requiere como información de entrada los diámetros de las tuberías observadas en campo y con el caudal máximo horario (Qmh), verificamos las presiones y velocidades, teniendo en cuenta su topografía del terreno. Así mismo, plantear propuestas de mejora según la normativa vigente para gestionar la demanda poblacional de los Caseríos.

Además, a ello, con la finalidad de obtener resultados más acertados se toma las presiones dinámicas en las 69 conexiones domiciliarias del sistema de abastecimiento, utilizando un manómetro acoplado al grifo como se muestra en las fotografías. Las mediciones de presiones dinámicas se toman a lo largo de la investigación, teniendo en cuando los días de mayor demanda o consumo.

Fotografía 16. *Mediciones de las presiones dinámicas en campo del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo*



Fotografía 17. *Mediciones de la presión dinámica en la vivienda V66 del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo*



Fotografía 18. *Mediciones de la presión dinámica en la vivienda V41 del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo*



Las presiones dinámicas fueron tomadas en su totalidad, se ha monitoreado a las 69 conexiones domiciliarias de los caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo, dentro de ellas se ha encontrado viviendas con un registro de cero de presión. La tabla 13 muestra los resultados obtenidos durante el monitoreo en campo. Asimismo, en el Anexo 1 se adjunta las tablas 21 y 22 con el número y nombre de los usuarios, asimismo en el anexo 7 los planos topográficos.

Tabla 13. *Presiones dinámicas del SAP de los caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo*

Nº	ESTE	NORTE	COTA	PRESIÓN (bar)	PRESIÓN (m.c.a)
V1	800102.924	9263080.859	3368.051	3.80	38.76
V2	800361.390	9262869.416	3361.390	2.00	20.40
V3	800437.956	9262841.005	3356.131	3.60	36.72
V4	800534.004	9262689.086	3349.697	3.40	34.68
V5	800614.026	9262636.886	3347.382	3.20	32.64
V6	800730.158	9262567.225	3337.145	0.60	6.12
V7	800855.951	9262498.875	3326.048	3.20	32.64
V8	801024.570	9262452.142	3331.790	0.60	6.12
V9	801075.677	9262236.581	3313.964	1.00	10.20
V10	801282.070	9262053.524	3313.656	0.80	8.16
V11	801223.900	9261984.200	3282.461	5.60	57.12
V12	801335.196	9262032.021	3308.792	1.20	12.24
V13	801295.264	9261948.812	3281.380	4.60	46.92
V14	801248.607	9261905.783	3269.053	4.00	40.80
V15	801315.064	9261804.961	3255.635	2.00	20.40
V16	801574.498	9261449.991	3200.686	3.20	32.64
V17	801574.747	9261418.343	3201.211	3.20	32.64
V18	801587.193	9261385.616	3200.788	2.60	26.52
V19	801556.712	9261347.017	3198.738	2.40	24.48
V20	801501.925	9261330.016	3195.555	3.50	35.70
V21	801766.450	9261188.757	3196.894	2.20	22.44
V22	801676.327	9261435.707	3220.195	1.80	18.36
V23	801965.963	9260979.821	3196.482	4.50	45.90
V24	801853.634	9261208.211	3212.325	0.50	5.10
V25	802003.684	9261126.432	3223.453	8.50	86.70
V26	802447.639	9260688.611	3332.338	0.00	0.00
V27	802479.756	9260641.232	3337.271	0.00	0.00
V28	803354.677	9260338.460	3339.202	0.00	0.00
V29	803397.235	9260007.038	3281.120	3.40	34.68
V30	803916.033	9259782.119	3353.395	0.00	0.00
V31	804047.028	9259730.497	3359.400	0.00	0.00
V32	804127.943	9259604.737	3357.951	0.00	0.00
V33	804034.506	9259619.923	3332.968	0.00	0.00
V34	804039.484	9259553.500	3324.034	0.00	0.00
V35	803942.480	9259540.229	3290.668	0.00	0.00
V36	803884.154	9259482.164	3265.108	0.30	3.06
V37	803826.418	9259537.004	3254.168	0.30	3.06
V38	803885.660	9259709.844	3319.938	0.00	0.00
V39	803636.694	9259764.780	3276.634	3.10	31.62
V40	803634.134	9259770.849	3274.183	4.80	48.96

V41	802421.806	9260332.882	3258.002	3.40	34.68
V42	802463.413	9260269.674	3245.217	0.30	3.06
V43	802623.732	9260313.706	3263.284	0.20	2.04
V44	802660.084	9260224.427	3237.894	0.80	8.16
V45	802672.231	9260153.446	3223.324	2.50	25.50
V46	802989.051	9260132.202	3247.276	0.20	2.04
V47	803035.448	9259992.915	3229.821	2.40	24.48
V48	803083.554	9259931.172	3222.115	2.30	23.46
V49	802970.368	9259955.315	3213.297	0.50	5.10
V50	802934.930	9259984.040	3214.504	0.20	2.04
V51	802468.120	9260179.319	3225.577	0.70	7.14
V52	802406.442	9260139.943	3207.104	0.60	6.12
V53	802274.185	9260257.736	3208.419	0.30	3.06
V54	802245.668	9260195.326	3183.770	2.20	22.44
V55	802250.435	9260127.991	3171.047	2.30	23.46
V56	802453.118	9260090.898	3201.188	0.50	5.10
V57	802404.716	9260023.545	3176.787	1.00	10.20
V58	802469.571	9260007.738	3186.152	0.10	1.02
V59	802451.168	9259964.145	3174.126	0.10	1.02
V60	802452.637	9259933.326	3168.646	0.60	6.12
V61	802542.251	9260132.288	3218.843	3.40	34.68
V62	802541.271	9260057.506	3205.455	0.90	9.18
V63	802662.611	9260034.457	3192.638	2.50	25.50
V64	802626.122	9259801.613	3158.971	5.60	57.12
V65	802687.192	9259747.211	3156.478	5.30	54.06
V66	802469.996	9259731.273	3125.413	6.20	63.24
V67	802581.740	9259701.274	3133.863	4.30	43.86
V68	802701.654	9259638.570	3135.932	6.10	62.22
V69	802735.730	9259595.930	3121.601	7.60	77.52

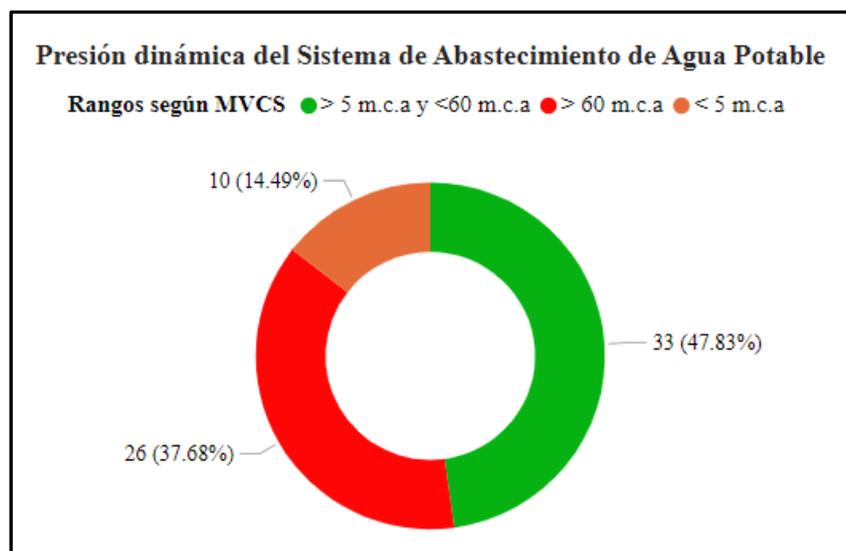
En la tabla 13 muestra los resultados de las presiones dinámicas, con una presión máxima de 86.70 mca, ubicado en la vivienda (V25), y con una presión mínima de 0.00 mca en las viviendas V26, V27, V28, V30, V31, V38, V33, V35, V34 y V32 que equivale a 0.0 bar. El reglamento RM-192-2018, menciona que la presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no será menor de 5 m.c.a y la presión estática no será mayor de 60 m.c.a. Basándose en la normativa, durante el estudio y mapeo de los puntos de presión en las viviendas se encontraron puntos por debajo del reglamento, esto explica las fallas e ineficiencia en el sistema de agua de consumo humano.

Para el modelamiento de la red de distribución y los puntos de alimentación en todo el Sistema de Agua de consumo humano en WaterCAD, se realizó el levantamiento topográfico de todo el sistema, obteniendo las coordenadas y altitudes del terreno. Los resultados en las viviendas son las presiones modeladas para un escenario dinámico y estático, asimismo el gradiente hidráulico. En la red de tuberías, se obtiene las velocidades, perdidas de carga, caudales y longitudes.

En la tabla 39 del Anexo 5, se muestra los resultados del modelamiento en un escenario dinámico, asimismo en el anexo 8 se muestran los planos de modelamiento plano M-1, M-2, M-3, M-4, M5, M-6, M-7, M-8, M-9, M-10, M-11.

El gráfico 4 muestra la interpretación de los resultados, las presiones dinámicas en 26 viviendas están sobre 60 m.c.a. con una presión máxima $P_{max}=137$ m.c.a en la V19, asimismo 10 viviendas menores a 5 m.c.a. El 47.83% de las conexiones domiciliarias equivalente a 33 viviendas están dentro de los rangos recomendados por la normativa del MVCS. Este resultado explica algunas deficiencias permanentes en su sistema de abastecimiento de agua potable en los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo.

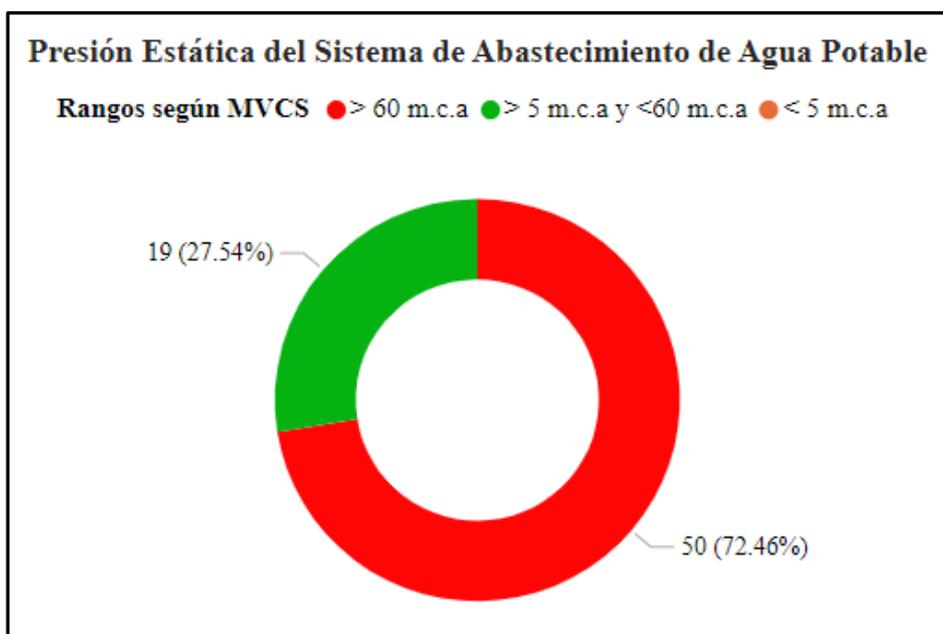
Gráfico 4. *Presiones dinámicas en las 69 conexiones domiciliarias del sistema de agua potable en los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo.*



En la tabla 40 del Anexo 5, se muestra los resultados del modelamiento en un escenario estático, asimismo en el gráfico 5 muestra la interpretación de los resultados.

Las presiones estáticas en 50 viviendas están sobre 60 m.c.a. con una presión máxima $P_{max}=216$ m.c.a. El 72.46% de las conexiones domiciliarias están fuera de los rangos recomendados por la normativa del MVCS y únicamente el 27.54% equivalente a 19 viviendas que están dentro de los parámetros normales. Este resultado explica las deficiencias permanentes como rupturas de las tuberías en su sistema de abastecimiento de agua potable en los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo.

Gráfico 5. Presiones estáticas en las 69 conexiones domiciliarias del sistema de agua potable en los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo.

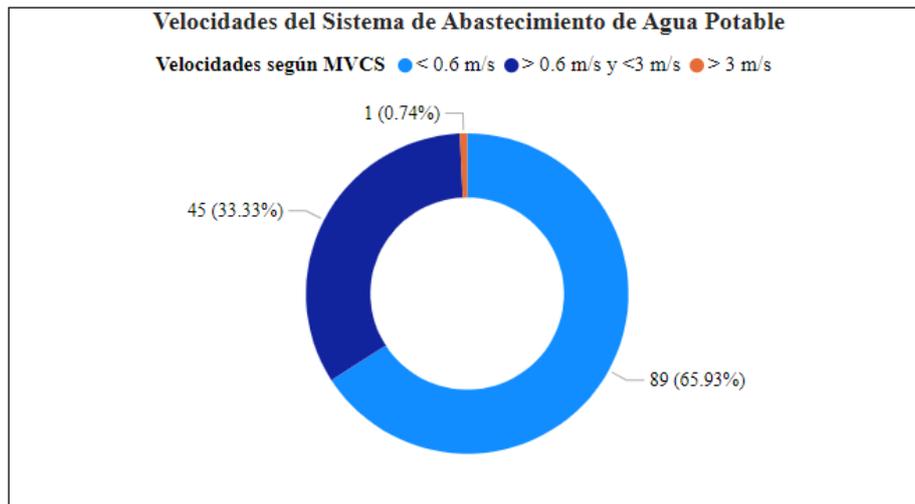


Los resultados en su mayoría técnicamente no cumplen con la normativa vigente: “La Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua Para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural”. (RM-192-2018-VIVIENDA), del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento indica que la presión máxima estáticamente es 60 m.c.a y la mínima 5 m.c.a en zonas rurales.

La normativa del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, indica que, la velocidad mínima no será menor a 0.6 m/s y una velocidad máxima admisible de 3 m/s y en otro caso debidamente sustentado hasta 5 m/s. En la red de conducción, aducción y distribución del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Caserío de Nueva Libertad y parta alta de Quinuamayo, las velocidades en un 65.93% están por debajo de los 0.6 m/s. En el gráfico 6 se muestra las velocidades, en un 33.33% del sistema dentro la normativa entre 0.6 m/s y 3 m/s y

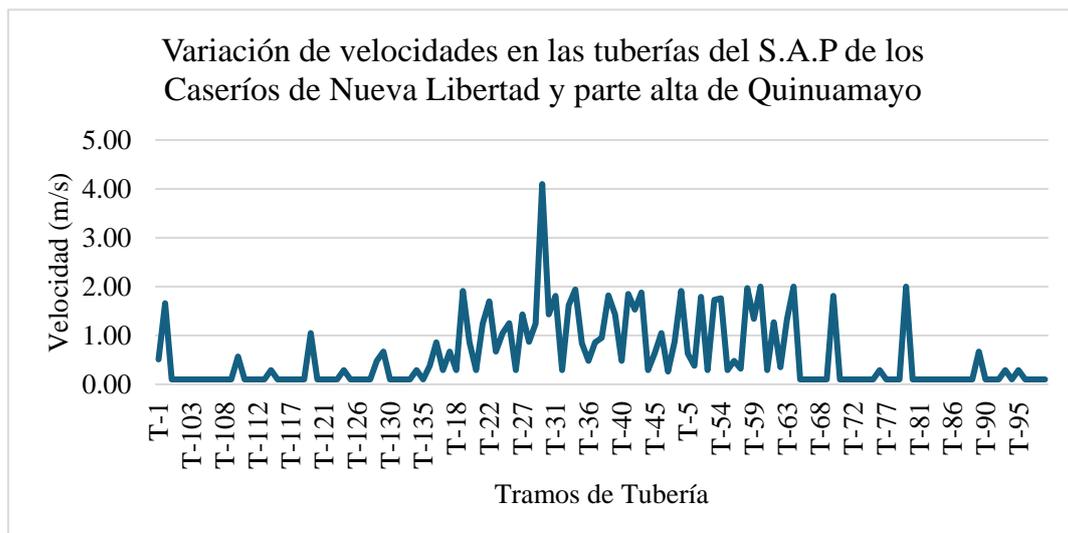
el 0.74% sobre los 3 m/s, así mismo el detalle del cuadro de velocidades, caudales, perdidas de carga, diámetros y rugosidad se adjuntan en la tabla 44 del Anexo 6.

Gráfico 6. Velocidades en las tuberías que cumplen con el RM-192-2018-VIVIENDA en el sistema de agua potable en los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo.



En el gráfico 7 se muestra la variación de velocidades, a lo largo de los tramos de las tuberías del sistema.

Gráfico 7. Variación de velocidades en el sistema de agua potable en los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo



5.1. Análisis de sobrepresión en el tramo más crítico (Golpe de Ariete)

Para el análisis de sobrepresión por golpe de ariete de toma el tramo más crítico de la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua de consumo humano de los caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo.

Mediante el modelamiento con WaterCAD en un escenario dinámico el tramo 59 de la tubería tiene una sobrepresión de 106 m.c.a.

Ahora analizamos la sobrepresión mediante las ecuaciones de flujo transitorio y así proponer una cámara rompe presión y clase de tubería a recomendar.

Los parámetros de diseño son,

Cota nivel de inicio: 3267.00 msnm

Cota de llegada: 3225.00 msnm

Longitud de la tubería (L): 580 m

Coefficiente de fricción (f)= 0.099

Velocidad: 1.34 m/s

Diámetro interior de la tubería 17.40 mm.

- Determinamos la Celeridad de Onda de presión (a), utilizamos la ecuación (20).

$$\sigma = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K_c \frac{D_i}{e}}}$$
$$K_c = \frac{10^{10}}{E}$$

E: Modulo de elasticidad, E=2.75*10⁸

Di: Diámetro interno, 17.40 mm

e: Espesor de la tubería, 1.8 mm

$$\sigma = 495.11 \text{ m/s}$$

- Determinamos el tiempo crítico aplicando la ecuación (19).

$$T_c = \frac{2 * L}{\alpha}$$

$$T_c = \frac{2 * 580}{495.11}$$

$$T_c = 2.34$$

- Determinamos el tiempo de maniobra (T), usamos la ecuación (21)

$$T = C + \frac{K * L * V}{g * Hm}$$

Los parámetros K y L, se detalla en la literatura según las condiciones a cumplir siendo, C=1 y K=1.5.

Hm es la altura dinámica total que se calcula sumando la altura estática (He) más pérdidas por fricción (Hf).

$$Hm = 112 \text{ m}$$

Entonces, T = 2.06 s.

Mediante las condiones estipuladas si $T \leq T_c$, existe un cierre rápido, por tanto, existe golpe de ariete.

Utilizamos la ecuación (23) de Allieve,

$$\Delta H = \frac{a * V_0}{g}$$

Donde la variación de la presión en m.c.a es,

$$\Delta H = 67.63 \text{ m. c. a}$$

La presión total resulta de la suma de la altura dinámica total mas la variación de presión por golpe de ariete.

$$P_{max} = H_m + \Delta H$$

$$P_{max} = 112 + 67.63$$

$$P_{max} = 179.63 \text{ m. c. a}$$

Por tanto, el sistema tendrá una caja rompe presión tipo 7, el cual eliminará el golpe de ariete y la sobrepresión en el tramo, además se propone una tubería PVC-C10.

6. Operación y mantenimiento del sistema de agua potable del caserío de Nueva Libertad y parte Alta de Quinuamayo.

La operación y mantenimiento en el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo es designada por la junta directiva. Sin embargo, según los señores del comité y visto la realidad en campo, la operación y mantenimiento es realizado en un promedio de cada 4 meses.

Visto la situación actual y pese a la bastante demanda poblacional los mantenimientos no lo están realizando adecuadamente, se encontraron en pésimas condiciones, el reservorio con poquísima pintura, la tapa del reservorios y cajas sin pintura, con bastante oxido, cerco perimétrico en mal estado, sin zanja de coronación. Además, no se realiza una cloración periódica, el tanque que se encuentra instalado no lo están funcionando.

En las redes de conducción, aducción y distribución no se realiza una limpia del camino por donde es la red, estando con bastantes arbustos y malezas. Y debido a las rupturas constantes de las tuberías que se tiene se complica para tener monitoreado de manera más cómoda y efectiva, detectando las fugas de agua.

En conclusión, la operación y mantenimiento del sistema de agua potable está en un pésimo estado, siendo esto uno de los factores en el déficit del recurso agua para muchas familias de los caseríos.

B. Sistema de abastecimiento de agua de consumo humano de la parte baja del caserío de Quinuamayo

1. Captación

La captación de ladera “campitos” tiene tres estructuras, como la zona de afloramiento, cámara húmeda y cámara seca. Las tres estructuras de concreto armado. La longitud de afloramiento a la cámara húmeda es de 1.10 m.

Sin embargo, se calculamos según lo indicado para verificar las dimensiones en campo.

$$h_0 = 1.56 * \frac{v_2^2}{2g} = 1.56 \frac{0.6^2}{2 * 9.81}$$

$$h_0 = 0.0029m$$

La carga del agua sobre el orificio, según la normativa del ministerio de vivienda construcción y saneamiento, mínimamente es de 0.30 m., asumimos 0.40 m.

$$H=0.40 \text{ m}$$

$$\text{Calculamos } H_f=0.40-0.029$$

$$H_f= 0.37m$$

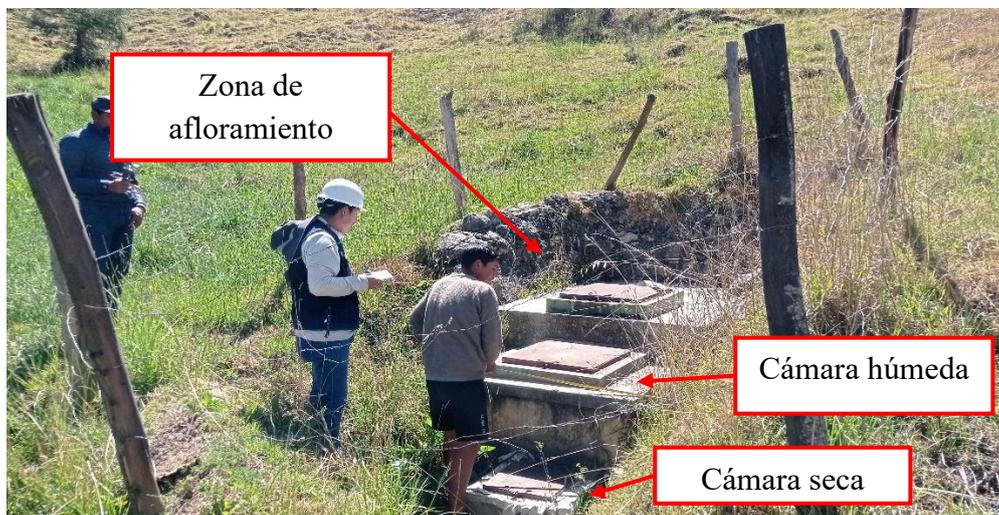
La distancia entre el afloramiento y la cámara humera es de 1.25m.

$$L = \frac{H_f}{0.3}$$

$$L = 1.238 \text{ m} \cong 1.25 \text{ m}$$

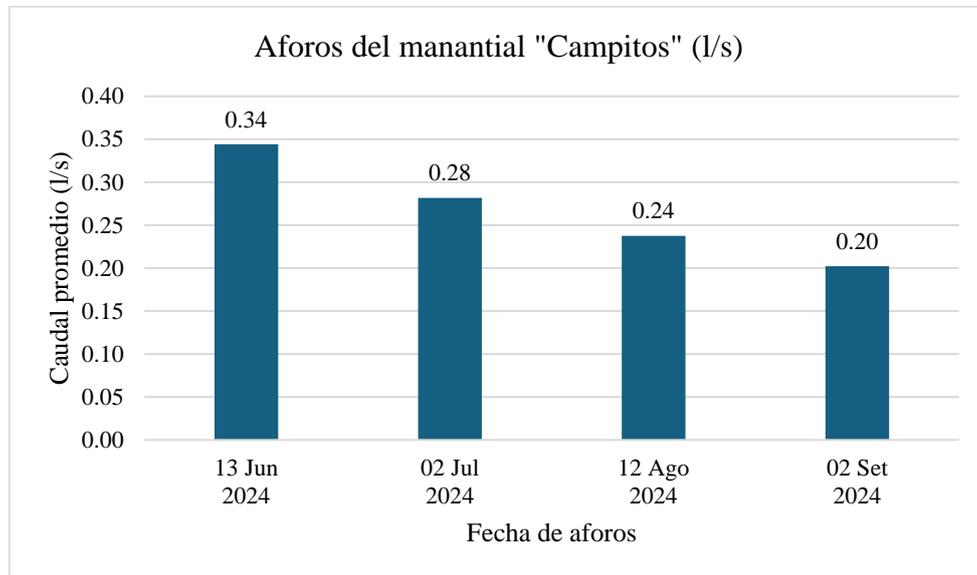
Según el cálculo realizado la longitud que existe en la estructura del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Quinuamayo, no cumple con lo establecido. Siendo menor en 0.15 m aproximadamente. Por tanto, será planteado como propuesta de mejora. En la fotografía se visualiza los componentes de la estructura de captación.

Fotografía 19. *Evaluación de la captación “campitos” del SAP de caserío de Quinuamayo*



Los aforos se realizaron utilizando el método volumétrico, durante 4 meses, en lapsos de tiempo de 3 semanas, como se muestra en el siguiente gráfico. Los datos obtenidos están en la tabla 25 del anexo 2.

Gráfico 8. *Aforos del manantial del SAP del caserío de Quinamayo*



En la investigación los periodos de aforos realizados fueron desde inicios de la época de estiaje, sin embargo, en la investigación se toma como dato o parámetro de evaluación el aforo máximo. Esto indica que, para el análisis comparativo con las estructuras existentes es considerando el caudal de 0.34 lps como caudal máximo de la fuente. Los demás registros son importantes para ver la gestión de la demanda poblacional, teniendo en cuenta que el caudal mínimo es de 0.2 lps y en base a esto proponer alternativas de mejora y poder mejorar el servicio de agua potable, durante todos los meses del año.

A. Cámara húmeda de la captación

En el manual del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, recomienda, para verificar el volumen de retención de la cámara aplicar la ecuación (1).

$$t=3\text{min}$$

$$Vol = Q * t = 0.34 * 180 = 61.2 L$$

Donde:

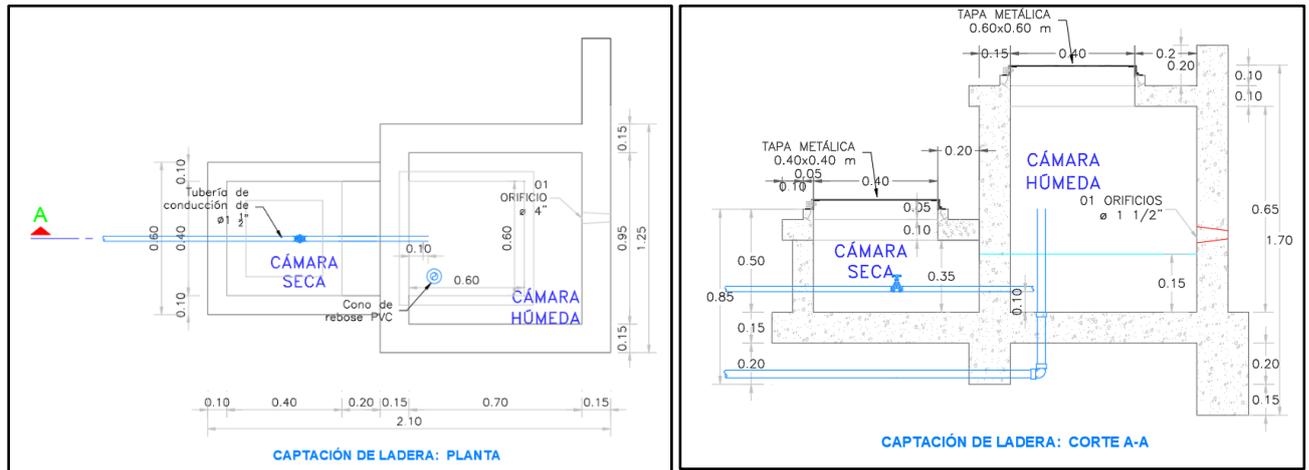
Q: caudal de diseño (l/s)

t: tiempo de verificación (segundos)

Vol: volumen de la cámara húmeda.

Las medidas de la estructura en campo de la cámara húmeda y cámara seca para el sistema fueron:

Figura 21. Vista en planta y perfil de la cámara húmeda y cámara seca de la captación de ladera



Nota. La figura muestra las medidas reales tomadas en campo de la estructura de captación de ladera

Con las medidas tomadas en campo de la cámara húmeda del manantial “campitos” su volumen de retención sería de 80 lps. En la verificación se puede concluir que la estructura de la cámara húmeda está muy sobredimensionada de acuerdo con las consideraciones por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

B. Ancho de Pantalla

En el diseño y cálculo del ancho de pantalla, utilizamos la ecuación 5, donde partimos de la ecuación 3:

$$Q_{\text{máx}} = V * A * C_d$$

Qmax: 0.34 l/s

Coefficiente de descarga: 0.60

$$V = C_d * \sqrt{2 * g * H}$$

$$V = 1.68 \text{ m/s}$$

Es la velocidad de paso teórica a la entrada de la tubería, pero el reglamento del ministerio de vivienda indica que, la velocidad máxima es 0.60 m/s, por tanto, consideramos el valor de 0.60 m/s.

Reemplazando en la ecuación 3,

El diámetro de la tubería de ingreso (Orificios)

$$D_c = 0.035 \approx 1.365 \text{ pulg}$$

Se asume un diámetro comercial $D_a=1.50$ pulg.

Conociendo el diámetro de los orificios calculados y asumidos comercialmente, calculamos el número de orificios. Aplicamos la ecuación 4,

$$NA = \frac{\text{Área del diámetro calc.}}{\text{Área del diámetro asumido}} + 1 = \left(\frac{D_c}{D_a}\right)^2 + 1$$

Donde:

NA: número de orificios

$$NA = \left(\frac{1.365}{1.5}\right)^2 + 1$$

$$NA = 2 \text{ orificios}$$

Teniendo el diámetro de los orificios y el número de orificios se calcula el ancho de pantalla (b), aplicamos la ecuación 5.

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

Ancho de pantalla (b)= 0.70 m.

El ancho de pantalla calculado de 0.70 m, no cumple con el ancho diseñado en campo de 0.95m, además se debe de diseñar con 2 orificios de 1 ½”. La captación “campitos” actualmente tiene un solo orificio de 1 ½”, no cumplimiento con la normativa.

C. Altura de la cámara húmeda

Para calcular la altura de la cámara húmeda utilizamos las fórmulas 6 y 7 respectivamente.

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

Donde:

A: 10 cm (Altura desde la base de la caja hasta la tubería de salida) según el MVCS.

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

- Siendo la tubería de conducción de 1 ½", es decir 0.038 m.

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

- En las visitas en campo, durante la evaluación, el nivel del agua es de 15 cm, y el único llorón está ubicado a 5 cm del nivel del agua.

H: este parámetro es la altura del agua sobre la canastilla, según el MVCS recomienda una altura mínima de 30 cm, donde primeramente calculamos.

$$h_0 = 1.56 * \frac{v_2^2}{2g}$$

Donde:

h= Carga requerida en m.

V= Velocidad promedio en salida de la tubería de la línea de conducción en m/s.

g= Aceleración de la gravedad igual 9.81 m/s².

$$h_0 = 1.56 * \frac{v_2^2}{2g} = 1.56 \frac{Qmd^2}{2gA^2} = \frac{0.00054^2}{2 * 9.81 * 0.001^2}$$

$$h_0 = 0.018m$$

Donde:

Qmd: caudal máximo diario (m³/s)

A: área de la tubería de salida en m².

De modo que la altura no cumple con la mínima se considera la recomendada por el MVCS, de 0.30 m.

E: La norma recomienda del 0.30 m. de borde libre.

- Teniendo los resultados, se calcula una altura Ht total de 0.84 m. Este resultado es según calculo hidráulico sin embargo por temas constructivos se puede considerar una altura de 1.00 m.
- Con los resultados comparados en campo, se puede concluir que el diseño de la altura de la cámara húmeda no cumple, siendo esta de 0.65 m.

D. Dimensionamiento de la canastilla

El dimensionamiento de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (Dc). Por tanto, el diámetro de la canastilla es de 3 pulg.

El reglamento RM-173-2018, de vivienda recomienda que se mayor a 3Da y menor que 6Da.

$$3D_a < L_a < 6D_a$$

$$11.43 \text{ cm} < L_a < 22.86 \text{ cm}$$

Se puede considerar una longitud de la canastilla es de 20.0 cm, con un ancho de ranura de 5mm y largo de 7 mm, siendo un total de 0.000035m².

El área total de las ranuras es de 2 veces el área calculada del diámetro comercial de la tubería de los llorones. El área total es de 0.00228 m². Además, el área total debe ser menor que el 50% del área lateral de la granada (Ag), calculando un área lateral de 0.0239 m². Finalmente se calcula el número de ranuras aplicando la ecuación 8,

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

$$N^{\circ}_{RANURAS} = \frac{0.00228 \text{ m}^2}{0.000035 \text{ m}^2}$$

$$N^{\circ}_{RANURAS} = 65 \text{ ranuras}$$

Durante la evaluación exhaustiva en campo, se confirmó que la tubería de conducción es de 1 ½”, en efecto el diámetro de la canastilla sería de 3”. Sin embargo, se identificó que el sistema no tiene canastilla, por lo que la probabilidad de arreste de sedimentos es mayor. Como propuesta de mejora se plantea las condiciones y medidas la mencionadas anteriormente. Una canastilla de 3” de diámetro, 20 cm de longitud y finalmente, de 65 ranuras.

E. Tubería de rebose

La tubería de limpia se diseña con el gasto máximo de la fuente, para ello utilizamos la ecuación (9).

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

Donde:

Qmax: gasto máximo de la fuente (l/s)

S: pérdida de carga unitaria en (m/m)

D_r : diámetro de la tubería de rebose (pulg)

$$D = 0.71 * \frac{(0.34)^{0.38}}{(0.15)^{0.21}}$$

El diámetro de la tubería de rebose es de 1.135 pulg, asumiendo un diámetro comercial de 1.5". En campo se verificó que el diámetro de la tubería de rebose es de 1.5', donde se confirma el dimensionamiento correcto.

Además, a ello se identificó que no tiene cono de rebose, siendo planteado como propuesta de mejora.

2. Tubería de conducción

La tubería de conducción es diseñada con el caudal máximo diario (Qmd). En el sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Quinamayo durante las visitas a campo se identifica una tubería de conducción de 1 ½" de diámetro.

En el desarrollo de cálculo del caudal máximo diario (Qmd), se realiza primeramente un análisis de datos en campo, analizando los días de máximo consumo por la población, durante un lapso de 1 mes distribuido en 3 meses, siendo el tiempo de estudio de la investigación. Teniendo estos datos, se tiene el Qmd.

$$Qmd = 0.54 \text{ lps}$$

Con el caudal máximo diario, calculamos el diámetro de la tubería de conducción. Por ello, aplicamos la ecuación 19.

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

Las velocidades admisibles que la literatura recomienda y que deben cumplir son las siguientes:

- La velocidad mínima no debe ser inferior a 0.60 m/s.
- La velocidad máxima debe ser de 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s con razones justificables.

Teniendo la velocidad mínima, $V_{min} = 0.6$ m/s

$$D_{max} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

$$D_{max} = \sqrt{\frac{4 * 0.000540}{\pi * 0.6}} = 0.0338.00m \approx 1.33 \text{ pulg}$$

Teniendo la velocidad máxima, $V_{max} = 3.0$ m/s

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 * 0.000540}{\pi * 3}} = 0.015m \approx 0.60 \text{ pulg}$$

Con los cálculos realizados según los datos obtenidos en campo, se puede concluir que los diámetros comerciales están en un rango de 1/2" a 1", donde la tubería de conducción instalada en campo es de 1 1/2", siendo la incorrecta para el diseño, no cumple con las condiciones del caudal máximo diario (Q_{md}).

3. Reservorio del sistema de agua de consumo humano del caserío de Quinamayo.

En el reservorio se realizó las mediciones de niveles de agua, para calcular el caudal promedio de consumo, caudal máximo diario y caudal máximo horario. Las normas técnicas como la del R.N.E. Norma OS.100, el anexo del RM 192-2018 del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento para poblaciones rurales, nos dan parámetros de los coeficientes de variación, siendo 1.3 para el caudal máximo diario (Q_{md}) y de 2 para el caudal máximo horario (Q_{mh}). Además, para el volumen de regulación del diseño del reservorio nos indica considerar del 25%

al 30 % de la demanda promedio anual (Q_p). Estos parámetros y condiciones serán calculadas en campo según la situación real de consumos por la población.

- **Dimensionamiento del reservorio apoyado del sistema de abastecimiento**

Las dimensiones del reservorio rectangular fueron tomadas en campo, teniendo las siguientes medidas.

Largo: 2.70 m

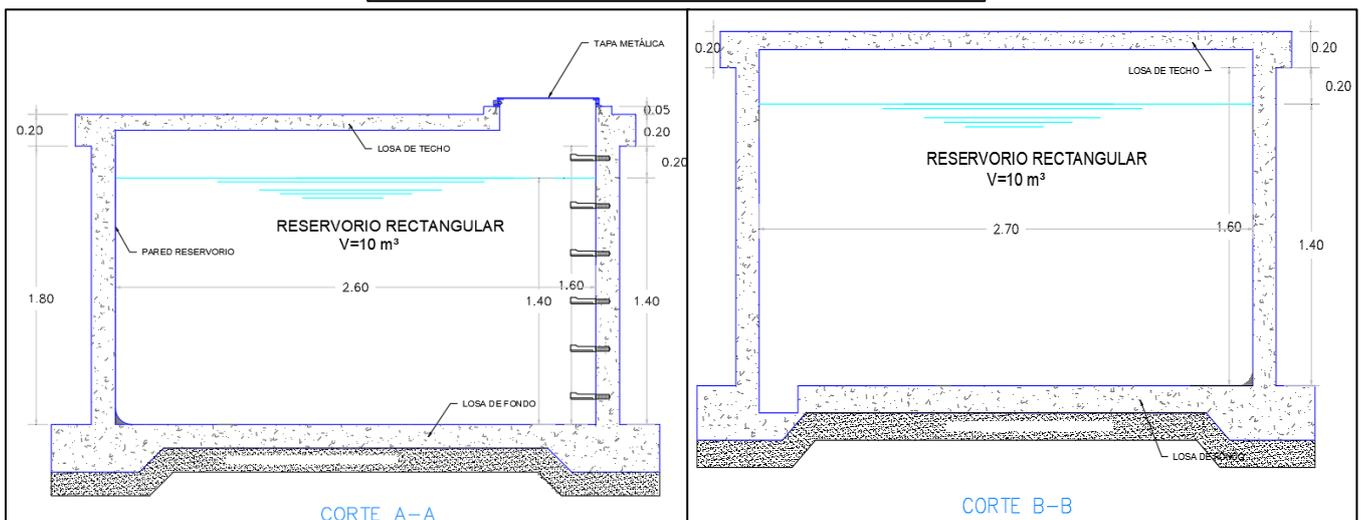
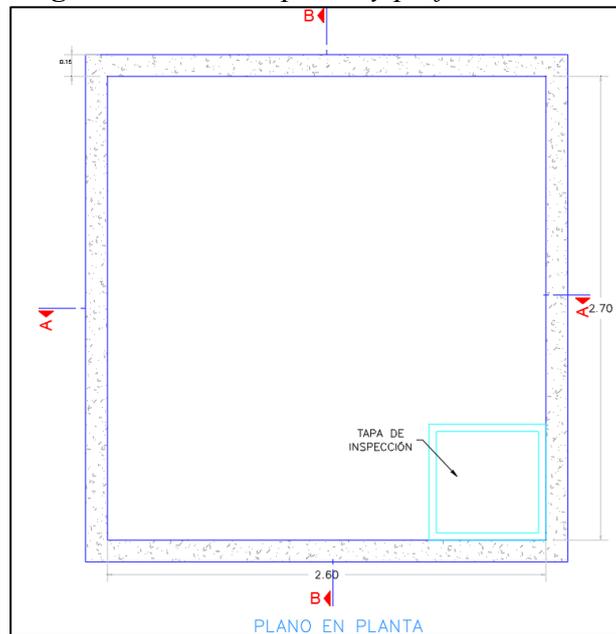
Ancho: 2.60 m

Altura: 1.40 m

Borde libre: 0.20 m

Volumen: 10 m³

Figura 22. Vista en planta y perfil del reservorio



Nota. La figura muestra las medidas reales tomadas en campo de la estructura del reservorio del sistema del Caserío de Quinamayo.

La información tomada y medida en campo del reservorio, se detalla en la figura 26. Donde para la evaluación de demanda y toma de datos (coeficientes de variación) se considera una altura de 1.20 m, dejando 0.10m al fondo debajo de la tubería de distribución y 0.10 m de altura de reserva.

- **Variaciones del consumo diario y horario**

En el cálculo de las variaciones de consumo, primero se identifica el volumen de reserva el volumen por pérdidas operacionales de agua, a menudo se considera un 10% y 15 %. En total un 25% del volumen total del reservorio, además a ello el borde libre, que en campo se pudo verificar un borde libre del 0.2 m. Teniendo el volumen de regulación aproximado del reservorio existente, se toma las medidas manuales en tiempos de una hora, hasta las llegar al consumo máximo que tiene la población en un día. Las medidas fueron tomadas desde las 6:00 am, hasta 7:00 pm. Tener en consideración que la población determina el periodo de horas de consumo, para el sistema de 5 a 6 horas, donde este volumen de regulación es consumido en su totalidad, esto nos ayuda a calcular el caudal promedio (Qp). En el cálculo de los parámetros adimensionales K1 y K2, en aproximado se consumen en el tiempo de 11 a 13 horas. Quedando el tiempo restante, para nuevamente llenar el reservorio y tomar medidas el siguiente día.

En las tablas 30, 31, 32 y 33 del anexo 3, se puede verificar la data obtenida en campo, así como el procedimiento realizado. En la tabla 14, se presenta los resultados de los consumos en m3/día de la población.

Tabla 14. *Consumos diarios en m3/día del caserío de Quinuamayo*

Fecha	Consumo M3/Día
Jul/15/24	5.98
Jul/16/24	5.74
Jul/17/24	7.39
Jul/18/24	6.74
Jul/19/24	5.96
Jul/20/24	7.22
Jul/21/24	8.40
Ago/12/24	6.28
Ago/13/24	6.25
Ago/14/24	8.56
Ago/15/24	8.50
Ago/16/24	7.82
Ago/17/24	8.14
Ago/18/24	7.97
Set/02/24	7.92
Set/03/24	8.60

Set/04/24	7.61
Set/05/24	7.75
Set/06/24	7.62
Set/07/24	7.80
Set/08/24	7.81
Set/23/24	7.53
Set/24/24	7.43
Set/25/24	8.74
Set/26/24	7.90
Set/27/24	8.19
Set/28/24	7.62
Set/29/24	8.10
Promedio/día	7.56
Máximo/día	8.74

El día de mayor consumo es el 25 de septiembre del 2024, donde se muestra en la tabla 14. Para calcular el parámetro adimensional K1 de variación diaria. Este parámetro es importante para determinar el caudal máximo diario (Qmd).

Finalmente, mediante la ecuación (13), tenemos:

$$K1 = \frac{\text{Caudal máximo diario}}{\text{Caudal medio o promedio}}$$

$$K1 = \frac{8.74}{7.56}$$

$$K1 = 1.16$$

El valor determinado es de K1=1.16, parámetro cercano al dado por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

Para determinar el K2 tenemos la tabla 15. La tabla muestra las variaciones de volumen de consumo (m3/h), el día 01 de septiembre del 2024, el día de mayor consumo horario.

Tabla 15. *Variación de volumen de consumo del sistema de abastecimiento del caserío de Quinuamayo*

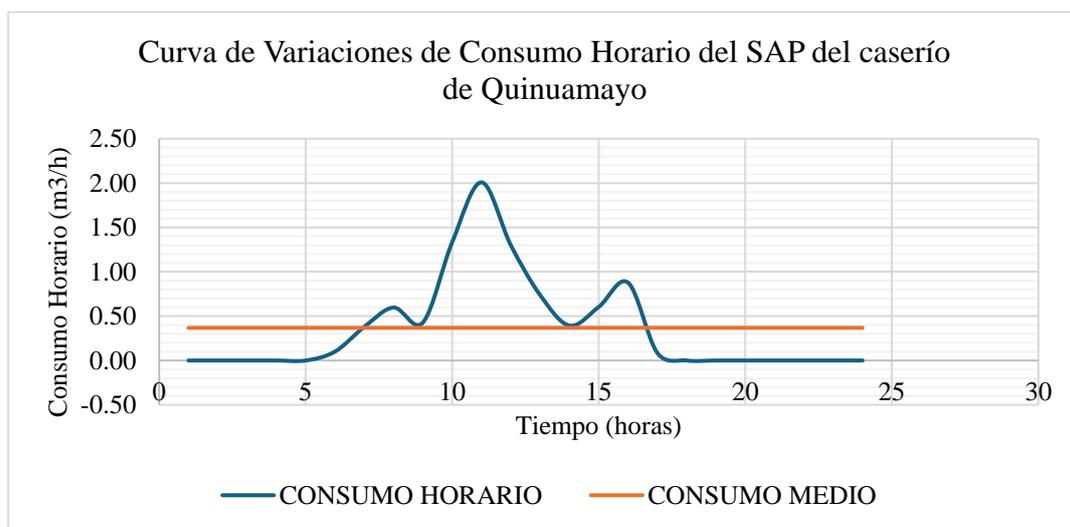
Tiempo (horas)		Variación de Volumen de Consumo (m3/h)
0	1	0.00
1	2	0.00
2	3	0.00
3	4	0.00
4	5	0.00
5	6	0.25

6	7	0.38
7	8	0.60
8	9	0.43
9	10	1.33
10	11	2.01
11	12	1.30
12	13	0.74
13	14	0.39
14	15	0.60
15	16	0.88
16	17	0.10
17	18	0.00
18	19	0.00
19	20	0.00
20	21	0.00
21	22	0.00
22	23	0.00
23	24	0.00

El máximo consumo horario se da en las 10:00 a 11:00 am. Este parámetro es un índice de alerta, puesto que, durante la evaluación se observó que la población hacen un mal uso del agua, principalmente dando agua a sus animales vacunos.

En el grafico 9, se muestra las horas pico de mayor consumo y también el consumo medio.

Gráfico 9. *Curva de variaciones de consumo horario del SAP del Caserío de Quinuamayo*



EL valor del K2, se determina dividiendo el caudal máximo horario entre el caudal medio horario. Aplicamos la ecuación (18).

$$K_2 = \frac{2.01}{0.65}$$

$$K_2 = \frac{2.01}{0.65}$$

$$K_2 = 3.10$$

El valor determinado es de $K_2=2.10$, parámetro obtenido en campo durante la evaluación realizada del sistema de abastecimiento del Caserío de Quinuamayo. El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento nos da un valor recomendado de $K_2=2$, sin embargo, para la evaluación se toma el valor obtenido en campo para el diseño de la red de distribución.

- **Caudal promedio (Qp)**

El caudal promedio de demanda (Qp) se calcula con el volumen de regulación del reservorio y el número de horas promedio de consumo de la población, siendo 10m³ entre un promedio de 6 horas de consumo, entonces tenemos.

$$Q_p = 0.463 \text{ lps}$$

- **Caudal máximo diario (Qmd)**

El caudal máximo diario, se calcula aplicando la ecuación 15.

$$Q_{md} = K_1 \times Q_m$$

$$Q_{md} = 1.16 \times 0.463$$

$$Q_{md} = 0.54 \text{ lps}$$

Este caudal es el apropiado y definido para determinar el diámetro de la tubería de conducción del sistema de abastecimiento del Caserío de Quinuamayo.

- **Caudal máximo horario (Qmh)**

El caudal máximo horario, se determina aplicando la ecuación 17.

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_m$$

$$Q_{mh} = 3.10 \times 0.463$$

$$Q_{mh} = 1.44 \text{ lps}$$

El caudal máximo diario es el definido para determinar el diámetro de la tubería de distribución del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Quinumayo.

En la tabla 16 se muestra los resultados, de los caudales y variaciones diarias horarias.

Tabla 16. *Caudales de operación y variaciones de consumo real del sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Quinumayo*

Unidades/Parámetros	l/s	adimensional
Caudal promedio (Qp)	0.463	-
Caudal máximo diario (Qmd)	0.540	-
Caudal máximo horario (Qmh)	1.440	-
Coefficiente variación diaria (K1)	-	1.16
Coefficiente variación horario (K2)	-	3.10

El ministerio de vivienda construcción y saneamiento (2018), define alcances y parámetros para ser utilizados en estudios de inversión pública o privada, siendo el coeficiente de variación diaria (K1) igual a 1.3. Sin embargo, en la tabla 16, se muestra una data de resultados obtenidos y evaluados en campo. En la investigación el coeficiente de variación diaria (K1) es de 1.16, siendo el utilizado para estudios en el distrito la Libertad de Pallán, caserío de Quinumayo, El valor encontrado es muy cercano al especificado en la norma, con esto podemos concluir que los valores a utilizar dependen de las condiciones y variaciones geográficas, siendo diferentes en cada región y lugar. Para el estudio de investigación se puede decir que se ajusta a la norma, y que se pueden tomar como datos de diseño para estudios futuros.

En el análisis de la variación de consumo horario (K2) según norma indica un valor de 2.0. En la investigación para el sistema de abastecimiento del caserío de Quinumayo es $K2=3.10$, valor lejano a lo especificado en la norma. Una vez más se concluye que las variaciones dependen del lugar geográfico y condiciones de la población de estudio. En la investigación se utiliza el valor de $K2=3.10$ para calcular el caudal máximo horario.

- **Volumen de regulación del reservorio mediante el método analítico y diagrama de masa.**

La norma del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, indica que, el volumen de regulación o volumen de almacenamiento debe ser del 25% al 30% de la demanda diaria anual (Qp), sin embargo, para la investigación vamos a calcular el porcentaje de volumen de regulación real con los datos obtenidos en campo, mediante dos métodos.

- **Método Analítico (Ingreso-Salida)**

El método analítico se fundamenta en la simulación o balance entre el agua disponible y las necesidades de agua, se tiene la ecuación 20.

$$V_{REG} = MAX_{VARIACIÓN(+)} + MAX_{VARIACIÓN(-)}$$

En la tabla 17 se muestra los valores de variaciones de agua consumida por hora, producción promedio y volumen de variación.

Tabla 17. *Volumen de variación según el método analítico para el sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Quinuamayo*

Hora	Vol agua consumida por hora (m3)	variación de Vol consumo (m3/h)	Promedio Producción (m3)	Volumen Vari Parcial (m3)	Vol. variación (m3)
1	0.00	0.00	0.37	0.37	0.37
2	0.00	0.00	0.37	0.37	0.74
3	0.00	0.00	0.37	0.37	1.10
4	0.00	0.00	0.37	0.37	1.47
5	0.00	0.00	0.37	0.37	1.84
6	0.10	0.10	0.37	0.27	2.11
7	0.38	0.48	0.37	-0.01	2.10
8	0.60	1.08	0.37	-0.23	1.87
9	0.43	1.50	0.37	-0.06	1.81
10	1.33	2.84	0.37	-0.97	0.85
11	2.01	4.85	0.37	-1.64	-0.79
12	1.30	6.14	0.37	-0.93	-1.72
13	0.74	6.88	0.37	-0.37	-2.09
14	0.39	7.27	0.37	-0.02	-2.12
15	0.60	7.88	0.37	-0.24	-2.35
16	0.88	8.76	0.37	-0.51	-2.86
17	0.08	8.84	0.37	0.28	-2.58
18	0.00	8.84	0.37	0.37	-2.21
19	0.00	8.84	0.37	0.37	-1.84
20	0.00	8.84	0.37	0.37	-1.47
21	0.00	8.84	0.37	0.37	-1.10
22	0.00	8.84	0.37	0.37	-0.74
23	0.00	8.84	0.37	0.37	-0.37
24	0.00	8.84	0.37	0.37	0.00
MAX. DIFERENC. (+)					2.11
MAX. DIFERENC. (-)					-2.86
VOLUMEN REGUL.					4.97

- El porcentaje de volumen de regulación (V_{REG}), aplicando la ecuación 12, es de 4.97 m3.

Para calcular el porcentaje de volumen de regulación por el método analítico se calcula aplicando la ecuación 9.

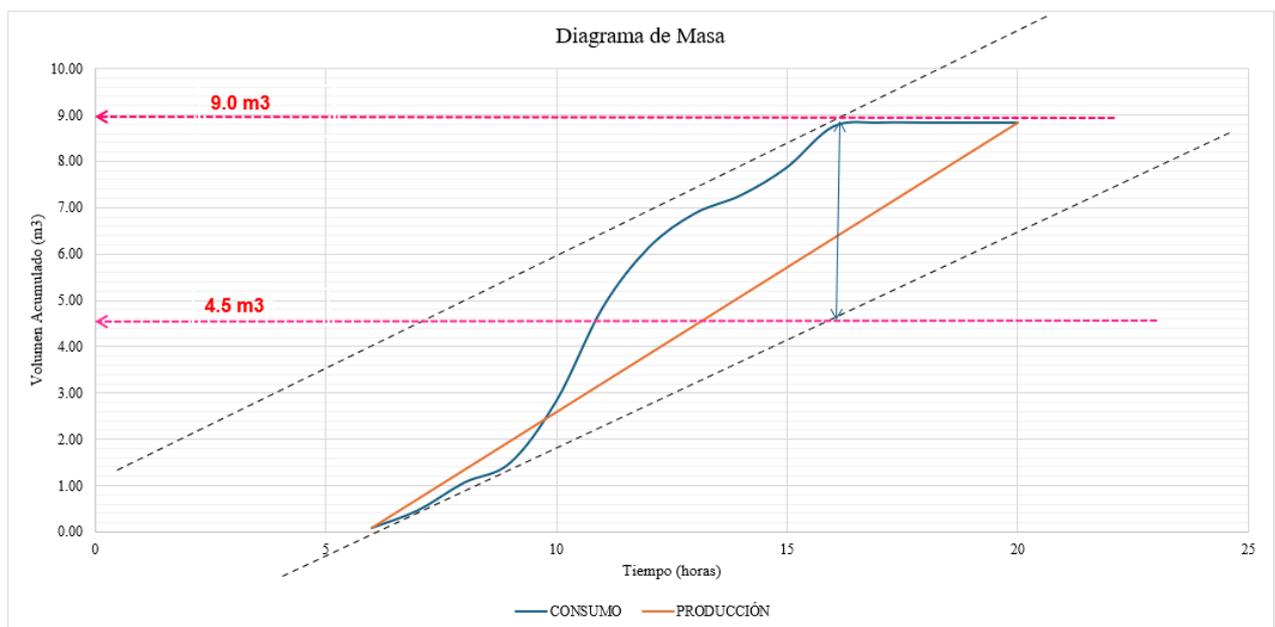
$$V_{reg} = \% * Qp$$

$$\% = 19.74$$

El porcentaje de regulación del reservorio apoyado del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Quinamayo es del 19.74% según el método analítico. Es un valor diferente al indicado en la norma del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. El MVCS, indica considerar valores del 25% al 30%. En el estudio consideramos los datos obtenidos en campo, es decir el valor del 19.74% de volumen de regulación.

- **Método Gráfico (Análisis del Diagrama de Masa)**

Gráfico 10. *Diagrama de masa*



El volumen de regulación es igual a 9.0 m³ – 4.5 m³.

$$V_{REG} = 4.50 \text{ m}^3$$

Para calcular el porcentaje de volumen de regulación mediante el diagrama de masa se calcula aplicando la ecuación 12.

$$V_{reg} = \% * Qp$$

$$\% = 22.72$$

El porcentaje de regulación del reservorio apoyado del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Quinumayo es del 22.72% según el método gráfico (análisis mediante el diagrama de masa). Es un valor diferente al indicado en la norma del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, pero muy cercano al obtenido mediante el método analítico 19.74%. Por lo tanto, para nuestra investigación consideramos el mayor de los dos métodos, siendo un valor de 22.72%.

Sin embargo, se recomienda, para fines de diseño en el sistema de abastecimiento de agua potable de los caseríos considerar un porcentaje de volumen de regulación del 25%.

- **Volumen total del reservorio apoyado y propuesta de dimensionamiento**

Según el Anexo RM 192-2018 Vivienda Construcción y Saneamiento, el volumen total de almacenamiento se define como la suma del volumen de regulación (V_{reg}), Volumen de reserva (V_2).

El volumen de regulación definido y calculado en campo con mediciones reales durante el tiempo del estudio de la investigación, calculado por el método del diagrama de masa es de 5.00 m³.

$$V_{REG} = 5.00 \text{ m}^3$$

En el cálculo del volumen de reserva, de acuerdo con norma se considera un 0.15% del volumen total de almacenamiento.

$$V_{reserva} = 0.15 * 5.88$$

$$V_{reserva} = 0.88 \text{ m}^3$$

El volumen total del reservorio apoyado para el sistema de abastecimiento de los caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinumayo, se calcula de la siguiente manera.

$$V_T = \frac{5.0 \text{ m}^3}{0.85}$$

$$V_T = 5.88 \text{ m}^3$$

Con fines de diseño se puede concluir que el volumen de diseño del reservorio es de 6 m³. Las medidas propuestas o sugeridas son de 2.5m de largo, 2.0m ancho y 1.40m de altura, con un borde libre de 0.40 m.

Durante las visitas a campo el volumen del reservorio se pudo verificar que es de 10 m³, con medidas de 2.6 m de ancho, 2.7 m de largo y 1.40 m de altura, con borde libre de 0.2m. Entonces, se puede verificar que el reservorio para el caserío de Quinuamayo presenta un sobredimensionado. Por lo tanto, se sugiere tomar en cuenta el análisis y medias detalladas líneas arriba. En resumen, se muestra la tabla 18.

Tabla 18. Propuesta de dimensionamiento y dimensiones reales del reservorio del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Quinuamayo

Estructura	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Borde Libre (m)	Volumen del Reservorio (m ³)
Reservorio 6 m ³ (Propuesta Mejora)	2.5	2.0	1.40	0.4	6
Reservorio 15 m ³ (Existente)	2.7	2.6	1.40	0.2	10

4. Línea de aducción

En el diseño de la línea de aducción se toma como punto de partida el caudal máximo horario (Q_{mh}) para determinar el diámetro de la tubería.

$$Q_{mh} = 1.44 \text{ lps}$$

Si la velocidad es mínima de 0.6 m/s, determinamos el máximo diámetro de la tubería.

$$D_{max} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

$$D_{max} = \sqrt{\frac{4 * 0.00144}{\pi * 0.6}} = 0.055m \approx 2.18 \text{ pulg}$$

Con la velocidad máxima de 3 m/s, determinamos el diámetro mínimo de la tubería.

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 * 0.00144}{\pi * 3}} = 0.025m \approx 0.97 \text{ pulg}$$

El diámetro de la línea de aducción está entre los rangos de 0.97 pulg y 2.18 pulg. Por lo tanto, se puede elegir una tubería de 1 ½”.

Durante la verificación en campo, la tubería encontrada es de 1 ½”, por tanto, se concluye que correcta para su sistema de agua potable del caserío Quinumayo.

5. Red de distribución

La línea de distribución es una red abierta en zona rural, esta es diseñada con el caudal máximo horario (Qmaxh). Para el estudio y evaluación realizamos la simulación mediante el software de modelamiento WaterCAD 2024.

En el modelamiento con el software, se requiere como información de entrada los diámetros de las tuberías observadas en campo y con el caudal máximo horario (Qmh), verificamos las presiones y velocidades, teniendo en cuenta su topografía del terreno. Así mismo, plantear propuestas de mejora según la normativa vigente para gestionar la demanda poblacional del caserío de Quinumayo.

Además, con la finalidad de obtener resultados más acertados se toma las presiones dinámicas en las 54 conexiones domiciliarias del sistema de abastecimiento, utilizando un manómetro acoplado al grifo como se muestra en las fotografías 20 y 21. Las mediciones de presiones dinámicas se toman a lo largo de la investigación, teniendo en cuando los días de mayor demanda o consumo.

Fotografía 20. *Mediciones de las presiones dinámicas en campo del SAP del caserío de Quinumayo*



Fotografía 21. *Mediciones de la presión dinámicas en campo de la vivienda V20 del SAP del caserío de Quinumayo*



Las presiones dinámicas fueron tomadas en su totalidad, se ha monitoreado a las 54 conexiones domiciliarias del caserío de Quinumayo, dentro de ellas se ha encontrado viviendas con un registro de cero de presión. La tabla 19 muestra los resultados obtenidos durante el monitoreo en campo. Asimismo, en la tabla 23 del Anexo 1 se adjunta el número y nombre de los usuarios, asimismo en el Anexo 7 los planos topográficos.

Tabla 19. *Presiones dinámicas del SAP del caserío de Quinumayo*

Nº	ESTE	NORTE	COTA	PRESIÓN (bar)	PRESIÓN (m.c.a)
V1	799906.898	9263106.275	3351.429	0.20	2.04
V2	799848.607	9263019.702	3328.972	2.30	23.46
V3	800147.398	9262707.056	3303.048	3.00	30.60
V4	800108.267	9262424.211	3310.080	0.20	2.04
V5	800224.333	9262102.809	3310.904	0.10	1.02
V6	800335.285	9262184.307	3286.036	0.20	2.04
V7	800372.638	9262045.081	3257.207	3.20	32.64
V8	800267.871	9262677.036	3331.797	0.20	2.04
V9	800545.747	9262491.655	3316.702	0.20	2.04
V10	800545.327	9262404.664	3300.213	1.00	10.20
V11	800540.301	9262332.314	3277.279	3.80	38.76
V12	800641.274	9262424.155	3307.195	1.00	10.20
V13	800618.909	9262367.501	3287.245	0.10	1.02
V14	800659.927	9262353.352	3289.635	0.20	2.04
V15	800569.238	9262297.246	3269.115	1.50	15.30
V16	800575.416	9262175.105	3248.247	4.00	40.80
V17	800628.273	9262042.348	3240.309	4.20	42.84
V18	800782.842	9262427.175	3301.978	1.00	10.20

V19	800875.901	9262168.811	3262.684	1.20	12.24
V20	800801.976	9262152.241	3257.950	1.00	10.20
V21	800933.245	9262055.284	3259.009	0.20	2.04
V22	800985.666	9262044.370	3261.177	0.20	2.04
V23	800993.775	9261944.073	3239.028	2.10	21.42
V24	801061.863	9261817.777	3228.069	1.00	10.20
V25	801049.913	9261684.115	3199.559	1.50	15.30
V26	800937.687	9261560.237	3196.076	0.40	4.08
V27	800925.024	9261514.706	3202.383	0.00	0.00
V28	800830.138	9261556.043	3204.573	0.00	0.00
V29	800852.995	9261682.399	3187.402	1.20	12.24
V30	800842.197	9261689.737	3190.410	1.00	10.20
V31	800797.818	9261710.042	3196.430	1.00	10.20
V32	800741.659	9261699.866	3201.513	0.00	0.00
V33	800968.718	9261412.761	3199.500	0.00	0.00
V34	801016.812	9261355.752	3180.712	0.80	8.16
V35	801228.390	9261683.489	3225.818	0.50	5.10
V36	801253.188	9261613.731	3208.512	0.30	3.06
V37	801242.203	9261426.925	3181.382	0.30	3.06
V38	801268.617	9261742.243	3237.216	0.10	1.02
V39	801324.002	9261636.278	3210.182	2.00	20.40
V40	801408.883	9261567.650	3198.388	2.50	25.50
V41	801459.731	9261466.194	3184.573	3.00	30.60
V42	801520.140	9261441.738	3189.824	1.50	15.30
V43	801746.162	9261217.680	3194.411	2.00	20.40
V44	801508.979	9261153.604	3162.692	4.00	40.80
V45	801421.262	9261164.370	3142.873	4.50	45.90
V46	801698.706	9260798.591	3142.561	1.50	15.30
V47	801579.167	9260819.533	3135.370	1.00	10.20
V48	801607.885	9260712.652	3123.745	0.50	5.10
V49	801626.894	9260646.940	3111.859	4.20	42.84
V50	801614.693	9260579.349	3101.043	5.80	59.16
V51	801865.280	9260742.990	3147.673	0.50	5.10
V52	801995.604	9260501.046	3144.092	0.50	5.10
V53	801923.762	9260345.498	3119.189	3.20	32.64
V54	801836.072	9260213.109	3091.372	7.00	71.40

Fuente: Registros de usuarios, Junta de Usuarios - Caserío de Quinuamayo

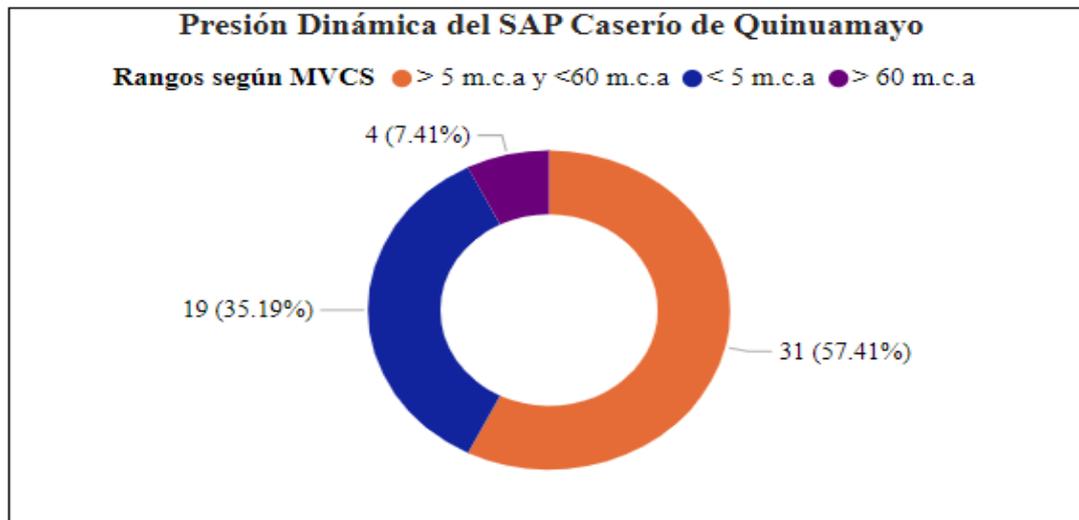
En la tabla 19 muestra los resultados de las presiones dinámicas, con una presión máxima de 71.40 mca, ubicado en la vivienda (V54), y con una presión mínima de 0.00 mca en las viviendas V27, V28, V32 y V33 que equivale a 0.0 bar. El reglamento RM-173-2016, menciona que la presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no será menor de 5 m.c.a y que la presión estática no será mayor de 60 m.c.a. Basándose en la normativa, durante el estudio y mapeo de los puntos de presión en las viviendas se encontraron puntos por debajo de reglamentado, esto explica las fallas e ineficiencia en el sistema de agua potable.

Para el modelamiento de la red de distribución y los puntos de alimentación en todo el sistema de Agua Potable en WaterCAD, se realizó el levantamiento topográfico del sistema, obteniendo las coordenadas y altitudes del terreno. Los resultados en las viviendas son las presiones modeladas para un escenario dinámico y estático, asimismo el gradiente hidráulico. En la red de tuberías, se obtiene las velocidades, pérdidas de carga, caudales y longitudes.

En la tabla 42 del anexo 5, se muestra los resultados del modelamiento en un escenario dinámico, asimismo en el anexo 8 se muestran los planos de modelamiento N-1, N-2, N-3, N-4.

El gráfico 11 muestra la interpretación de los resultados, las presiones dinámicas en 4 viviendas están sobre 60 m.c.a. con una presión máxima $P_{max}=84$ m.c.a en la V54, asimismo 19 viviendas menores a 5 m.c.a equivalente al 35.19%. El 57.41% de las conexiones domiciliarias equivalente a 31 viviendas están dentro de los rangos recomendados por la normativa del MVCS. Este resultado explica algunas deficiencias del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Quinuamayo.

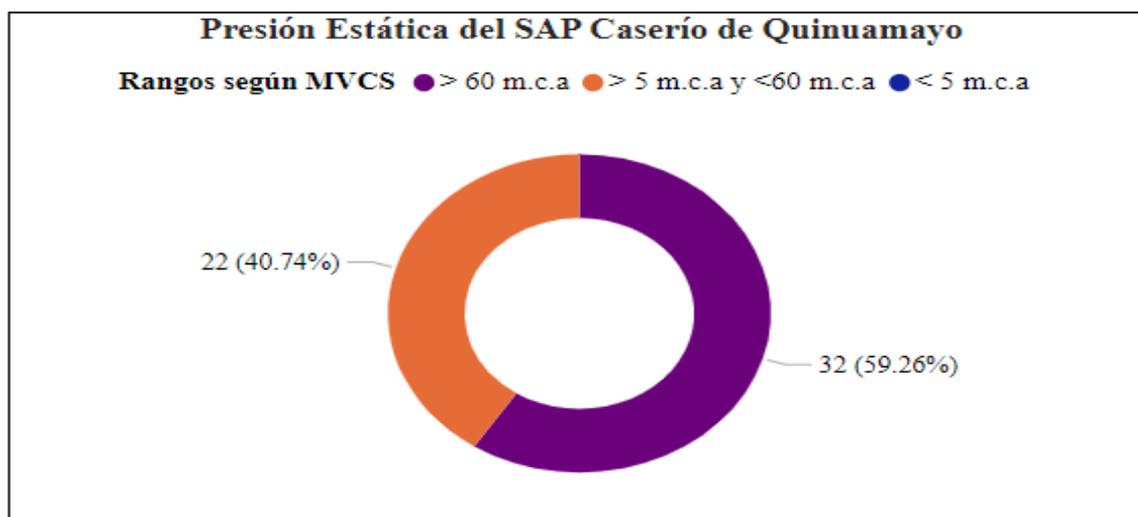
Gráfico 11. *Presiones dinámicas de las 54 conexiones domiciliarias del sistema de agua potable en el Caserío de Quinuamayo*



En la tabla 43 del Anexo 5, se muestra los resultados del modelamiento en un escenario estático, asimismo en el gráfico 12 muestra la interpretación de los resultados.

Las presiones estáticas en 32 viviendas están sobre 60 m.c.a. con una presión máxima $P_{max}=174$ m.c.a equivalente al 59.26%. El 40.74% de las conexiones domiciliarias están dentro de los rangos recomendados por la normativa del MVCS. Este resultado y debido a la falta de cámaras rompe presión sustenta la constante ruptura de tuberías en el sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Quinuamayo.

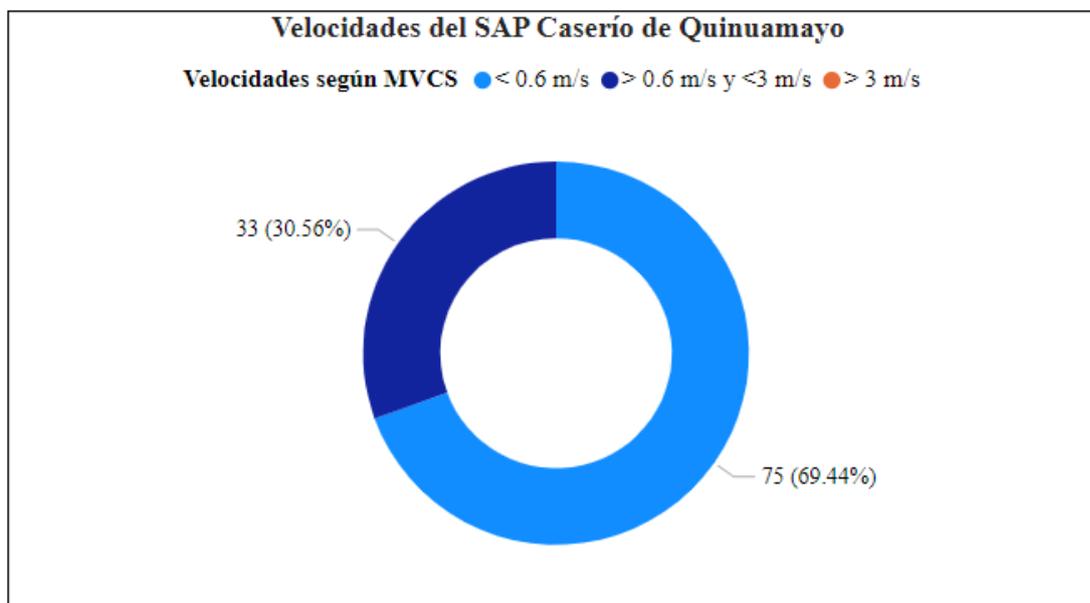
Gráfico 12. *Presiones estáticas de las 54 conexiones domiciliarias del sistema de agua potable en el Caserío de Quinuamayo*



Los resultados en su mayoría técnicamente no cumplen con la normativa vigente: “La Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua Para Consumo Humano y Saneamiento en el *Ámbito Rural*”. (RM-192-2018-VIVIENDA), del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento indica que la presión máxima estáticamente es 60 m.c.a y la mínima 5 m.c.a en zonas rurales.

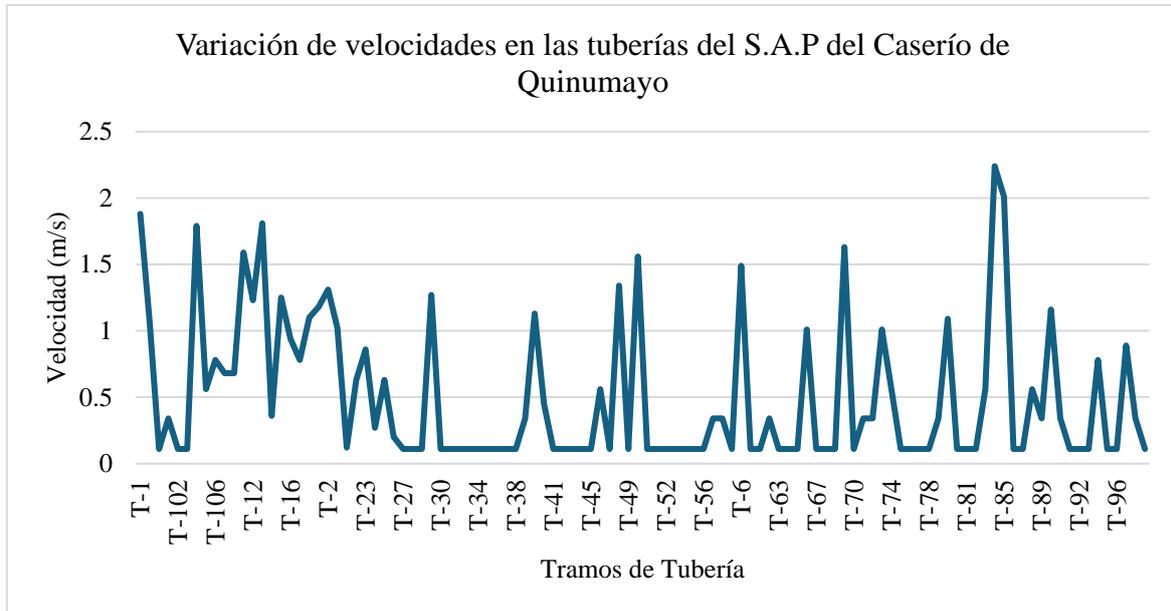
La normativa del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, para tuberías, la velocidad mínima no será menor a 0.6 m/s y una velocidad máxima admisible de 3 m/s y en otro caso debidamente sustentado hasta 5 m/s. En la red de conducción, aducción y distribución del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Caserío de Quinuamayo, las velocidades en un 69.44% están por debajo de los 0.6 m/s. En el gráfico 6 se muestra las velocidades, en un 30.56% del sistema dentro la normativa entre 0.6 m/s y 3 m/s, así mismo el detalle del cuadro de velocidades, caudales, perdidas de carga, diámetros y rugosidad se adjuntan en la tabla 45 del Anexo 6.

Gráfico 13. *Velocidades en las tuberías que cumplen con el RM-192-2018-VIVIENDA en el sistema de agua potable en el Caserío de Quinuamayo.*



El gráfico 14 muestra la variación de velocidades, a lo largo de todos los tramos de las tuberías del SAP del Caserío de Quinuamayo.

Gráfico 14. Variación de velocidades en el sistema de agua potable del Caseríos de Quinumayo



5.1. Análisis de sobrepresión en el tramo más crítico (Golpe de Ariete)

Para el análisis de sobrepresión por golpe de ariete se toma el tramo más crítico de la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua de consumo humano del caserío de Quinumayo.

Mediante el modelamiento con WaterCAD en un escenario dinámico el tramo 85 de la tubería tiene una sobrepresión de 92 m.c.a.

Ahora analizamos la sobrepresión mediante las ecuaciones de flujo transitorio y así proponer una cámara rompe presión y clase de tubería a recomendar.

Los parámetros de diseño son,

Cota nivel de inicio: 3240.00 msnm

Cota de llegada: 3205.00 msnm

Longitud de la tubería (L): 580 m

Coefficiente de fricción (f)= 0.099

Velocidad: 2.01 m/s

Diámetro interior de la tubería 17.40 mm.

- Determinamos la Celeridad de Onda de presión (α), utilizamos la ecuación (20).

$$\alpha = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K_c \frac{D_i}{e}}}$$
$$K_c = \frac{10^{10}}{E}$$

E: Modulo de elasticidad, $E=2.75 \cdot 10^8$

D_i : Diámetro interno, 17.40 mm

e: Espesor de la tubería, 1.8 mm

$$\alpha = 495.11 \text{ m/s}$$

- Determinamos el tiempo crítico aplicando la ecuación (19).

$$T_c = \frac{2 * L}{\alpha}$$
$$T_c = \frac{2 * 100}{495.11}$$
$$T_c = 0.41$$

- Determinamos el tiempo de maniobra (T), usamos la ecuación (21)

$$T = C + \frac{K * L * V}{g * Hm}$$

Los parámetros K y L, se detalla en la literatura según las condiciones a cumplir siendo, $C=0$ y $K=2$.

H_m es la altura dinámica total que se calcula sumando la altura estática (H_e) más Perdidas por fricción (H_f).

$H_m = 103 \text{ m}$

Entonces, $T = 0.4 \text{ s}$.

Mediante las condiciones estipuladas si $T \leq T_c$, existe un cierre rápido, por tanto, existe golpe de ariete.

Utilizamos la ecuación (23) de Allieve,

$$\Delta H = \frac{a * V_0}{g}$$

Donde la variación de la presión en m.c.a es,

$$\Delta H = 101.45 \text{ m. c. a}$$

La presión total resulta de la suma de la altura dinámica total más la variación de presión por golpe de ariete.

$$P_{max} = H_m + \Delta H$$

$$P_{max} = 103 + 101.45$$

$$P_{max} = 204.45 \text{ m. c. a}$$

Por tanto, el sistema tendrá una caja rompe presión tipo 7, el cual eliminará el golpe de ariete y la sobrepresión en el tramo, además se propone tubería PVC-C10.

6. Operación y mantenimiento del sistema de agua de consumo humano del caserío de Quinuamayo.

La operación y mantenimiento en el sistema de abastecimiento del caserío de Quinuamayo es asignada por la junta directiva. Sin embargo, según los señores del comité y visto la realidad en campo, la operación y mantenimiento es realizado en un promedio de cada 3 meses.

Visto la situación actual y pese a la bastante demanda poblacional los mantenimientos no lo están realizando adecuadamente, se encontraron en pésimas condiciones, el reservorio con poquísima pintura, la tapa del reservorio sin seguro de llave y sin pintura estando expuesto a que cualquier persona manipule o ingrese sustancias que afecten la calidad del agua, Además a ello las tapas de las cajas con bastante oxido, cerco perimétrico en mal estado, sin zanja de coronación y con bastante maleza. Además, no se realiza una cloración periódica, el tanque que se encuentra instalado está deteriorado y en pésimas condiciones.

En las redes de conducción, aducción y distribución no se realiza una limpieza del camino por donde es la red, estando con bastantes arbustos y malezas. Y debido a las rupturas constantes de las tuberías que se tiene se complica tener monitoreado de manera más cómoda y efectiva, detectando las fugas de agua.

En conclusión, la operación y mantenimiento del sistema de agua potable está en un pésimo estado, siendo esto uno de los factores en el déficit del recurso agua para muchas familias del Caserío.

C. Propuesta de mejora para los sistemas de abastecimiento de agua potable de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad

1. Captaciones

- Sistema de abastecimiento de agua potable de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo

En la captación de fondo del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo, se propone como mejora, construir la cámara húmeda en el mismo punto de afloramiento y además dejar de utilizar la tubería de 3 pulg que conecta de la cámara de protección a la cámara húmeda. Este diámetro de 3 pulg hace que el flujo pierda velocidad en la salida. Según los resultados encontrados se sugiere utilizar la tubería de 1 ½” desde su salida en toda la línea de conducción.

Instalar la canastilla de 3” de diámetro, de 15 cm de longitud, con 65 ranuras en la canastilla. Esto ayudará a evitar el ingreso de sedimentos en la tubería, mejorando la eficiencia considerablemente.

En la operación y mantenimiento se propone realizar un mantenimiento periódico, mensualmente, con la finalidad de tener monitoreado y ayudar a mejorar su rendimiento y producción del sistema de agua potable.

- Sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Quinuamayo

En la captación de ladera del SAP del Caserío de Quinuamayo, como mejora se plantea principalmente abastecer con la recarga de otro manantial al sistema. En las visitas a campo juntamente con los usuarios de la JASS, se identificó un manantial con coordenadas UTM, 799618.546E, 9263779.7N, a 3437.81 m.s.n.m. Esta propuesta surge por el hecho que, la

demanda diaria poblacional excede la oferta máxima de la fuente. En la fotografía se observa la ubicación del nuevo manantial ubicado en la propiedad del Sr. Justino Salazar Campos, con DNI 27064641.

El manantial actualmente está siendo utilizado por el señor para uso agrícola y agropecuario, para sus animales y sembríos. El manantial se aforó en dos oportunidades, en el mes de agosto y septiembre, aforando un caudal promedio de 0.41 l/s.

Fotografía 22. *Manantial en propuesta para abastecer la demanda poblacional del SAP del Caserío de Quinuamayo*



Según el diseño actual de la captación la longitud de la cámara húmeda al punto de afloramiento tiene un promedio de 1.10 m, sin embargo, para los cálculos realizados se obtienen un promedio de 1.25 m. Es un valor relativamente mayor al medido en campo, sin embargo, se puede considerar el mismo.

La captación campitos tiene diseñado y construido un solo llorón, orificio de 1 ½". En relación con los cálculos realizados, el diseño correspondiente es de 2 orificios de 1 ½" de diámetro, además, un ancho de pantalla de 0.70m.

La altura de la cámara húmeda actualmente es de 0.65 m. En el cálculo realizado para las condiciones reales, la altura de captación debe ser de 0.84 m equivalente a 1.0 m, medida recomendada por el ministerio de vivienda construcción y saneamiento.

El sistema de abastecimiento en mención no tiene una canastilla instalada, el agua es directamente ingresada a la tubería de conducción, por tanto, se propone como mejora instalar

una canastilla de 20 cm de longitud con un ancho de ranura de 5mm x 7mm, con un área total de 0.000035m², con un total de 65 número de ranuras.

En la operación se propone realizar un asesoramiento en el manejo de llaves y demás cosas al encargado de la JASS, para ello pedir apoyo a la Municipalidad Distrital la Libertad de Pallán. En las municipalidades tienen un área técnica municipal que está encargado de monitorear todos los sistemas de abastecimiento de agua potable del Distrito. En el mantenimiento se plantea realizar pintado de las cajas, limpieza de maleza, hacer su zanja de coronación, construir un nuevo cerco perimétrico, cambiar las tapas de la captación, con la finalidad de tener monitoreado y ayudar a mejorar su rendimiento y producción del sistema de agua potable. Se sugiere que el mantenimiento se realice mensualmente, por los usuarios encargados la JASS.

2. Tubería de Conducción

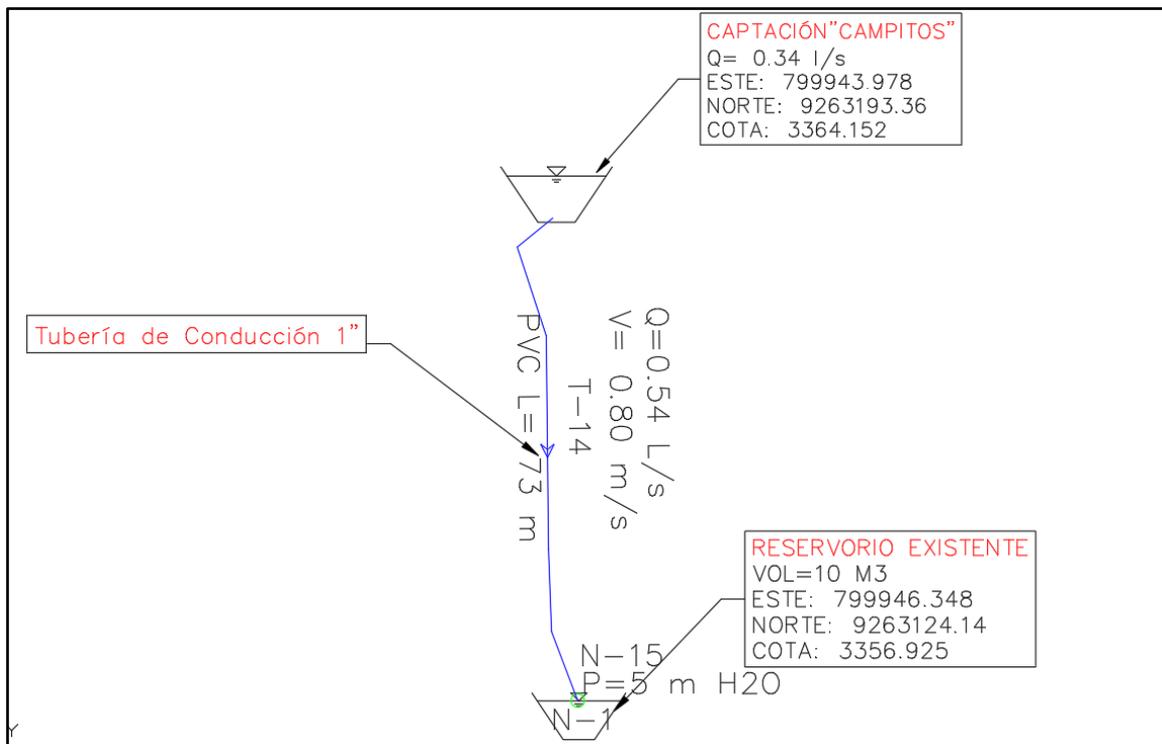
- Sistema de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo

En la tubería de conducción del sistema se propone instalar una válvula de purga en las coordenadas UTM, 799694.02E, 9263450.3N, a 3387.74 m.s.n.m que está ubicada en la única parte baja del tramo del sistema y una válvula de aire en la parte alta a 377 m antes de llegar al reservorio con coordenadas UTM, 799812.66E, 9263469.0N, a 3425.0 m.s.n.m. El diámetro de la tubería está correctamente (1 ½") con una presión de llegada al reservorio de 18 m H₂O de presión estáticamente.

- Sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Quinuamayo

En la tubería de conducción del sistema se propone como mejora reducir el diámetro de la tubería de 1 ½" (tubería instalada actual en el sistema) a 1" (propuesta de mejora). Esto hace que la velocidad de flujo aumente de 0.36 m/s a 0.80 m/s. De esta manera estaría cumpliendo con los rangos de velocidades propuesta por la normativa del RM-192-VIVIENDA. Este cambio de diámetro hace que la velocidad cumpla y también las presiones dinámica y estáticamente de 5 m.c.a y 7 m.c.a de presión respectivamente.

Figura 23. Propuesta de mejora en la red de conducción del SAP del caserío de Quinuamayo



Fuente: WaterCAD, 2024

3. Reservorio

- **Sistema de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo**

Mediante el análisis y tratamiento de la información del sistema, el volumen de regulación mediante el método analítico y análisis del diagrama de masa corresponde a un volumen de regulación de 7.80 m³. Este valor por temas constructivos y de seguridad se recomienda tomar un volumen total de diseño de 10m³ (incluye el volumen de reserva, y por pérdidas operacionales), equivalente a un 22% de porcentaje de regulación. En comparación al reservorio existente se pudo verificar que está sobredimensionando con una capacidad de 15m³. En función a ello se plantea la propuesta de mejora mostrada en la tabla 12, con dimensiones de 2.5 m de largo, 2.5 m de ancho, 1.6 m de altura, y 0.4 borde libre.

En la operación y mantenimiento, se propone realizar su zanja de coronación, construir un cerco perimétrico mejorado, con malla de metal, para evitar que los niños o personas no

autorizadas ingresen, además instalar y dar funcionamiento al tanque de cloración, mejorar en el pintado de la estructura y debido a que la vida útil del sistema ya caducó, cumpliendo sus 20 años.

Como propuesta de mejora sería un mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable, además que, los usuarios de la JASS trabajen de manera coordinada con el área técnica municipal del distrito La Libertad de Pallán.

- **Sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Quinuamayo**

Para el sistema, se presenta dos situaciones, donde se plantea las siguientes propuestas de mejora.

En el primer caso, de llegar a obtener el caudal adicional propuesto en el apartado de captaciones, se mantendría el volumen actual de 10m³ de capacidad. Esta propuesta sería la ideal para solucionar problemas con la demanda poblacional y de esta forma el Caserío de Quinuamayo tenga agua las 24 horas del día.

En el segundo caso de no poder obtener el flujo o caudal adicional, por un tema de evaluación hidráulica el reservorio existente está sobredimensionado con la capacidad de 10m³. Durante el análisis y tratamiento de la información del sistema, el volumen de regulación mediante el método analítico y análisis del diagrama de masa corresponde a un volumen de regulación de 5.00 m³. Este volumen por temas constructivos y de seguridad se recomienda tomar un volumen total del diseño de 6m³, equivalente a un 21% de porcentaje de regulación. En función a ello se plantea la propuesta de mejora mostrada en la tabla 18, con dimensiones de 2.5 m de largo, 2.0 m de ancho, 1.4 m de altura, y 0.4 borde libre. Esta propuesta sería viable en el caso de que la municipalidad y gobiernos propongan realizar un proyecto de mejoramiento del sistema de agua potable para el Caserío de Quinuamayo.

En la operación y mantenimiento, se propone realizar su zanja de coronación, limpieza de la maleza y arbustos, construir un cerco perimétrico mejorado, con malla de metal, para evitar que los niños o personas no autorizadas ingresen, además instalar un tanque de cloración, mejorar en el tarrajeo y pintado de la estructura. Actualmente la vida útil del sistema ya caducó, cumpliendo sus 20 años, como propuesta de mejora sería un mejoramiento y ampliación del

sistema de agua potable, además que, los usuarios de la JASS trabajen de manera coordinada con el área técnica municipal del distrito La Libertad de Pallán.

4. Tuberías de distribución

- Sistema de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo

Debido a las presiones excesivas mostradas en el gráfico 5 y la tabla 40 del anexo 5, siendo un total del 72.46% de las viviendas mayores a 60 m.c.a. La propuesta debido a la falta de estructuras controladoras de presión, se proponen las siguientes lo siguiente, mostrado en la tabla 20. Además se realizó el análisis de golpe de ariete en el tramo 59 (tramo más crítico) del sistema, identificando una sobrepresión máxima de 179.73 m.c.a En efecto se propone la CRP-7 de la ubicación 3 de la tabla 20. El resto de las estructuras es propuesto mediante el modelamiento en WaterCAD.

Tabla 20. Estructuras proyectad para el SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo

Componente	Coordenadas			
	Este	Norte	Cota	
Camara Rompe Presión Tipo 7	1	800617.76	9262780.05	3360.82
	2	801317.56	9262006.09	3294.33
	3	801508.35	9261788.2	3253.28
	4	802068.14	9261160.65	3259.14
	5	802617.91	9260298.35	3257.27
	6	802509.99	9260154.58	3221.28
	7	804005.54	9259567.08	3314.27

Fuente: WaterCAD, 2024

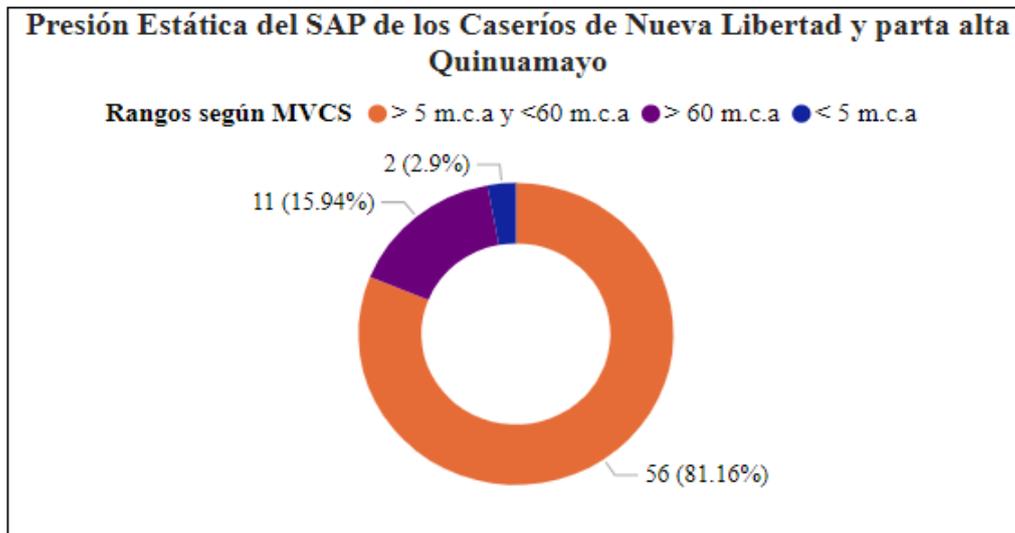
- La primera cámara rompe presión tipo 7 proyectada, ayuda a controlar las presiones en las V5, V6, V7, V8, V9, V10 y V11. Los usuarios se muestran en la tabla 21 del anexo 1, además en los planos topográficos del anexo 7.
- La segunda cámara rompe presión tipo 7 proyectada, ayuda a controlar las presiones en las V13, V14 y V15. Los usuarios de las viviendas se muestran en la tabla 12 del anexo 1, además en los planos topográficos del anexo 7.
- La tercera cámara rompe presión tipo 7 proyectada, ayuda a controlar las presiones en las V16, V17, V18, V19, V20, V21, V22 y V23. Los usuarios de las viviendas se muestran en la tabla 21 del anexo 1, además en los planos topográficos del anexo 7.

- La cuarta cámara rompe presión tipo 7 proyectada, ayuda a controlar las presiones en las V24 y V25. Los usuarios de las viviendas se muestran en la tabla 21 del anexo 1, además en los planos topográficos del anexo 7.
- La quinta cámara rompe presión tipo 7 proyectada, ayuda a controlar las presiones en las V44, V45, V46, V47 y V48. Los usuarios de las viviendas se muestran en la tabla 21 del anexo 1, además en los planos topográficos del anexo 7, además en los planos topográficos del anexo 7
- La sexta cámara rompe presión tipo 7 proyectada, ayuda a controlar las presiones en las V52, V53, V54, V55, V56, V57, V58, V59 y V60. Los usuarios de las viviendas se muestran en la tabla 21 del anexo 1, además en los planos topográficos del anexo 7.
- La séptima cámara rompe presión tipo 7 proyectada, ayuda a controlar las presiones en las V36 y V37. Los usuarios de las viviendas se muestran en la tabla 21 del anexo 1.

En los tramos de tubería, se plantea reducir los diámetros de 1 ½” a 1” en las siguientes partes: T-62, T-57, T-60, T-45, T-35, T-28 y T-48, sumando un total de 2120 m de longitud de tubería (ver anexo 7). Esto se plantea con la finalidad de mejorar las velocidades, con valores mayores al de 0.6 m/s. Además, en vista al análisis por golpe de ariete se propone utilizar una tubería PVC-C10.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 46 del anexo 9, asimismo se muestra el análisis de las presiones obtenidas en el gráfico 15, con un 81.16% equivalente a 56 de las 69 viviendas, dentro de los rangos mayor a 5 mca y menor a 60 mca. El 2.29% equivalente a 2 viviendas tienen una presión de 4 m.c.a y el 15.94% equivalente al 15.94% una presión superior a los 60 m.c.a.

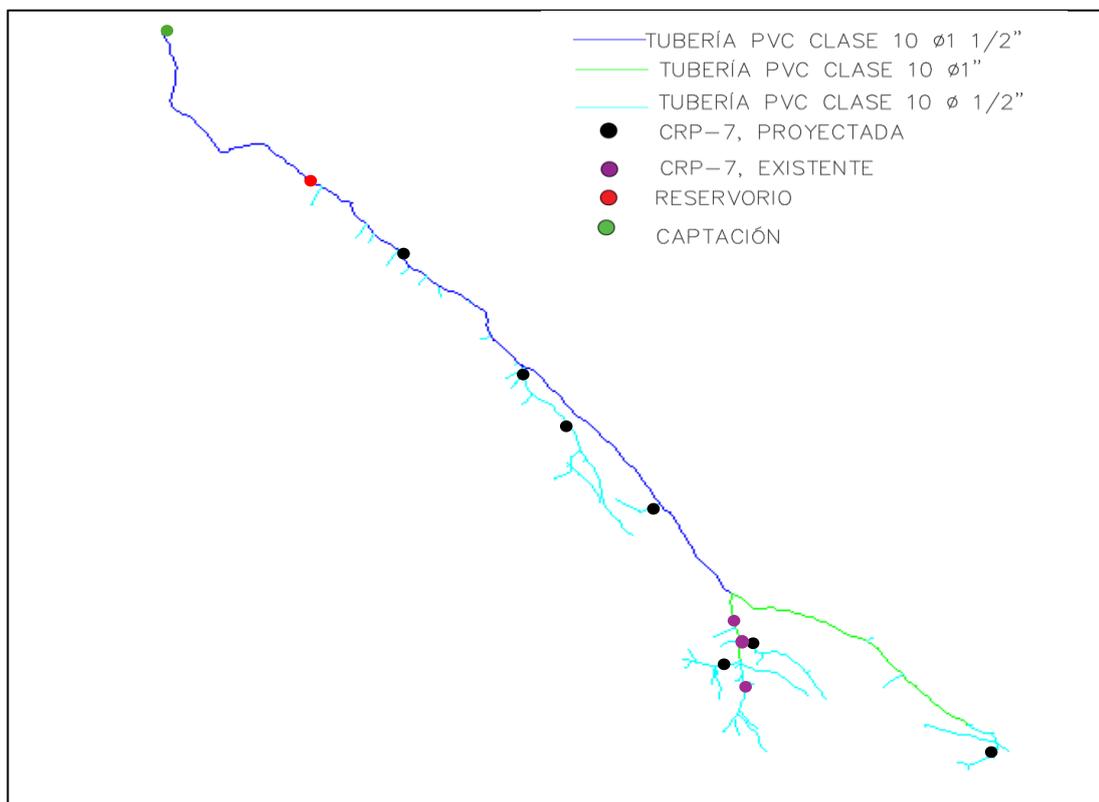
Gráfico 15. *Mejora de presiones estáticas para el SAP de los caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo*



La propuesta de mejora o resultado final se presenta en la figura 24.

Finalmente, en la operación y mantenimiento se plantear realizar una limpieza de los arbustos y malezas por el trazo de la red de distribución de agua potable.

Figura 24. *Esquema final del SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo*



- **Sistema de abastecimiento de agua de consumo humano del Caserío de Quinuamayo**

Debido a las presiones excesivas mostradas en el gráfico 12 y la tabla 42 del anexo 5, siendo un total del 59.26% de las viviendas mayores a 60 m.c.a. En ese sentido, la propuesta y debido a la falta de estructuras controladoras de presión, se proponen las siguientes estructuras mostradas en la tabla 21, ayudando a mejorar y controlar estas presiones que ocasionan rupturas de las tuberías. Además se realizó el análisis de golpe de ariete en el tramo 85 (tramo más crítico) del sistema, identificando una sobrepresión máxima de 204.45 m.c.a. En efecto se propone la CRP-7 de la ubicación 6 de la tabla 21. El resto de las estructuras es propuesto mediante el modelamiento en WaterCAD.

Tabla 21. *Estructuras proyectadas para el SAP del caserío de Quinuamayo*

Componente	Coordenadas			
	Este	Norte	Cota	
Camara Rompe Presión Tipo 7	1	800220.89	9262213.14	3295.28
	2	800295.28	9262396.56	3294.58
	3	800666.90	9262412.77	3304.63
	4	801132.72	9261863.18	3244.86
	5	801619.37	9261217.47	3182.01
	6	801707.15	9260779.08	3136.21
	7	801962.54	9260400.2	3130.39

Fuente: WaterCAD, 2024

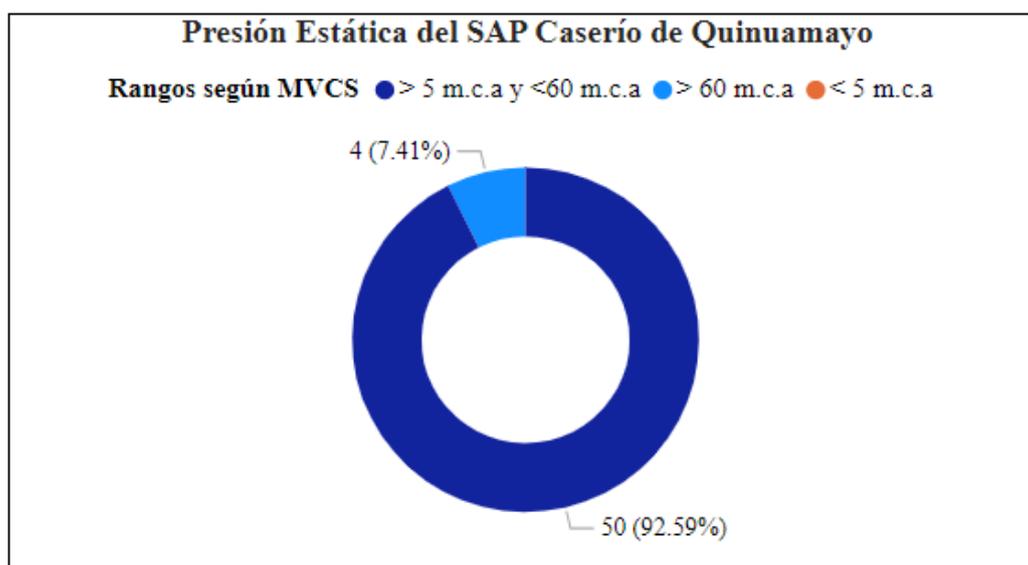
- La primera cámara rompe presión tipo 7 proyectada, ayuda a controlar las presiones en las V6 y V7. Los usuarios se muestran en la tabla 22 del anexo 1.
- La segunda cámara rompe presión tipo 7 proyectada, ayuda a controlar las presiones en las V13, V14, V15, V16 y V17. Los usuarios de las viviendas se muestran en la tabla 22 del anexo 1.
- La tercera cámara rompe presión tipo 7 proyectada, ayuda a controlar las presiones en las V19, V20, V21, V22 y V23. Los usuarios de las viviendas se muestran en la tabla 22 del anexo 1.
- La cuarta cámara rompe presión tipo 7 proyectada, ayuda a controlar las presiones en las V24, V25, V26, V27, V28, V29, V30, V31, V32, V33 y V34. Los usuarios de las viviendas se muestran en la tabla 22 del anexo 1.
- La quinta cámara rompe presión tipo 7 proyectada, ayuda a controlar las presiones en las V44 y V45. Los usuarios de las viviendas se muestran en la tabla 22 del anexo 1.

- La sexta cámara rompe presión tipo 7 proyectada, ayuda a controlar las presiones en las V46, V47 y V48. Los usuarios de las viviendas se muestran en la tabla 22 del anexo 1.
- La séptima cámara rompe presión tipo 7 proyectada, ayuda a controlar las presiones en las V53 y V54. Los usuarios de las viviendas se muestran en la tabla 22 del anexo 1.

Además, en vista al análisis por golpe de ariete se propone utilizar una tubería PVC-C10 en todo el sistema de abastecimiento.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 45 del anexo 9, asimismo se muestra el análisis de las presiones obtenidas en el gráfico 16, con un 92.59% equivalente a 50 de las 54 viviendas, dentro de los rangos mayor a 5 m.c.a y menor a 60 m.c.a. Únicamente un 7.41% con una presión mayor a los 60 m.c.a.

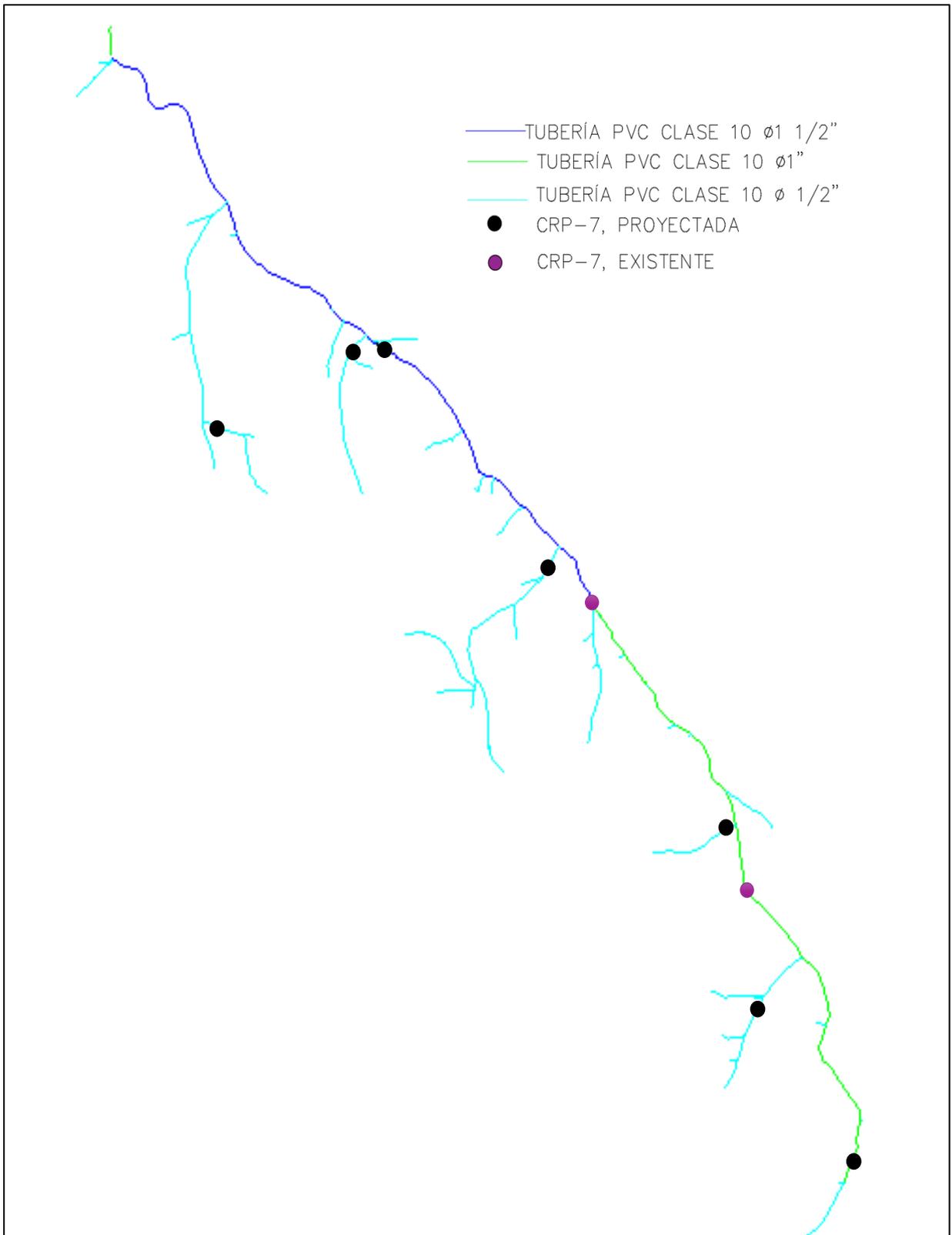
Gráfico 16. *Mejora presiones estáticas para el SAP del caserío de Quinuamayo*



Los diámetros en la red de distribución está todo conforme a lo indicado por los usuarios del comité de la JASS. Estos diámetros cumplen en su mayoría con las velocidades mínimas y máximas para el sistema de abastecimiento de agua potable. La propuesta de mejora o resultado final se presenta en la figura 25.

Finalmente, en la operación y mantenimiento se plantea realizar una limpieza de los arbustos y malezas por el trazo de la red de agua potable.

Figura 25. Esquema final del SAP del Caserío de Quinuamayo



4.2. Discusión de resultados

El caudal de aforo máximo de diseño de la fuente del sistema de abastecimiento de agua de consumo humano de los caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo es mayor que el caudal promedio (Q_p). El caudal aforado es 0.88 l/s y la demanda de 0.59 l/s, en efecto el caudal ofertado cubre la demanda poblacional del sistema. Asimismo, el caudal de oferta del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Quinuamayo es 0.34 l/s, y la población tiene una demanda promedio (Q_p) de 0.46 l/s, por tanto, es deficiente y no alcanza a abastecer a las 54 viviendas del sistema. Albarrán, L.E. (2019) en su investigación menciona que, el sector Bellavista y Shiracpunta cuentan con caudales de afloramientos, de 3.20 l/s y 1.5 l/s respectivamente, lo cual son ofertas suficientes para abastecer la demanda promedio de 0.56 l/s en el sector bellavista, y 0.24 l/s en el sector San Sebastián.

Las estructuras de captación de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad. El primer sistema, de captación de fondo según resultados obtenidos tendría una altura de cámara húmeda de 1.00 m, con un tiempo de retención de 158.4 l/s, canastilla de 3" de diámetro por 15cm de longitud con 65 ranuras y tubería de rebose de 1 ½". En comparación con los resultados medidos en campo, únicamente la altura de cámara húmeda y diámetro de tubería de rebose están cumpliendo con lo recomendado por la normativa del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. La tubería de conducción no tiene canastilla, el cual está expuesto a acumular bastantes sedimentos, asimismo Bardales, Y.A. (2022) en su investigación la cámara húmeda tiene un menor tamaño al recomendado, el ancho de pantalla, la canastilla y la tubería de limpia están dimensionados adecuadamente. El segundo sistema de captación de ladera tendría una altura de cámara húmeda de 1.00.m, con un ancho de pantalla de 0.70, con dos orificios o llorones, canastilla de 3" de diámetro, 20 cm de longitud y 65 ranuras. Los resultados tomados in situ, no cumplen con las especificaciones mínimas de la norma RM-192-2018 Vivienda para el sector de saneamiento de zona rural. La captación no tiene canastilla, además tiene un solo orificio.

La tubería de conducción del sistema de agua de consumo humano del Caserío de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo, tiene una longitud de 1579m, de material PVC, con un diámetro de 1 ½". La tubería de conducción del sistema está dimensionada correctamente, con una velocidad de flujo de 0.61 m/s y una presión de llegada al reservorio de 7 m.c.a. Según el anexo RM-192-2018-VIVIENDA, la velocidad debe estar entre 0.60 m/s y 3 m/s, el cual para dicho sistema cumple con la normativa, asimismo en el sistema de agua de consumo humano

del Caserío de Quinuamayo, la tubería de conducción tiene una longitud de 73m, de material PVC, con diámetro existente de 1 ½”, velocidad de flujo de 0.36 m/s y presión de llegada 7 m.c.a. Este sistema de agua de consumo humano, en su línea de conducción no cumple con los requerimientos de la normativa, debido al sobredimensionamiento de la tubería. También, Yupanqui, D.A. (2023). en su investigación encontró una tubería de 1 1/2” en todo su recorrido, fabricada en PVC y correctamente dimensionado. La velocidad del agua en la tubería es de 0.39 m/s, donde no cumple con lo indicado en la normativa vigente para diseño de redes de agua potable en zona rural.

La presión dinámica en la red de distribución del sistema de agua de consumo humano del caserío Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo, el 37.68% de viviendas tienen presiones mayores a 60 m.c.a, el 14.49% con presiones menores a 5 m.c.a y solo el 37.68% cumple con el rango de velocidades indicadas por la normativa vigente de un total de 69 conexiones domiciliarias. Asimismo, estáticamente la presión del flujo, el 72.46% tienen presiones mayores a 60 m.c.a, y un 27.54% de presiones en condiciones normales. También, Meza, C.A., Sánchez, W.J. (2022). a partir del modelamiento hidráulico presentó problemas de presiones menores a 10 m.c.a en los nodos 5, 6, 7, 9, 12, 26, 37, 42, 46, 59, 73 y 90 en la ciudad de Huancavelica, asimismo en la red de distribución del sistema de agua potable del caserío de Quinuamayo, el 7.41% con presiones mayores a 60 m.c.a, el 35.19% con presiones menores a 5 m.c.a, y el 57.41% cumplen con la normativa vigente de un total de 54 conexiones domiciliarias. Las presiones del sistema estáticamente, el 59.26% son mayores a 60 m.c.a y el 40.74% dentro de los parámetros establecidos en la normativa.

Las velocidades en las tuberías de aducción y distribución, del sistema de agua potable del caserío Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo en un 65.93% están por debajo de los 0.6 m/s, el 33.33% dentro de los parámetros de 0.6 m/s y 3 m/s y el 0.74% sobre los 3 m/s. También, Sánchez, C.E. (2023) en su investigación el 92% de la línea de conducción y ciertos tramos de la red de distribución presenta velocidades menores a 0.60 m/s. En el sistema de agua de consumo humano del caserío de Quinuamayo el 69.44% están por debajo de los 0.6 m/s y en un 30.56% del sistema dentro de los parámetros establecidos por la normativa vigente para estudios de saneamiento en zonas rurales.

El sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo, tiene un caudal promedio de consumo $Q_p=0.595$ l/s, un caudal máximo diario $Q_{md}=0.76$ l/s y un máximo horario $Q_{mh}=1.57$ l/s. En efecto el caudal de oferta es lo suficiente

para la demanda máxima diaria del sistema de agua potable, asimismo, Pejerrey, L.F (2018) en su investigación determinó que; los caudales de diseño son $Q_m=0.228$ l/s, caudal máximo diario $Q_{md}=0.296$ l/s y el máximo horario, $Q_{mh}=0.456$ l/s. En el otro sistema de evaluación el caudal promedio de consumo, caudal máximo diario y caudal máximo horario para el sistema de agua potable del caserío de Quinuamayo es de $Q_p=0.463$ l/s, $Q_{md}=0.54$ l/s y $Q_{maxh}=1.44$ l/s respectivamente, siendo el caudal promedio de consumo superior a la oferta del manantial, proponiendo como propuesta de mejora, la incorporación de una fuente adicional al sistema de agua potable.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La caracterización de los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad muestra una notable relación entre disponibilidad y calidad de los servicios públicos y cantidad de personas que habitan en las localidades. A pesar de que la infraestructura de servicios como agua potable, electricidad, salud pública, educación pública y transporte muestra avances importantes, aún existen desafíos en la cobertura y eficiencia, especialmente en agua y saneamiento como tomar un agua segura y potable, además la implantación de unidades básicas de saneamiento (UBS) para reducir la contaminación mediante filtraciones de aguas excretas. Sin embargo, las localidades con una población total según INEI (2017) un total de 560 habitantes ha mostrado capacidad de adaptación a través de diversas iniciativas de expansión demográfica.

Los componentes de los sistemas de agua de consumo humano de los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad actualmente están deteriorados hidráulicamente, falta de accesorios en la mayoría de las estructuras y los accesorios que se encuentran emplazados a lo largo de las redes y estructuras están en pésimas condiciones. Estando en el límite de su vida útil, con un promedio de 20 años. En conclusión, las estructuras del sistema se encuentran en un proceso de renovación y/o mantenimiento progresivamente para mejorar la demanda poblacional.

Los caudales de operación del sistema de agua de consumo humano del caserío Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo, son de $Q_p=0.595$ l/s, $Q_{md}=0.76$ l/s, $Q_{mh}= 1.57$ l/s, estos caudales de operación son determinados en campo durante la investigación, sin embargo, el caudal de oferta de 0.88 l/s, es superior al caudal de demanda promedio $Q_p=0.595$ l/s, concluyendo que, es suficiente para suplir las necesidades básicas de consumo. Asimismo, el caudal de operación del segundo sistema de abastecimiento de agua de consumo humano del caserío de Quinuamayo, tiene un $Q_p=0.463$ l/s y un caudal de oferta del manantial de 0.34 l/s, concluyendo una oferta menor que la demanda para la población.

Hidráulicamente los sistemas de agua de consumo humano de los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad tienen deficiencias en las presiones y velocidades. En el sistema de agua de consumo humano del caserío Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo en un 65.93% están por debajo de los 0.6 m/s, el 33.33% dentro de los parámetros de 0.6 m/s y 3 m/s y el 0.74% sobre los 3 m/s, así mismo, en el sistema de agua potable del caserío de Quinuamayo un 69.44% están por debajo de los 0.6 m/s y en un 30.56% del sistema dentro de los parámetros

establecidos por la normativa. En conclusión, se tiene que verificar diámetros y estructuras que controlen las presiones excesivas.

La operación y mantenimiento de los sistemas de agua de consumo humano de los caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad, no son realizados periódicamente estando en pésimas condiciones, no hay un mantenimiento por parte de los usuarios y durante la operación existe una sola persona, que se encarga de los trabajos, el cual solo se desempeña en caso exista fugas de agua u otras cosas que impida llegar el agua a los usuarios de los sistemas. En conclusión, en el mantenimiento no existe fechas o intervalos de tiempo definidos para realizar estos trabajos durante los meses y años que tienen los sistemas de agua de consumo humano.

En la propuesta de mejora, se concluye que la tubería de conducción del sistema de agua de consumo humano del caserío de Quinuamayo, se tiene que reducir el diámetro de 1 ½” a 1”, además se ubicó un manantial con coordenadas UTM, 799618.546E, 9263779.7N, a 3437.81 m.s.n.m. para alimentar dicho sistema. En las redes de distribución debido a las fuertes pendientes ocasionando golpe de ariete en los tramos más críticos, se planteó 14 cámaras rompe presión para los dos sistemas de agua de consumo humano al fin de controlar rupturas en grifos y tuberías. Además, debido al término de su vida útil de los sistemas se recomienda cambiar la red, por una tubería PVC C-10/S-10 (10 bar-150psi). Finalmente, para mejorar las velocidades, se tiene que reducir los diámetros en los tramos sobredimensionados, obteniendo resultados en los esquemas de las figuras 24 y 25.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un mantenimiento de cada sistema cada dos o tres meses por un personal capacitado. Para las capacitaciones, pueden pedir apoyo al área técnica municipal de la municipalidad (ATM).
- Es indispensable realizar una campaña de capacitación y concientización, dirigido a los directivos de las JASS, autoridades y a los usuarios de los sistemas de agua potable. Para evitar el uso desmesurado e incorrecto del recurso agua potable.
- Se recomienda la construcción de las cámaras rompe presión en los puntos indicados en la propuesta de mejora.
- Por la ubicación de los sistemas de agua potable en zonas de riesgo (deslizamientos, sismo), es importante realizar un plan de contingencias, frente a eventos que interrumpen el servicio de agua potable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

- Agüero, R. (2008). *Agua Potable para Poblaciones Rurales*. (1ª ed., Vol. 1). Asociación Servicios Educativos Rurales.
- Albarrán, L.E. (2019). *Evaluación de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac, San Marcos-Cajamarca. Propuesta de Mejora*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3115>
- Arocha, S. (s.f.). *Abastecimientos de Agua*. (1ª ed.). Ediciones Vega.
- Bardales, Y.A. (2022). *Evaluación del sistema de agua potable de la localidad de Jesús-Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4699>
- Cengel, Y.A., Cimbala, J.M. (2006). *Mecánica de Fluidos Fundamentos y Aplicación* (1ª ed.). McGrawHill.
- Franzini, J.B., Finnemore, E.J. (1999). *Mecánica de Fluidos Fundamentos con Aplicaciones en Ingeniería* (9ª ed.). McGrawHill.
- Global Water Partnership. (2013). *Guía para la aplicación de la gestión integrada del recurso hídrico (GIRH) a nivel municipal*. (1ª ed.). Donaldo Cáceres Castrejón
- Meza, C.A., Sánchez, W.J. (2022). *Evaluación hidráulica en la red de distribución de agua potable en el distrito de Huancavelica empleando el software WaterCAD*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://hdl.handle.net/20.500.14597/6186>
- Mejía, A. (2019). *Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Racrao Bajo, distrito de Pariacoto, provincia de Huaraz, región Áncash; y su incidencia en la condición sanitaria de la población*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote]. <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/14576>
- Sánchez, C.E. (2023). *Evaluación de los sistemas de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado de Callancas, San Pablo- Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6257>

- Pejerrey, L.F (2018). *Mejoramiento del sistema de agua potable y saneamiento en la comunidad de Cullco Belén, Distrito de Potoni-Azángaro-Puno*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/4166>
- Yupanqui, D.A. (2023). *Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad del Guayo, Contumazá-Cajamarca 2023*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6357>
- Guevara, G., Vargas, A., Quesada, J.I. (2021). Prevención del golpe de ariete mediante el control del tiempo de cierre, al usar válvulas hidráulicas automatizadas. *Tecnología en Marcha*, 34 (1), 144-154. <https://doi.org/10.18845/tm.v34i1.4821>

LINKOGRAFÍA

- Comisión Nacional del Agua. (2010). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento* (1ª ed.). <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/manual-agua-potable-alcantarillado-saneamiento-0>
- Comisión Nacional del Agua. (2012). *Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable* (1ª ed.). <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAPDS-1-12.pdf>.
- Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2010). Gobierno Regional de Cajamarca. *Sistema de Información Regional de Agua y Saneamiento* (1ª ed.). <https://www.udocz.com/apuntes/27665/compendio-sistema-de-informacion-regional-en-agua-y-saneamiento-siars>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). Mac Graw Hill. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2>
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2004). *Criterios para la selección de opciones técnicas y niveles de servicio en sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento en zonas rurales*. https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/4_Criterios_seleccin_opciones_y_niveles_de_Servic_%20sistemas_de_agua_y_saneam_zonas_rurales.pdf

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas Para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural*. (3ª ed.). <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/275920-192-2018-vivienda>

Tixe, S. (2004). *Guía de Diseño para Líneas de Conducción e Impulsión de Sistemas de Abastecimiento de Agua Rural*. (1ª ed.). https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/TIXE%202004a.%20Dise%C3%B1o%201%C3%ADneas%20de%20conducci%C3%B3n%20e%20impulsi%C3%B3n.pdf

Rodríguez, P. (2001). Abastecimiento de agua [Archivo PDF]. <https://es.slideshare.net/deibyrequenamarcelo/128283513abastecimientodeaguapedrorodriguezruiz>

United States Agency International Development. (2016). *Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable por Gravedad*. (13ª ed.). https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/USAID%202016.%20Manual%20operaci%C3%B3n%20y%20mantenimiento%20de%20agua%20por%20gravedad..pdf

ANEXOS

Anexo 1. *Padrón de usuarios de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad*

Tabla 22. *Padrón de usuarios del SAP del Caserío de Nueva Libertad y parte alta del caserío de Quinuamayo.*

PADRÓN DE USUARIOS				
N°	ESTE	NORTE	COTA	USUARIO
V1	800102.924	9263080.859	3368.051	PONCIANO LOZANO CAMPOS
V2	800361.390	9262869.416	3361.390	ALEJANDRO LOZANO CAMPOS
V3	800437.956	9262841.005	3356.131	JAVIER LOZANO CAMPOS
V4	800534.004	9262689.086	3349.697	DIOMEDES ACUÑA LOZANO
V5	800614.026	9262636.886	3347.382	ARTIDORO BARBOZA COTRINA
V6	800730.158	9262567.225	3337.145	CIRILO BARBOZA CRUZADO
V7	800855.951	9262498.875	3326.048	RAUL SIFUENTES FLORES
V8	801024.570	9262452.142	3331.790	PABLO BARBOZA LEYVA
V9	801075.677	9262236.581	3313.964	ALEJANDRO LOZANO CAMPOS
V10	801282.070	9262053.524	3313.656	CELINDA VASQUEZ VERA
V11	801223.900	9261984.200	3282.461	SEGUNDO BUSTAMANTE VASQUEZ
V12	801335.196	9262032.021	3308.792	JAIME RUBIO BARBOZA
V13	801295.264	9261948.812	3281.380	JAVIER BARBOZA ZAMORA
V14	801248.607	9261905.783	3269.053	ISMAEL OLIVARES ALVAREZ
V15	801315.064	9261804.961	3255.635	FLORENCIO MENDOZA RUBIO
V16	801574.498	9261449.991	3200.686	FREDESGUNDO LUMBA
V17	801574.747	9261418.343	3201.211	POSTA DE SALUD QUINUAMAYO
V18	801587.193	9261385.616	3200.788	ALAMIRO MEJÍA BARBOZA
V19	801556.712	9261347.017	3198.738	GUIDO MEJÍA BARBOZA
V20	801501.925	9261330.016	3195.555	SATURNINO MEJÍA LLANOS
V21	801766.450	9261188.757	3196.894	FRANCISCO JAVIER MEJÍA QUISPE
V22	801676.327	9261435.707	3220.195	ELI OLIVARES ALVAREZ
V23	801965.963	9260979.821	3196.482	SEGUNDO GERARDO GUEVARA COTRINA
V24	801853.634	9261208.211	3212.325	DAMACENO COTRINA VERNAL
V25	802003.684	9261126.432	3223.453	EMILIO CACHAY MEJÍA
V26	802447.639	9260688.611	3332.338	RENE MEJÍA BARBOZA
V27	802479.756	9260641.232	3337.271	IDELMER MEJÍA BARBOZA
V28	803354.677	9260338.460	3339.202	ABSALON FLORES CAMPOS
V29	803397.235	9260007.038	3281.120	ELISEO CACHAY INFANTE
V30	803916.033	9259782.119	3353.395	CATALINO PEREZ MEJÍA
V31	804047.028	9259730.497	3359.400	NOLBERTO MEJÍA BECERRA
V32	804127.943	9259604.737	3357.951	JUAN TELLO MEDINA
V33	804034.506	9259619.923	3332.968	WILDER TELLO FLORES
V34	804039.484	9259553.500	3324.034	ESTEBAN BRIONES MEDINA
V35	803942.480	9259540.229	3290.668	MERCEDEZ BELARDES GONZALES
V36	803884.154	9259482.164	3265.108	SIMON CONTRINA CHÁVEZ
V37	803826.418	9259537.004	3254.168	EBER TELLO FLORES
V38	803885.660	9259709.844	3319.938	SIMEON TELLO MEDINA
V39	803636.694	9259764.780	3276.634	HUMBERTO JOEL FLORES VASQUEZ
V40	803634.134	9259770.849	3274.183	DILMER TELLO FLORES

V41	802421.806	9260332.882	3258.002	ROGER TIRADO NUÑEZ
V42	802463.413	9260269.674	3245.217	RENE RIDELMER BAUTISTA CACHAY
V43	802623.732	9260313.706	3263.284	AVELINO ZA VALETA QUISPE
V44	802660.084	9260224.427	3237.894	ELIAS OLIVARES MICHA
V45	802672.231	9260153.446	3223.324	JULIO OLIVARES CARRION
V46	802989.051	9260132.202	3247.276	DIOMEDES OLIVARES FERNANDEZ
V47	803035.448	9259992.915	3229.821	GERONIMO TELLO RAMIREZ
V48	803083.554	9259931.172	3222.115	NIVEL PRIMARIO NUEVA LIBERTAD
V49	802970.368	9259955.315	3213.297	MANUEL TIRADO NUÑES
V50	802934.930	9259984.040	3214.504	EDUARDO OLIVARES QUISPE
V51	802468.120	9260179.319	3225.577	ISIDORA LLATAS ZABALETA
V52	802406.442	9260139.943	3207.104	SENAIDA TELLO FLORES
V53	802274.185	9260257.736	3208.419	RUBEN OLIVARES MICHA
V54	802245.668	9260195.326	3183.770	ELMER CRUZADO MEJÍA
V55	802250.435	9260127.991	3171.047	ELEMER CRUZADO MEJÍA
V56	802453.118	9260090.898	3201.188	DORALIZA OLIVARES MARIN
V57	802404.716	9260023.545	3176.787	MARCELINO VASQUEZ COTRINA
V58	802469.571	9260007.738	3186.152	LUSDELLA VASQUEZ COTRINA
V59	802451.168	9259964.145	3174.126	DIEGO SALDAÑA JAMBO
V60	802452.637	9259933.326	3168.646	SILVESTRE GUEVARA FERNANDEZ
V61	802542.251	9260132.288	3218.843	JOSE HERNAN TIRADO NUÑES
V62	802541.271	9260057.506	3205.455	FABRICIANO TIRADO ZABALETA
V63	802662.611	9260034.457	3192.638	VICTOR OLIVARES CARRION
V64	802626.122	9259801.613	3158.971	WILMER SAUL OLIVARES FERNANDEZ
V65	802687.192	9259747.211	3156.478	WILMER SAUL OLIVARES FERNANDEZ
V66	802469.996	9259731.273	3125.413	LORENZA FERNANDEZ TELLO
V67	802581.740	9259701.274	3133.863	HECTOR SANCHEZ LLANOS
V68	802701.654	9259638.570	3135.932	FELICITAS FERNANDEZ ACUÑA
V69	802735.730	9259595.930	3121.601	SEGUNDO EVELIO VASQUEZ FERNANDEZ

Nota: Registros de usuarios, Junta de Usuarios - Caseríos Quinuamayo alto y Nueva Libertad

Tabla 23. Padrón de usuarios del SAP del Caserío de Quinuamayo

PADRÓN DE USUARIOS				
N°	ESTE	NORTE	COTA	USUARIO
V1	799906.898	9263106.275	3351.429	AURELIO ESPINOZA
V2	799848.607	9263019.702	3328.972	MIGUEL ZAVALETA MEDINA
V3	800147.398	9262707.056	3303.048	CASA COMUNAL QUINUAMAYO ALTO
V4	800108.267	9262424.211	3310.080	CESAR GONZALES SALDAÑA
V5	800224.333	9262102.809	3310.904	SALOME GOICOCHEA GUEVARA
V6	800335.285	9262184.307	3286.036	ABSALON RAMIREZ BAZAN
V7	800372.638	9262045.081	3257.207	SEGUNDO OSIEL GONZALES SALADAÑA
V8	800267.871	9262677.036	3331.797	LORENZO DAVILA SALAZAR
V9	800545.747	9262491.655	3316.702	ARTIDORO BARBOZA CRUZADO
V10	800545.327	9262404.664	3300.213	CESAR SIFUENTES FLORES
V11	800540.301	9262332.314	3277.279	NASARIO BUSTAMANTE CUBAS
V12	800641.274	9262424.155	3307.195	HERMINIANO RAMIREZ GALVEZ
V13	800618.909	9262367.501	3287.245	JORGE LUIS LOZANO RUIZ
V14	800659.927	9262353.352	3289.635	ROSAS DÍAZ BUSTAMANTE
V15	800569.238	9262297.246	3269.115	WILMER BAUTISTA GUEVARA
V16	800575.416	9262175.105	3248.247	SILO EDILBRANDO VASQUEZ
V17	800628.273	9262042.348	3240.309	BETO BUSTAMANTE VASQUEZ
V18	800782.842	9262427.175	3301.978	JAVIER BARBOZA ZAMORA
V19	800875.901	9262168.811	3262.684	NILVER BARBOZA NUÑES
V20	800801.976	9262152.241	3257.950	LUIS MIGUEL SIFUENTES FLORES
V21	800933.245	9262055.284	3259.009	TEODOSIA NUÑEZ CACHAY
V22	800985.666	9262044.370	3261.177	ISMAEL OLIVAREZ ALVAREZ
V23	800993.775	9261944.073	3239.028	VICTOR ARRUE
V24	801061.863	9261817.777	3228.069	ROSMERI LUMBA FLORES
V25	801049.913	9261684.115	3199.559	VICTORIANO DAVILA SALAZAR
V26	800937.687	9261560.237	3196.076	IGLESIA ADVENTISTA-QUINUAMAYO
V27	800925.024	9261514.706	3202.383	RENULFO MEJÍA NUÑEZ
V28	800830.138	9261556.043	3204.573	LUIS MEJÍA NUÑEZ
V29	800852.995	9261682.399	3187.402	JOSE CLEVER VARGAS VASQUEZ
V30	800842.197	9261689.737	3190.410	AMADO VARGAS VASQUEZ
V31	800797.818	9261710.042	3196.430	REINERIO RAMIREZ CABRERARA
V32	800741.659	9261699.866	3201.513	VELERMINA MEJÍA RUBIO
V33	800968.718	9261412.761	3199.500	PETRONILA FLORES CRUZADO
V34	801016.812	9261355.752	3180.712	PASCUAL FRORES CRUZADO
V35	801228.390	9261683.489	3225.818	VICTORIANO CORTEZ LEYVA
V36	801253.188	9261613.731	3208.512	VICTORIANO DAVILA SALAZAR
V37	801242.203	9261426.925	3181.382	SEGUNDO VASQUEZ HUAMAN
V38	801268.617	9261742.243	3237.216	GUILLERMINA BUSTAMENTE VASQUEZ
V39	801324.002	9261636.278	3210.182	TEODORO VASQUEZ HUAMAN
V40	801408.883	9261567.650	3198.388	SANTOS TEODORO VASQUEZ GUEVARA
V41	801459.731	9261466.194	3184.573	IEP MIGUEL ANGEL SIVA RUBIO

V42	801520.140	9261441.738	3189.824	IEP 82489 QUINUAMAYO
V43	801746.162	9261217.680	3194.411	ELISEO LEYVA TERRONES
V44	801508.979	9261153.604	3162.692	PONCIANO LOZANO CAMPOS
V45	801421.262	9261164.370	3142.873	ROYNER LOZANO BARBOZA
V46	801698.706	9260798.591	3142.561	SANTOS CHAVEZ
V47	801579.167	9260819.533	3135.370	JILMER OLIVARES VÁSQUEZ
V48	801607.885	9260712.652	3123.745	SIMON DÍAS LUMBA
V49	801626.894	9260646.940	3111.859	LUCILA LEYVA TERRONES
V50	801614.693	9260579.349	3101.043	EUFEMIA LLANOS DIAS
V51	801865.280	9260742.990	3147.673	REINERIO GUEVARA FERNANDEZ
V52	801995.604	9260501.046	3144.092	REINERIO GUEVARA FERNANDEZ
V53	801923.762	9260345.498	3119.189	SANTOS FLORES CRUZADO
V54	801836.072	9260213.109	3091.372	FRACCILA COTRINA

Nota: Registros de usuarios, Junta de Usuarios - Caserío de Quinuamayo

Anexo 2. Aforos de los manantiales de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad

Tabla 24. Aforos del manantial “El Chogo”, sistema de abastecimiento de agua de consumo humano de los caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo

CAPTACIÓN EL CHOGO			
Fecha 12 de junio / 08:00 AM		Fecha 01 de Julio/09:00 AM	
Volumen	8.00 litros	Volumen	8.00 litros
Tiempo (s)	Caudal (lps)	Tiempo (s)	Caudal (lps)
8.5	0.94	10.1	0.79
8.98	0.89	10.3	0.78
9.21	0.87	9.8	0.82
10.2	0.78	10.2	0.78
8.78	0.91	11.2	0.71
Promedio	0.88	Promedio	0.78
Fecha 11 de agosto/07:00 AM		Fecha 01 de septiembre/ 07:00AM	
Volumen	8.00 litros	Volumen	8.00 litros
Tiempo (s)	Caudal (lps)	Tiempo (s)	Caudal (lps)
13.4	0.60	15	0.53
13.2	0.61	15.4	0.52
12.5	0.64	15.6	0.51
12.4	0.65	15.9	0.50
13.6	0.59	14.8	0.54
Promedio	0.62	Promedio	0.52

Nota: En la tabla se muestra el registro de los aforos realizados en campo del manantial “El Chogo”

Tabla 25. Aforos del manantial “campitos”, sistema de abastecimiento de agua de consumo humano del Caserío de Quinuamayo

CAPTACIÓN CAMPITOS			
Fecha 13 de junio / 08:00 AM		Fecha 02 de Julio/09:00 AM	
Volumen	8.00 litros	Volumen	8.00 litros
Tiempo (s)	Caudal (lps)	Tiempo (s)	Caudal (lps)
22.6	0.35	28.5	0.28
25.4	0.31	29.4	0.27
22.4	0.36	27.5	0.29
21.5	0.37	29.3	0.27
24.8	0.32	27.4	0.29
Promedio	0.34	Promedio	0.28

Fecha 12 de agosto/07:00 AM		Fecha 02 de septiembre/ 07:00AM	
Volumen	8.00 litros	Volumen	8.00 litros
Tiempo (s)	Caudal (lps)	Tiempo (s)	Caudal (lps)
37.4	0.21	39.5	0.20
33.5	0.24	38.4	0.21
34.58	0.23	37.5	0.21
33.2	0.24	40.8	0.20
30.4	0.26	41.8	0.19
Promedio	0.24	Promedio	0.20

Nota: En la tabla se muestra el registro de los aforos realizados en campo del manantial “campitos”

Anexo 3. Consumos diarios y horarios de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad

Tabla 26. Consumos de la población SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta del Caserío de Quinuamayo, mes de Julio.

Fecha	Jul/08/24	Jul/09/24	Jul/10/24	Jul/11/24	Jul/12/24	Jul/13/24	Jul/14/24							
Día	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo							
Hora	Altura de Consumo (cm)	Volumen (m3)												
06:00 - 07:00	4.20	0.403	4.20	0.403	5.00	0.480	6.90	0.662	5.00	0.480	4.20	0.403	4.80	0.461
07:00 - 08:00	8.50	0.816	9.50	0.912	9.50	0.912	9.20	0.883	9.00	0.864	8.20	0.787	7.80	0.749
08:00 - 09:00	6.00	0.576	6.50	0.624	5.60	0.538	6.50	0.624	4.50	0.432	5.60	0.538	4.50	0.432
09:00 - 10:00	12.40	1.190	9.80	0.941	5.80	0.557	17.50	1.680	12.50	1.200	11.20	1.075	12.50	1.200
10:00 - 11:00	14.20	1.363	18.50	1.776	20.20	1.939	26.50	2.544	25.80	2.477	22.10	2.122	22.40	2.150
11:00 - 12:00	10.50	1.008	15.50	1.488	14.50	1.392	12.50	1.200	20.50	1.968	18.50	1.776	16.50	1.584
12:00 - 13:00	8.50	0.816	8.40	0.806	10.50	1.008	13.60	1.306	6.50	0.624	7.00	0.672	10.50	1.008
13:00 - 14:00	7.50	0.720	7.80	0.749	8.30	0.797	10.40	0.998	7.00	0.672	8.00	0.768	8.50	0.816
14:00 - 15:00	8.50	0.816	5.60	0.538	4.50	0.432	6.50	0.624	9.00	0.864	10.50	1.008	5.40	0.518
15:00 - 16:00	7.50	0.720	4.50	0.432	9.80	0.941	4.50	0.432	8.20	0.787	7.20	0.691	6.50	0.624
16:00 - 17:00	6.50	0.624	6.80	0.653	6.20	0.595	5.60	0.538	4.80	0.461	5.00	0.480	3.50	0.336
17:00 - 18:00	8.20	0.787	6.50	0.624	10.50	1.008	12.10	1.162	11.20	1.075	10.50	1.008	6.50	0.624
18:00 - 19:00	3.50	0.336	5.60	0.538	3.10	0.298	3.60	0.346	3.60	0.346	2.00	0.192	5.90	0.566

Nota: La tabla muestra los volúmenes consumidos cada intervalo de una hora, por semana de análisis.

Tabla 27. Consumos de la población SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta del Caserío de Quinuamayo, mes de agosto

Fecha	Ago/05/24		Ago/06/24		Ago/07/24		Ago/08/24		Ago/09/24		Ago/10/24		Ago/11/24	
Día	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo	
Hora	Altura de Consumo (cm)	Volumen (m3)												
06:00 - 07:00	6.20	0.595	4.20	0.403	6.20	0.595	5.20	0.499	5.30	0.509	6.50	0.624	4.90	0.470
07:00 - 08:00	13.40	1.286	11.30	1.085	11.50	1.104	9.50	0.912	10.50	1.008	15.40	1.478	9.20	0.883
08:00 - 09:00	7.50	0.720	9.50	0.912	8.60	0.826	5.60	0.538	8.50	0.816	7.80	0.749	6.80	0.653
09:00 - 10:00	15.20	1.459	10.50	1.008	8.50	0.816	10.80	1.037	11.20	1.075	23.50	2.256	11.50	1.104
10:00 - 11:00	28.60	2.746	24.50	2.352	27.80	2.669	23.50	2.256	28.50	2.736	27.80	2.669	28.20	2.707
11:00 - 12:00	25.40	2.438	18.50	1.776	25.40	2.438	21.50	2.064	20.20	1.939	19.20	1.843	25.20	2.419
12:00 - 13:00	12.80	1.229	9.50	0.912	12.50	1.200	8.50	0.816	8.40	0.806	13.40	1.286	6.40	0.614
13:00 - 14:00	10.50	1.008	7.40	0.710	7.20	0.691	6.30	0.605	6.10	0.586	12.50	1.200	6.20	0.595
14:00 - 15:00	12.50	1.200	8.40	0.806	8.00	0.768	7.80	0.749	8.20	0.787	9.50	0.912	9.50	0.912
15:00 - 16:00	9.50	0.912	12.50	1.200	10.80	1.037	9.80	0.941	10.20	0.979	4.50	0.432	8.00	0.768
16:00 - 17:00	8.40	0.806	5.60	0.538	15.40	1.478	5.80	0.557	5.20	0.499	6.20	0.595	6.20	0.595
17:00 - 18:00	8.40	0.806	8.40	0.806	10.50	1.008	6.80	0.653	12.50	1.200	2.50	0.240	8.50	0.816
18:00 - 19:00	-	-	3.20	0.307	-	-	4.50	0.432	2.50	0.240	3.50	0.336	2.00	0.192

Nota: La tabla muestra los volúmenes consumidos cada intervalo de una hora, por semana de análisis.

Tabla 28. Consumos de la población SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta del Caserío de Quinuamayo, mes de agosto y septiembre.

Fecha	Ago/26/24		Ago/27/24		Ago/28/24		Ago/29/24		Ago/30/24		Ago/31/24		Set/01/24	
Día	Lunes		Martes		Miercoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo	
Hora	Altura de Consumo (cm)	Volumen (m3)												
06:00 - 07:00	5.30	0.509	8.50	0.816	6.80	0.653	4.20	0.403	7.30	0.701	5.40	0.518	6.80	0.653
07:00 - 08:00	12.50	1.200	11.00	1.056	11.20	1.075	10.20	0.979	14.50	1.392	10.50	1.008	12.50	1.200
08:00 - 09:00	8.40	0.806	6.60	0.634	6.50	0.624	7.00	0.672	10.40	0.998	7.20	0.691	8.60	0.826
09:00 - 10:00	16.50	1.584	25.60	2.458	18.90	1.814	20.30	1.949	25.60	2.458	18.50	1.776	10.50	1.008
10:00 - 11:00	28.50	2.736	26.00	2.496	26.90	2.582	27.20	2.611	25.60	2.458	25.40	2.438	28.90	2.774
11:00 - 12:00	18.60	1.786	22.50	2.160	22.40	2.150	18.50	1.776	18.20	1.747	20.50	1.968	20.54	1.972
12:00 - 13:00	13.60	1.306	10.50	1.008	12.50	1.200	15.60	1.498	16.50	1.584	12.50	1.200	19.30	1.853
13:00 - 14:00	12.50	1.200	15.60	1.498	15.60	1.498	13.40	1.286	15.60	1.498	16.50	1.584	9.00	0.864
14:00 - 15:00	5.80	0.557	8.70	0.835	9.00	0.864	7.80	0.749	8.60	0.826	8.50	0.816	10.00	0.960
15:00 - 16:00	8.40	0.806	7.50	0.720	6.50	0.624	5.60	0.538	6.80	0.653	6.40	0.614	15.60	1.498
16:00 - 17:00	6.40	0.614	10.50	1.008	5.60	0.538	5.80	0.557	5.60	0.538	5.60	0.538	15.60	1.498
17:00 - 18:00	-	-	5.60	0.538	-	-	6.00	0.576	-	-	2.50	0.240	7.20	0.691
18:00 - 19:00	-	-	5.60	0.538	-	-	-	-	-	-	-	-	8.50	0.816

Nota: La tabla muestra los volúmenes consumidos cada intervalo de una hora, por semana de análisis.

Tabla 29. Consumos de la población SAP de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta del Caserío de Quinuamayo, mes de septiembre.

Fecha	Set/16/24		Set/17/24		Set/18/24		Set/19/24		Set/20/24		Set/21/24		Set/22/24	
Día	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo	
Hora	Altura de Consumo (cm)	Volumen (m3)												
06:00 - 07:00	6.80	0.653	4.50	0.432	5.40	0.518	6.80	0.653	6.80	0.653	6.40	0.614	5.10	0.490
07:00 - 08:00	8.50	0.816	6.20	0.595	8.60	0.826	7.40	0.710	9.20	0.883	8.60	0.826	8.20	0.787
08:00 - 09:00	15.80	1.517	8.50	0.816	10.50	1.008	8.50	0.816	10.50	1.008	10.30	0.989	8.90	0.854
09:00 - 10:00	16.50	1.584	15.20	1.459	24.60	2.362	16.50	1.584	13.40	1.286	12.60	1.210	12.40	1.190
10:00 - 11:00	28.50	2.736	25.50	2.448	28.50	2.736	25.20	2.419	25.40	2.438	25.60	2.458	22.50	2.160
11:00 - 12:00	28.50	2.736	22.60	2.170	26.50	2.544	20.50	1.968	16.80	1.613	14.50	1.392	21.50	2.064
12:00 - 13:00	18.60	1.786	10.10	0.970	20.50	1.968	12.30	1.181	9.40	0.902	8.90	0.854	6.70	0.643
13:00 - 14:00	12.50	1.200	6.30	0.605	10.50	1.008	8.50	0.816	7.00	0.672	8.70	0.835	8.70	0.835
14:00 - 15:00	9.60	0.922	9.40	0.902	13.50	1.296	6.00	0.576	9.20	0.883	9.50	0.912	5.60	0.538
15:00 - 16:00	9.50	0.912	8.70	0.835	10.50	1.008	5.80	0.557	8.50	0.816	8.50	0.816	2.00	0.192
16:00 - 17:00	2.50	0.240	5.20	0.499	8.60	0.826	5.40	0.518	3.30	0.317	3.50	0.336	2.00	0.192
17:00 - 18:00	-	-	-	-	-	-	-	-	2.60	0.250	3.50	0.336	3.50	0.336
18:00 - 19:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	0.096

Nota: La tabla muestra los volúmenes consumidos cada intervalo de una hora, por semana de análisis.

Tabla 30. Consumos de la población SAP del Caserío de Quinuamayo, mes de Julio.

Fecha	Jul/15/24		Jul/16/24		Jul/17/24		Jul/18/24		Jul/19/24		Jul/20/24		Jul/21/24	
Día	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo	
Hora	Altura de Consumo (cm)	Volumen (m3)												
06:00 - 07:00	2.40	0.168	2.50	0.176	4.00	0.281	5.30	0.372	4.20	0.295	3.60	0.253	6.80	0.477
07:00 - 08:00	9.00	0.632	7.50	0.527	9.20	0.646	8.50	0.597	8.20	0.576	7.80	0.548	10.20	0.716
08:00 - 09:00	2.80	0.197	5.20	0.365	6.00	0.421	4.50	0.316	3.60	0.253	4.20	0.295	6.50	0.456
09:00 - 10:00	8.40	0.590	9.50	0.667	10.40	0.730	9.80	0.688	10.00	0.702	11.50	0.807	14.60	1.025
10:00 - 11:00	12.60	0.885	13.50	0.948	16.50	1.158	14.50	1.018	12.60	0.885	16.80	1.179	18.50	1.299
11:00 - 12:00	11.20	0.786	8.90	0.625	13.50	0.948	12.40	0.870	9.80	0.688	14.20	0.997	18.50	1.299
12:00 - 13:00	9.50	0.667	7.60	0.534	10.20	0.716	9.00	0.632	7.50	0.527	7.00	0.491	12.50	0.878
13:00 - 14:00	5.20	0.365	4.20	0.295	6.60	0.463	6.50	0.456	5.00	0.351	5.40	0.379	5.60	0.393
14:00 - 15:00	3.50	0.246	5.60	0.393	4.50	0.316	5.20	0.365	3.60	0.253	9.60	0.674	5.10	0.358
15:00 - 16:00	6.80	0.477	8.50	0.597	13.50	0.948	7.20	0.505	7.60	0.534	6.20	0.435	7.80	0.548
16:00 - 17:00	5.20	0.365	3.20	0.225	2.10	0.147	5.60	0.393	5.40	0.379	4.00	0.281	3.00	0.211
17:00 - 18:00	6.50	0.456	4.5	0.316	7.80	0.548	5.40	0.379	5.40	0.379	9.60	0.674	6.50	0.456
18:00 - 19:00	2.10	0.147	1	0.070	1.00	0.070	2.10	0.147	2.00	0.140	3.00	0.211	4.00	0.281

Nota: La tabla muestra los volúmenes consumidos cada intervalo de una hora, por semana de análisis.

Tabla 31. Consumos de la población SAP del Caserío de Quinamayo, mes de agosto.

Fecha	Ago/12/24		Ago/13/24		Ago/14/24		Ago/15/24		Ago/16/24		Ago/17/24		Ago/18/24	
Día	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo	
Hora	Altura de Consumo (cm)	Volumen (m3)												
06:00 - 07:00	5.40	0.379	4.70	0.330	5.20	0.365	5.20	0.365	5.30	0.372	6.50	0.456	4.50	0.316
07:00 - 08:00	6.50	0.456	7.50	0.527	8.80	0.618	9.50	0.667	10.50	0.737	15.40	1.081	8.70	0.611
08:00 - 09:00	4.50	0.316	5.80	0.407	6.50	0.456	5.60	0.393	8.50	0.597	7.80	0.548	6.80	0.477
09:00 - 10:00	8.90	0.625	11.20	0.786	12.50	0.878	10.80	0.758	11.20	0.786	15.20	1.067	15.80	1.109
10:00 - 11:00	14.50	1.018	13.80	0.969	18.50	1.299	23.50	1.650	19.60	1.376	16.80	1.179	20.30	1.425
11:00 - 12:00	12.50	0.878	12.40	0.870	16.50	1.158	21.50	1.509	18.20	1.278	19.20	1.348	18.50	1.299
12:00 - 13:00	8.20	0.576	6.80	0.477	10.60	0.744	8.50	0.597	8.40	0.590	4.40	0.309	8.50	0.597
13:00 - 14:00	6.50	0.456	4.20	0.295	7.20	0.505	6.30	0.442	6.10	0.428	10.50	0.737	6.20	0.435
14:00 - 15:00	8.60	0.604	2.50	0.176	8.00	0.562	7.80	0.548	8.20	0.576	9.50	0.667	9.50	0.667
15:00 - 16:00	5.40	0.379	7.50	0.527	10.80	0.758	9.80	0.688	10.20	0.716	4.50	0.316	8.00	0.562
16:00 - 17:00	3.50	0.246	5.60	0.393	15.40	1.081	5.80	0.407	5.20	0.365	6.20	0.435	6.80	0.477
17:00 - 18:00	4.00	0.281	5.80	0.407	2.00	0.140	6.80	0.477	-	-	-	-	-	-
18:00 - 19:00	1.00	0.070	1.20	0.084	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: La tabla muestra los volúmenes consumidos cada intervalo de una hora, por semana de análisis.

Tabla 32. Consumo de la población, SAP del Caserío de Quinuamayo, mes de septiembre

Fecha	Set/02/24		Set/03/24		Set/04/24		Set/05/24		Set/06/24		Set/07/24		Set/08/24	
Día	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo	
Hora	Altura de Consumo (cm)	Volumen (m3)												
06:00 -														
07:00	5.20	0.365	4.60	0.323	6.00	0.421	4.20	0.295	4.50	0.316	5.40	0.379	4.70	0.330
07:00 -														
08:00	8.40	0.590	7.80	0.548	8.60	0.604	8.20	0.576	9.20	0.646	7.80	0.548	9.20	0.646
08:00 -														
09:00	6.50	0.456	5.40	0.379	4.50	0.316	7.00	0.491	5.40	0.379	5.10	0.358	6.40	0.449
09:00 -														
10:00	12.50	0.878	18.50	1.299	12.60	0.885	15.60	1.095	18.40	1.292	16.80	1.179	10.50	0.737
10:00 -														
11:00	20.50	1.439	25.60	1.797	21.50	1.509	22.10	1.551	22.60	1.587	20.50	1.439	20.10	1.411
11:00 -														
12:00	16.50	1.158	20.56	1.443	20.50	1.439	18.50	1.299	16.40	1.151	17.50	1.229	20.54	1.442
12:00 -														
13:00	10.10	0.709	9.80	0.688	11.20	0.786	8.70	0.611	9.20	0.646	10.10	0.709	12.50	0.878
13:00 -														
14:00	8.60	0.604	6.80	0.477	6.50	0.456	5.60	0.393	4.50	0.316	6.50	0.456	9.00	0.632
14:00 -														
15:00	5.80	0.407	8.70	0.611	9.00	0.632	7.80	0.548	8.60	0.604	8.50	0.597	4.80	0.337
15:00 -														
16:00	10.20	0.716	7.50	0.527	7.00	0.491	5.60	0.393	6.80	0.477	6.40	0.449	8.50	0.597
16:00 -														
17:00	8.50	0.597	7.20	0.505	1.00	0.070	6.10	0.428	3.00	0.211	6.50	0.456	5.00	0.351
17:00 -														
18:00	-	-	-	-	-	-	1.00	0.070	-	-	-	-	-	-
18:00 -														
19:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: La tabla muestra los volúmenes consumidos cada intervalo de una hora, por semana de análisis.

Tabla 33. Consumo de la población, SAP del Caserío de Quinuamayo, mes de septiembre

Fecha	Set/23/24		Set/24/24		Set/25/24		Set/26/24		Set/27/24		Set/28/24		Set/29/24	
Día	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo	
Hora	Altura de Consumo (cm)	Volumen (m3)												
06:00 - 07:00	6.20	0.435	4.50	0.316	5.40	0.379	6.80	0.477	4.50	0.316	6.40	0.449	5.10	0.358
07:00 - 08:00	8.50	0.597	9.10	0.639	8.50	0.597	7.40	0.519	8.40	0.590	8.60	0.604	8.20	0.576
08:00 - 09:00	5.80	0.407	6.00	0.421	6.10	0.428	5.80	0.407	6.50	0.456	10.30	0.723	8.90	0.625
09:00 - 10:00	18.50	1.299	14.60	1.025	19.00	1.334	16.50	1.158	18.90	1.327	12.60	0.885	18.40	1.292
10:00 - 11:00	23.50	1.650	22.50	1.580	28.60	2.008	25.60	1.797	25.80	1.811	25.60	1.797	25.40	1.783
11:00 - 12:00	15.60	1.095	15.20	1.067	18.50	1.299	18.60	1.306	18.50	1.299	14.50	1.018	22.50	1.580
12:00 - 13:00	10.60	0.744	8.50	0.597	10.50	0.737	10.50	0.737	9.40	0.660	8.90	0.625	10.50	0.737
13:00 - 14:00	6.80	0.477	6.30	0.442	5.60	0.393	5.60	0.393	5.00	0.351	8.70	0.611	5.80	0.407
14:00 - 15:00	3.50	0.246	9.40	0.660	8.60	0.604	8.00	0.562	9.20	0.646	4.50	0.316	5.60	0.393
15:00 - 16:00	8.20	0.576	8.70	0.611	12.50	0.878	5.80	0.407	8.50	0.597	8.50	0.597	5.00	0.351
16:00 - 17:00	-	-	1.00	0.070	1.20	0.084	2.00	0.140	2.00	0.140	-	-	-	-
17:00 - 18:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18:00 - 19:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: La tabla muestra los volúmenes consumidos cada intervalo de una hora, por semana de análisis.

Tabla 34. *Consumos promedio horarios y consumos máximos horarios en m3/hora de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta del Caserío de Quinuamayo*

Fecha	Hora	Consumo M3/hora	Fecha	Hora	Consumo M3/hora
Jul/08/24	06:00 - 07:00	0.40	Jul/09/24	06:00 - 07:00	0.40
	07:00 - 08:00	0.82		07:00 - 08:00	0.91
	08:00 - 09:00	0.58		08:00 - 09:00	0.62
	09:00 - 10:00	1.19		09:00 - 10:00	0.94
	10:00 - 11:00	1.36		10:00 - 11:00	1.78
	11:00 - 12:00	1.01		11:00 - 12:00	1.49
	12:00 - 13:00	0.82		12:00 - 13:00	0.81
	13:00 - 14:00	0.72		13:00 - 14:00	0.75
	14:00 - 15:00	0.82		14:00 - 15:00	0.54
	15:00 - 16:00	0.72		15:00 - 16:00	0.43
	16:00 - 17:00	0.62		16:00 - 17:00	0.65
	17:00 - 18:00	0.79		17:00 - 18:00	0.62
18:00 - 19:00	0.34	18:00 - 19:00	0.54		
Jul/10/24	06:00 - 07:00	0.48	Jul/11/24	06:00 - 07:00	0.66
	07:00 - 08:00	0.91		07:00 - 08:00	0.88
	08:00 - 09:00	0.54		08:00 - 09:00	0.62
	09:00 - 10:00	0.56		09:00 - 10:00	1.68
	10:00 - 11:00	1.94		10:00 - 11:00	2.54
	11:00 - 12:00	1.39		11:00 - 12:00	1.20
	12:00 - 13:00	1.01		12:00 - 13:00	1.31
	13:00 - 14:00	0.80		13:00 - 14:00	1.00
	14:00 - 15:00	0.43		14:00 - 15:00	0.62
	15:00 - 16:00	0.94		15:00 - 16:00	0.43
	16:00 - 17:00	0.60		16:00 - 17:00	0.54
	17:00 - 18:00	1.01		17:00 - 18:00	1.16
18:00 - 19:00	0.30	18:00 - 19:00	0.35		
Jul/12/24	06:00 - 07:00	0.48	Jul/13/24	06:00 - 07:00	0.40
	07:00 - 08:00	0.86		07:00 - 08:00	0.79
	08:00 - 09:00	0.43		08:00 - 09:00	0.54
	09:00 - 10:00	1.20		09:00 - 10:00	1.08
	10:00 - 11:00	2.48		10:00 - 11:00	2.12
	11:00 - 12:00	1.97		11:00 - 12:00	1.78
	12:00 - 13:00	0.62		12:00 - 13:00	0.67
	13:00 - 14:00	0.67		13:00 - 14:00	0.77
	14:00 - 15:00	0.86		14:00 - 15:00	1.01
	15:00 - 16:00	0.79		15:00 - 16:00	0.69
	16:00 - 17:00	0.46		16:00 - 17:00	0.48
	17:00 - 18:00	1.08		17:00 - 18:00	1.01
18:00 - 19:00	0.35	18:00 - 19:00	0.19		

Jul/14/24	06:00 - 07:00	0.46	Ago/05/24	06:00 - 07:00	0.60
	07:00 - 08:00	0.75		07:00 - 08:00	1.29
	08:00 - 09:00	0.43		08:00 - 09:00	0.72
	09:00 - 10:00	1.20		09:00 - 10:00	1.46
	10:00 - 11:00	2.15		10:00 - 11:00	2.75
	11:00 - 12:00	1.58		11:00 - 12:00	2.44
	12:00 - 13:00	1.01		12:00 - 13:00	1.23
	13:00 - 14:00	0.82		13:00 - 14:00	1.01
	14:00 - 15:00	0.52		14:00 - 15:00	1.20
	15:00 - 16:00	0.62		15:00 - 16:00	0.91
	16:00 - 17:00	0.34		16:00 - 17:00	0.81
	17:00 - 18:00	0.62		17:00 - 18:00	0.81
	18:00 - 19:00	0.57		18:00 - 19:00	-
Ago/06/24	06:00 - 07:00	0.40	Ago/07/24	06:00 - 07:00	0.60
	07:00 - 08:00	1.08		07:00 - 08:00	1.10
	08:00 - 09:00	0.91		08:00 - 09:00	0.83
	09:00 - 10:00	1.01		09:00 - 10:00	0.82
	10:00 - 11:00	2.35		10:00 - 11:00	2.67
	11:00 - 12:00	1.78		11:00 - 12:00	2.44
	12:00 - 13:00	0.91		12:00 - 13:00	1.20
	13:00 - 14:00	0.71		13:00 - 14:00	0.69
	14:00 - 15:00	0.81		14:00 - 15:00	0.77
	15:00 - 16:00	1.20		15:00 - 16:00	1.04
	16:00 - 17:00	0.54		16:00 - 17:00	1.48
	17:00 - 18:00	0.81		17:00 - 18:00	1.01
	18:00 - 19:00	0.31		18:00 - 19:00	-
Ago/08/24	06:00 - 07:00	0.50	Ago/09/24	06:00 - 07:00	0.51
	07:00 - 08:00	0.91		07:00 - 08:00	1.01
	08:00 - 09:00	0.54		08:00 - 09:00	0.82
	09:00 - 10:00	1.04		09:00 - 10:00	1.08
	10:00 - 11:00	2.26		10:00 - 11:00	2.74
	11:00 - 12:00	2.06		11:00 - 12:00	1.94
	12:00 - 13:00	0.82		12:00 - 13:00	0.81
	13:00 - 14:00	0.60		13:00 - 14:00	0.59
	14:00 - 15:00	0.75		14:00 - 15:00	0.79
	15:00 - 16:00	0.94		15:00 - 16:00	0.98
	16:00 - 17:00	0.56		16:00 - 17:00	0.50
	17:00 - 18:00	0.65		17:00 - 18:00	1.20
	18:00 - 19:00	0.43		18:00 - 19:00	0.24

Ago/10/24	06:00 - 07:00	0.62	Ago/11/24	06:00 - 07:00	0.47
	07:00 - 08:00	1.48		07:00 - 08:00	0.88
	08:00 - 09:00	0.75		08:00 - 09:00	0.65
	09:00 - 10:00	2.26		09:00 - 10:00	1.10
	10:00 - 11:00	2.67		10:00 - 11:00	2.71
	11:00 - 12:00	1.84		11:00 - 12:00	2.42
	12:00 - 13:00	1.29		12:00 - 13:00	0.61
	13:00 - 14:00	1.20		13:00 - 14:00	0.60
	14:00 - 15:00	0.91		14:00 - 15:00	0.91
	15:00 - 16:00	0.43		15:00 - 16:00	0.77
	16:00 - 17:00	0.60		16:00 - 17:00	0.60
	17:00 - 18:00	0.24		17:00 - 18:00	0.82
	18:00 - 19:00	0.34		18:00 - 19:00	0.19
Ago/26/24	06:00 - 07:00	0.51	Ago/27/24	06:00 - 07:00	0.82
	07:00 - 08:00	1.20		07:00 - 08:00	1.06
	08:00 - 09:00	0.81		08:00 - 09:00	0.63
	09:00 - 10:00	1.58		09:00 - 10:00	2.46
	10:00 - 11:00	2.74		10:00 - 11:00	2.50
	11:00 - 12:00	1.79		11:00 - 12:00	2.16
	12:00 - 13:00	1.31		12:00 - 13:00	1.01
	13:00 - 14:00	1.20		13:00 - 14:00	1.50
	14:00 - 15:00	0.56		14:00 - 15:00	0.84
	15:00 - 16:00	0.81		15:00 - 16:00	0.72
	16:00 - 17:00	0.61		16:00 - 17:00	1.01
	17:00 - 18:00	-		17:00 - 18:00	0.54
	18:00 - 19:00	-		18:00 - 19:00	0.54
Ago/28/24	06:00 - 07:00	0.40	Ago/29/24	06:00 - 07:00	0.40
	07:00 - 08:00	0.98		07:00 - 08:00	0.98
	08:00 - 09:00	0.67		08:00 - 09:00	0.67
	09:00 - 10:00	1.95		09:00 - 10:00	1.95
	10:00 - 11:00	2.61		10:00 - 11:00	2.61
	11:00 - 12:00	1.78		11:00 - 12:00	1.78
	12:00 - 13:00	1.50		12:00 - 13:00	1.50
	13:00 - 14:00	1.29		13:00 - 14:00	1.29
	14:00 - 15:00	0.75		14:00 - 15:00	0.75
	15:00 - 16:00	0.54		15:00 - 16:00	0.54
	16:00 - 17:00	0.56		16:00 - 17:00	0.56
	17:00 - 18:00	0.58		17:00 - 18:00	0.58
	18:00 - 19:00	-		18:00 - 19:00	-

Ago/30/24	06:00 - 07:00	0.70	Ago/31/24	06:00 - 07:00	0.52
	07:00 - 08:00	1.39		07:00 - 08:00	1.01
	08:00 - 09:00	1.00		08:00 - 09:00	0.69
	09:00 - 10:00	2.46		09:00 - 10:00	1.78
	10:00 - 11:00	2.46		10:00 - 11:00	2.44
	11:00 - 12:00	1.75		11:00 - 12:00	1.97
	12:00 - 13:00	1.58		12:00 - 13:00	1.20
	13:00 - 14:00	1.50		13:00 - 14:00	1.58
	14:00 - 15:00	0.83		14:00 - 15:00	0.82
	15:00 - 16:00	0.65		15:00 - 16:00	0.61
	16:00 - 17:00	0.54		16:00 - 17:00	0.54
	17:00 - 18:00	-		17:00 - 18:00	0.24
18:00 - 19:00	-	18:00 - 19:00	-		
Set/01/24	06:00 - 07:00	0.65	Set/16/24	06:00 - 07:00	0.65
	07:00 - 08:00	1.20		07:00 - 08:00	0.82
	08:00 - 09:00	0.83		08:00 - 09:00	1.52
	09:00 - 10:00	1.01		09:00 - 10:00	1.58
	10:00 - 11:00	2.77		10:00 - 11:00	2.74
	11:00 - 12:00	1.97		11:00 - 12:00	2.74
	12:00 - 13:00	1.85		12:00 - 13:00	1.79
	13:00 - 14:00	0.86		13:00 - 14:00	1.20
	14:00 - 15:00	0.96		14:00 - 15:00	0.92
	15:00 - 16:00	1.50		15:00 - 16:00	0.91
	16:00 - 17:00	1.50		16:00 - 17:00	0.24
	17:00 - 18:00	0.69		17:00 - 18:00	-
18:00 - 19:00	0.82	18:00 - 19:00	-		
Set/17/24	06:00 - 07:00	0.43	Set/18/24	06:00 - 07:00	0.52
	07:00 - 08:00	0.60		07:00 - 08:00	0.83
	08:00 - 09:00	0.82		08:00 - 09:00	1.01
	09:00 - 10:00	1.46		09:00 - 10:00	2.36
	10:00 - 11:00	2.45		10:00 - 11:00	2.74
	11:00 - 12:00	2.17		11:00 - 12:00	2.54
	12:00 - 13:00	0.97		12:00 - 13:00	1.97
	13:00 - 14:00	0.60		13:00 - 14:00	1.01
	14:00 - 15:00	0.90		14:00 - 15:00	1.30
	15:00 - 16:00	0.84		15:00 - 16:00	1.01
	16:00 - 17:00	0.50		16:00 - 17:00	0.83
	17:00 - 18:00	-		17:00 - 18:00	-
18:00 - 19:00	-	18:00 - 19:00	-		

Set/19/24	06:00 - 07:00	0.65	Set/20/24	06:00 - 07:00	0.65
	07:00 - 08:00	0.71		07:00 - 08:00	0.88
	08:00 - 09:00	0.82		08:00 - 09:00	1.01
	09:00 - 10:00	1.58		09:00 - 10:00	1.29
	10:00 - 11:00	2.42		10:00 - 11:00	2.44
	11:00 - 12:00	1.97		11:00 - 12:00	1.61
	12:00 - 13:00	1.18		12:00 - 13:00	0.90
	13:00 - 14:00	0.82		13:00 - 14:00	0.67
	14:00 - 15:00	0.58		14:00 - 15:00	0.88
	15:00 - 16:00	0.56		15:00 - 16:00	0.82
	16:00 - 17:00	0.52		16:00 - 17:00	0.32
	17:00 - 18:00	-		17:00 - 18:00	0.25
18:00 - 19:00	-	18:00 - 19:00	-		
Set/21/24	06:00 - 07:00	0.61	Set/22/24	06:00 - 07:00	0.49
	07:00 - 08:00	0.83		07:00 - 08:00	0.79
	08:00 - 09:00	0.99		08:00 - 09:00	0.85
	09:00 - 10:00	1.21		09:00 - 10:00	1.19
	10:00 - 11:00	2.46		10:00 - 11:00	2.16
	11:00 - 12:00	1.39		11:00 - 12:00	2.06
	12:00 - 13:00	0.85		12:00 - 13:00	0.64
	13:00 - 14:00	0.84		13:00 - 14:00	0.84
	14:00 - 15:00	0.91		14:00 - 15:00	0.54
	15:00 - 16:00	0.82		15:00 - 16:00	0.19
	16:00 - 17:00	0.34		16:00 - 17:00	0.19
	17:00 - 18:00	0.34		17:00 - 18:00	0.34
18:00 - 19:00	-	18:00 - 19:00	0.10		
Promedio/hora		1.05			
Max /hora		2.77			

Nota: La tabla muestra el resumen de los volúmenes consumidos por tervalo de una hora de toda la data tomada en campo

Tabla 35. *Consumos promedio horarios y consumos máximos horarios en m3/hora del Caserío de Quinuamayo*

Fecha	Hora	Consumo M3/hora	Fecha	Hora	Consumo M3/hora
Jul/15/24	06:00 - 07:00	0.17	Jul/16/24	06:00 - 07:00	0.18
	07:00 - 08:00	0.63		07:00 - 08:00	0.53
	08:00 - 09:00	0.20		08:00 - 09:00	0.37
	09:00 - 10:00	0.59		09:00 - 10:00	0.67
	10:00 - 11:00	0.88		10:00 - 11:00	0.95
	11:00 - 12:00	0.79		11:00 - 12:00	0.62
	12:00 - 13:00	0.67		12:00 - 13:00	0.53
	13:00 - 14:00	0.37		13:00 - 14:00	0.29
	14:00 - 15:00	0.25		14:00 - 15:00	0.39
	15:00 - 16:00	0.48		15:00 - 16:00	0.60
	16:00 - 17:00	0.37		16:00 - 17:00	0.22
	17:00 - 18:00	0.46		17:00 - 18:00	0.32
18:00 - 19:00	0.15	18:00 - 19:00	0.07		
Jul/17/24	06:00 - 07:00	0.28	Jul/18/24	06:00 - 07:00	0.37
	07:00 - 08:00	0.65		07:00 - 08:00	0.60
	08:00 - 09:00	0.42		08:00 - 09:00	0.32
	09:00 - 10:00	0.73		09:00 - 10:00	0.69
	10:00 - 11:00	1.16		10:00 - 11:00	1.02
	11:00 - 12:00	0.95		11:00 - 12:00	0.87
	12:00 - 13:00	0.72		12:00 - 13:00	0.63
	13:00 - 14:00	0.46		13:00 - 14:00	0.46
	14:00 - 15:00	0.32		14:00 - 15:00	0.37
	15:00 - 16:00	0.95		15:00 - 16:00	0.51
	16:00 - 17:00	0.15		16:00 - 17:00	0.39
	17:00 - 18:00	0.55		17:00 - 18:00	0.38
18:00 - 19:00	0.07	18:00 - 19:00	0.15		
Jul/19/24	06:00 - 07:00	0.29	Jul/20/24	06:00 - 07:00	0.25
	07:00 - 08:00	0.58		07:00 - 08:00	0.55
	08:00 - 09:00	0.25		08:00 - 09:00	0.29
	09:00 - 10:00	0.70		09:00 - 10:00	0.81
	10:00 - 11:00	0.88		10:00 - 11:00	1.18
	11:00 - 12:00	0.69		11:00 - 12:00	1.00
	12:00 - 13:00	0.53		12:00 - 13:00	0.49
	13:00 - 14:00	0.35		13:00 - 14:00	0.38
	14:00 - 15:00	0.25		14:00 - 15:00	0.67
	15:00 - 16:00	0.53		15:00 - 16:00	0.44
	16:00 - 17:00	0.38		16:00 - 17:00	0.28
	17:00 - 18:00	0.38		17:00 - 18:00	0.67
18:00 - 19:00	0.14	18:00 - 19:00	0.21		

Jul/21/24	06:00 - 07:00	0.48	Ago/12/24	06:00 - 07:00	0.38
	07:00 - 08:00	0.72		07:00 - 08:00	0.46
	08:00 - 09:00	0.46		08:00 - 09:00	0.32
	09:00 - 10:00	1.02		09:00 - 10:00	0.62
	10:00 - 11:00	1.30		10:00 - 11:00	1.02
	11:00 - 12:00	1.30		11:00 - 12:00	0.88
	12:00 - 13:00	0.88		12:00 - 13:00	0.58
	13:00 - 14:00	0.39		13:00 - 14:00	0.46
	14:00 - 15:00	0.36		14:00 - 15:00	0.60
	15:00 - 16:00	0.55		15:00 - 16:00	0.38
	16:00 - 17:00	0.21		16:00 - 17:00	0.25
	17:00 - 18:00	0.46		17:00 - 18:00	0.28
	18:00 - 19:00	0.28		18:00 - 19:00	0.07
Ago/13/24	06:00 - 07:00	0.33	Ago/14/24	06:00 - 07:00	0.37
	07:00 - 08:00	0.53		07:00 - 08:00	0.62
	08:00 - 09:00	0.41		08:00 - 09:00	0.46
	09:00 - 10:00	0.79		09:00 - 10:00	0.88
	10:00 - 11:00	0.97		10:00 - 11:00	1.30
	11:00 - 12:00	0.87		11:00 - 12:00	1.16
	12:00 - 13:00	0.48		12:00 - 13:00	0.74
	13:00 - 14:00	0.29		13:00 - 14:00	0.51
	14:00 - 15:00	0.18		14:00 - 15:00	0.56
	15:00 - 16:00	0.53		15:00 - 16:00	0.76
	16:00 - 17:00	0.39		16:00 - 17:00	1.08
	17:00 - 18:00	0.41		17:00 - 18:00	0.14
	18:00 - 19:00	0.08		18:00 - 19:00	-
Ago/15/24	06:00 - 07:00	0.37	Ago/16/24	06:00 - 07:00	0.37
	07:00 - 08:00	0.67		07:00 - 08:00	0.74
	08:00 - 09:00	0.39		08:00 - 09:00	0.60
	09:00 - 10:00	0.76		09:00 - 10:00	0.79
	10:00 - 11:00	1.65		10:00 - 11:00	1.38
	11:00 - 12:00	1.51		11:00 - 12:00	1.28
	12:00 - 13:00	0.60		12:00 - 13:00	0.59
	13:00 - 14:00	0.44		13:00 - 14:00	0.43
	14:00 - 15:00	0.55		14:00 - 15:00	0.58
	15:00 - 16:00	0.69		15:00 - 16:00	0.72
	16:00 - 17:00	0.41		16:00 - 17:00	0.37
	17:00 - 18:00	0.48		17:00 - 18:00	-
	18:00 - 19:00	-		18:00 - 19:00	-

Ago/17/24	06:00 - 07:00	0.46	Ago/18/24	06:00 - 07:00	0.32
	07:00 - 08:00	1.08		07:00 - 08:00	0.61
	08:00 - 09:00	0.55		08:00 - 09:00	0.48
	09:00 - 10:00	1.07		09:00 - 10:00	1.11
	10:00 - 11:00	1.18		10:00 - 11:00	1.43
	11:00 - 12:00	1.35		11:00 - 12:00	1.30
	12:00 - 13:00	0.31		12:00 - 13:00	0.60
	13:00 - 14:00	0.74		13:00 - 14:00	0.44
	14:00 - 15:00	0.67		14:00 - 15:00	0.67
	15:00 - 16:00	0.32		15:00 - 16:00	0.56
	16:00 - 17:00	0.44		16:00 - 17:00	0.48
	17:00 - 18:00	-		17:00 - 18:00	-
18:00 - 19:00	-	18:00 - 19:00	-		
Set/02/24	06:00 - 07:00	0.37	Set/03/24	06:00 - 07:00	0.32
	07:00 - 08:00	0.59		07:00 - 08:00	0.55
	08:00 - 09:00	0.46		08:00 - 09:00	0.38
	09:00 - 10:00	0.88		09:00 - 10:00	1.30
	10:00 - 11:00	1.44		10:00 - 11:00	1.80
	11:00 - 12:00	1.16		11:00 - 12:00	1.44
	12:00 - 13:00	0.71		12:00 - 13:00	0.69
	13:00 - 14:00	0.60		13:00 - 14:00	0.48
	14:00 - 15:00	0.41		14:00 - 15:00	0.61
	15:00 - 16:00	0.72		15:00 - 16:00	0.53
	16:00 - 17:00	0.60		16:00 - 17:00	0.51
	17:00 - 18:00	-		17:00 - 18:00	-
18:00 - 19:00	-	18:00 - 19:00	-		
Set/04/24	06:00 - 07:00	0.29	Set/05/24	06:00 - 07:00	0.29
	07:00 - 08:00	0.58		07:00 - 08:00	0.58
	08:00 - 09:00	0.49		08:00 - 09:00	0.49
	09:00 - 10:00	1.10		09:00 - 10:00	1.10
	10:00 - 11:00	1.55		10:00 - 11:00	1.55
	11:00 - 12:00	1.30		11:00 - 12:00	1.30
	12:00 - 13:00	0.61		12:00 - 13:00	0.61
	13:00 - 14:00	0.39		13:00 - 14:00	0.39
	14:00 - 15:00	0.55		14:00 - 15:00	0.55
	15:00 - 16:00	0.39		15:00 - 16:00	0.39
	16:00 - 17:00	0.43		16:00 - 17:00	0.43
	17:00 - 18:00	0.07		17:00 - 18:00	0.07
18:00 - 19:00	-	18:00 - 19:00	-		

Set/06/24	06:00 - 07:00	0.32	Set/07/24	06:00 - 07:00	0.38
	07:00 - 08:00	0.65		07:00 - 08:00	0.55
	08:00 - 09:00	0.38		08:00 - 09:00	0.36
	09:00 - 10:00	1.29		09:00 - 10:00	1.18
	10:00 - 11:00	1.59		10:00 - 11:00	1.44
	11:00 - 12:00	1.15		11:00 - 12:00	1.23
	12:00 - 13:00	0.65		12:00 - 13:00	0.71
	13:00 - 14:00	0.32		13:00 - 14:00	0.46
	14:00 - 15:00	0.60		14:00 - 15:00	0.60
	15:00 - 16:00	0.48		15:00 - 16:00	0.45
	16:00 - 17:00	0.21		16:00 - 17:00	0.46
	17:00 - 18:00	-		17:00 - 18:00	-
18:00 - 19:00	-	18:00 - 19:00	-		
Set/08/24	06:00 - 07:00	0.33	Set/23/24	06:00 - 07:00	0.44
	07:00 - 08:00	0.65		07:00 - 08:00	0.60
	08:00 - 09:00	0.45		08:00 - 09:00	0.41
	09:00 - 10:00	0.74		09:00 - 10:00	1.30
	10:00 - 11:00	1.41		10:00 - 11:00	1.65
	11:00 - 12:00	1.44		11:00 - 12:00	1.10
	12:00 - 13:00	0.88		12:00 - 13:00	0.74
	13:00 - 14:00	0.63		13:00 - 14:00	0.48
	14:00 - 15:00	0.34		14:00 - 15:00	0.25
	15:00 - 16:00	0.60		15:00 - 16:00	0.58
	16:00 - 17:00	0.35		16:00 - 17:00	-
	17:00 - 18:00	-		17:00 - 18:00	-
18:00 - 19:00	-	18:00 - 19:00	-		
Set/24/24	06:00 - 07:00	0.32	Set/25/24	06:00 - 07:00	0.38
	07:00 - 08:00	0.64		07:00 - 08:00	0.60
	08:00 - 09:00	0.42		08:00 - 09:00	0.43
	09:00 - 10:00	1.02		09:00 - 10:00	1.33
	10:00 - 11:00	1.58		10:00 - 11:00	2.01
	11:00 - 12:00	1.07		11:00 - 12:00	1.30
	12:00 - 13:00	0.60		12:00 - 13:00	0.74
	13:00 - 14:00	0.44		13:00 - 14:00	0.39
	14:00 - 15:00	0.66		14:00 - 15:00	0.60
	15:00 - 16:00	0.61		15:00 - 16:00	0.88
	16:00 - 17:00	0.07		16:00 - 17:00	0.08
	17:00 - 18:00	-		17:00 - 18:00	-
18:00 - 19:00	-	18:00 - 19:00	-		

Set/26/24	06:00 - 07:00	0.48	Set/27/24	06:00 - 07:00	0.32
	07:00 - 08:00	0.52		07:00 - 08:00	0.59
	08:00 - 09:00	0.41		08:00 - 09:00	0.46
	09:00 - 10:00	1.16		09:00 - 10:00	1.33
	10:00 - 11:00	1.80		10:00 - 11:00	1.81
	11:00 - 12:00	1.31		11:00 - 12:00	1.30
	12:00 - 13:00	0.74		12:00 - 13:00	0.66
	13:00 - 14:00	0.39		13:00 - 14:00	0.35
	14:00 - 15:00	0.56		14:00 - 15:00	0.65
	15:00 - 16:00	0.41		15:00 - 16:00	0.60
	16:00 - 17:00	0.14		16:00 - 17:00	0.14
	17:00 - 18:00	-		17:00 - 18:00	-
18:00 - 19:00	-	18:00 - 19:00	-		
Set/28/24	06:00 - 07:00	0.45	Set/29/24	06:00 - 07:00	0.36
	07:00 - 08:00	0.60		07:00 - 08:00	0.58
	08:00 - 09:00	0.72		08:00 - 09:00	0.62
	09:00 - 10:00	0.88		09:00 - 10:00	1.29
	10:00 - 11:00	1.80		10:00 - 11:00	1.78
	11:00 - 12:00	1.02		11:00 - 12:00	1.58
	12:00 - 13:00	0.62		12:00 - 13:00	0.74
	13:00 - 14:00	0.61		13:00 - 14:00	0.41
	14:00 - 15:00	0.32		14:00 - 15:00	0.39
	15:00 - 16:00	0.60		15:00 - 16:00	0.35
	16:00 - 17:00	-		16:00 - 17:00	-
	17:00 - 18:00	-		17:00 - 18:00	-
18:00 - 19:00	-	18:00 - 19:00	-		
Promedio/hora		0.65			
Max /hora		2.01			

Nota: La tabla muestra el resumen de los volúmenes consumidos por tervalo de una hora de toda la data tomada en campo

Anexo 4. Presiones de servicio en viviendas de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad

Tabla 36. *Presiones dinámicas tomadas en campo de las viviendas del sistema de abastecimiento de agua de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo*

Nº	ESTE	NORTE	COTA	PRESIÓN (bar)	PRESIÓN (m.c.a)
V1	800102.924	9263080.859	3368.051	3.80	38.76
V2	800361.390	9262869.416	3361.390	2.00	20.40
V3	800437.956	9262841.005	3356.131	3.60	36.72
V4	800534.004	9262689.086	3349.697	3.40	34.68
V5	800614.026	9262636.886	3347.382	3.20	32.64
V6	800730.158	9262567.225	3337.145	0.60	6.12
V7	800855.951	9262498.875	3326.048	3.20	32.64
V8	801024.570	9262452.142	3331.790	0.60	6.12
V9	801075.677	9262236.581	3313.964	1.00	10.20
V10	801282.070	9262053.524	3313.656	0.80	8.16
V11	801223.900	9261984.200	3282.461	5.60	57.12
V12	801335.196	9262032.021	3308.792	1.20	12.24
V13	801295.264	9261948.812	3281.380	4.60	46.92
V14	801248.607	9261905.783	3269.053	4.00	40.80
V15	801315.064	9261804.961	3255.635	2.00	20.40
V16	801574.498	9261449.991	3200.686	3.20	32.64
V17	801574.747	9261418.343	3201.211	3.20	32.64
V18	801587.193	9261385.616	3200.788	2.60	26.52
V19	801556.712	9261347.017	3198.738	2.40	24.48
V20	801501.925	9261330.016	3195.555	3.50	35.70
V21	801766.450	9261188.757	3196.894	2.20	22.44
V22	801676.327	9261435.707	3220.195	1.80	18.36
V23	801965.963	9260979.821	3196.482	4.50	45.90
V24	801853.634	9261208.211	3212.325	0.50	5.10
V25	802003.684	9261126.432	3223.453	8.50	86.70
V26	802447.639	9260688.611	3332.338	0.00	0.00
V27	802479.756	9260641.232	3337.271	0.00	0.00
V28	803354.677	9260338.460	3339.202	0.00	0.00
V29	803397.235	9260007.038	3281.120	3.40	34.68
V30	803916.033	9259782.119	3353.395	0.00	0.00
V31	804047.028	9259730.497	3359.400	0.00	0.00
V32	804127.943	9259604.737	3357.951	0.00	0.00
V33	804034.506	9259619.923	3332.968	0.00	0.00
V34	804039.484	9259553.500	3324.034	0.00	0.00
V35	803942.480	9259540.229	3290.668	0.00	0.00
V36	803884.154	9259482.164	3265.108	0.30	3.06
V37	803826.418	9259537.004	3254.168	0.30	3.06
V38	803885.660	9259709.844	3319.938	0.00	0.00
V39	803636.694	9259764.780	3276.634	3.10	31.62

V40	803634.134	9259770.849	3274.183	4.80	48.96
V41	802421.806	9260332.882	3258.002	3.40	34.68
V42	802463.413	9260269.674	3245.217	0.30	3.06
V43	802623.732	9260313.706	3263.284	0.20	2.04
V44	802660.084	9260224.427	3237.894	0.80	8.16
V45	802672.231	9260153.446	3223.324	2.50	25.50
V46	802989.051	9260132.202	3247.276	0.20	2.04
V47	803035.448	9259992.915	3229.821	2.40	24.48
V48	803083.554	9259931.172	3222.115	2.30	23.46
V49	802970.368	9259955.315	3213.297	0.50	5.10
V50	802934.930	9259984.040	3214.504	0.20	2.04
V51	802468.120	9260179.319	3225.577	0.70	7.14
V52	802406.442	9260139.943	3207.104	0.60	6.12
V53	802274.185	9260257.736	3208.419	0.30	3.06
V54	802245.668	9260195.326	3183.770	2.20	22.44
V55	802250.435	9260127.991	3171.047	2.30	23.46
V56	802453.118	9260090.898	3201.188	0.50	5.10
V57	802404.716	9260023.545	3176.787	1.00	10.20
V58	802469.571	9260007.738	3186.152	0.10	1.02
V59	802451.168	9259964.145	3174.126	0.10	1.02
V60	802452.637	9259933.326	3168.646	0.60	6.12
V61	802542.251	9260132.288	3218.843	3.40	34.68
V62	802541.271	9260057.506	3205.455	0.90	9.18
V63	802662.611	9260034.457	3192.638	2.50	25.50
V64	802626.122	9259801.613	3158.971	5.60	57.12
V65	802687.192	9259747.211	3156.478	5.30	54.06
V66	802469.996	9259731.273	3125.413	6.20	63.24
V67	802581.740	9259701.274	3133.863	4.30	43.86
V68	802701.654	9259638.570	3135.932	6.10	62.22
V69	802735.730	9259595.930	3121.601	7.60	77.52

Tabla 37. Presiones dinámicas con el software de modelamiento WaterCAD de las viviendas de sistema de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinamayó

Nº	Este	Norte	Elevación (m.s.n.m)	Gradiente Hidráulico (m)	Demanda (L/s)	Presión (m H2O)
V1	800102.92	9263080.9	3366.53	3407.39	0.02	41
V2	800361.39	9262869.4	3361.18	3388.91	0.02	28
V3	800437.96	9262841	3357.18	3385.23	0.02	28
V4	800534	9262689.1	3348.03	3377.19	0.02	29
V5	800614.03	9262636.9	3346.38	3371.5	0.02	25
V6	800730.16	9262567.2	3336.31	3366.55	0.02	30
V7	800855.95	9262498.9	3325.39	3362.1	0.02	37

V8	801024.57	9262452.1	3331.39	3353.83	0.02	22
V9	801075.68	9262236.6	3312.63	3343.33	0.02	31
V10	801282.07	9262053.5	3311.07	3334.3	0.02	23
V11	801223.9	9261984.2	3281.54	3332.54	0.02	51
V12	801340.53	9262031.1	3306.2	3331.76	0.02	26
V13	801295.26	9261948.8	3280.4	3331.5	0.02	51
V14	801248.61	9261905.8	3267.32	3331.46	0.02	64
V15	801315.06	9261805	3254.43	3331.49	0.02	77
V16	801574.5	9261450	3199.81	3331.03	0.02	131
V17	801574.75	9261418.3	3199.69	3331.03	0.02	131
V18	801593.45	9261383.8	3200.47	3331.1	0.02	130
V19	801556.71	9261347	3194.24	3331.09	0.02	137
V20	801501.93	9261330	3194.56	3331.07	0.02	136
V21	801766.45	9261188.8	3195.71	3330.95	0.02	135
V22	801676.33	9261435.7	3219.09	3331.13	0.02	112
V23	801965.96	9260979.8	3196.75	3330.85	0.02	134
V24	801853.63	9261208.2	3211.68	3303.48	0.02	92
V25	802003.68	9261126.4	3222.63	3303.57	0.02	81
V26	802456.77	9260691.9	3333.08	3290.75	0.02	2
V27	802481.69	9260646.3	3334	3289.65	0.02	1
V28	803354.68	9260338.5	3338.2	3286.54	0.02	2
V29	803397.24	9260007	3279.82	3285.97	0.02	6
V30	803916.03	9259782.1	3350.2	3285.32	0.02	1
V31	804047.03	9259730.5	3358.4	3285.16	0.02	1
V32	804127.94	9259604.7	3356.95	3285.06	0.02	3
V33	804034.51	9259619.9	3332.08	3285.08	0.02	4
V34	804039.48	9259553.5	3323.03	3285.07	0.02	5
V35	803942.48	9259540.2	3289.7	3285.07	0.02	8
V36	803884.15	9259482.2	3264.11	3285.05	0.02	21
V37	803826.42	9259537	3253.77	3285.03	0.02	31
V38	803884.49	9259712	3319.81	3285.1	0.02	8
V39	803636.7	9259764.8	3275.14	3285.08	0.02	10
V40	803634.13	9259770.9	3273.75	3285.08	0.02	11
V41	802421.81	9260332.9	3257.23	3285.86	0.02	29
V42	802463.41	9260269.7	3244.26	3285.05	0.02	41
V43	802623.73	9260313.7	3262.58	3285.1	0.02	22
V44	802660.08	9260224.4	3237.06	3285.06	0.02	48
V45	802672.23	9260153.5	3222.57	3285.02	0.02	62
V46	802989.05	9260132.2	3246.78	3285.01	0.02	38
V47	803035.45	9259992.9	3228.62	3285.02	0.02	56
V48	803083.55	9259931.2	3221.35	3284.98	0.02	63
V49	802970.35	9259955.3	3212.5	3259.91	0.02	47
V50	802934.93	9259984	3213.63	3259.94	0.02	46
V51	802468.12	9260179.3	3224.46	3261.48	0.02	37

V52	802406.44	9260139.9	3205.5	3261.4	0.02	56
V53	802274.19	9260257.7	3206.87	3261.35	0.02	54
V54	802250.44	9260128	3169.15	3261.36	0.02	92
V55	802245.67	9260195.3	3182.59	3261.37	0.02	79
V56	802453.12	9260090.9	3200.32	3261.39	0.02	61
V57	802404.72	9260023.6	3175.89	3261.34	0.02	85
V58	802469.47	9260007.7	3184.79	3259.9	0.02	75
V59	802451.17	9259964.2	3173.06	3259.7	0.02	86
V60	802452.64	9259933.3	3167.21	3259.69	0.02	92
V61	802542.25	9260132.3	3217.69	3261.56	0.02	44
V62	802541.27	9260057.5	3204.3	3261.47	0.02	57
V63	802662.61	9260034.5	3193.41	3261.44	0.02	68
V64	802626.12	9259801.6	3157.81	3194.47	0.02	37
V65	802687.19	9259747.2	3155.5	3194.42	0.02	39
V66	802470	9259731.3	3124.41	3194.74	0.02	70
V67	802581.74	9259701.3	3132.49	3194.73	0.02	62
V68	802701.65	9259638.6	3134.81	3194.78	0.02	60
V69	802735.73	9259595.9	3120.6	3194.75	0.02	74

Fuente: WaterCAD, 2024

Tabla 38. *Presiones estáticas con el software de modelamiento WaterCAD de las viviendas de sistema de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo*

N°	Este	Norte	Elevación (m.s.n.m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presión (m H ₂ O)
V1	800102.92	9263080.9	3366.53	3411.91	44
V2	800361.39	9262869.4	3361.18	3411.91	50
V3	800437.96	9262841	3357.18	3411.91	54
V4	800534	9262689.1	3348.03	3411.91	63
V5	800614.03	9262636.9	3346.38	3411.91	64
V6	800730.16	9262567.2	3336.31	3411.91	74
V7	800855.95	9262498.9	3325.39	3411.91	85
V8	801024.57	9262452.1	3331.39	3411.91	79
V9	801075.68	9262236.6	3312.63	3411.91	98
V10	801282.07	9262053.5	3311.07	3411.91	100
V11	801223.9	9261984.2	3281.54	3411.91	129
V12	801340.53	9262031.1	3306.2	3411.91	104
V13	801295.26	9261948.8	3280.4	3411.91	130
V14	801248.61	9261905.8	3267.32	3411.91	143
V15	801315.06	9261805	3254.43	3411.91	156
V16	801574.5	9261450	3199.81	3411.91	211

V17	801574.75	9261418.3	3199.69	3411.91	211
V18	801593.45	9261383.8	3200.47	3411.91	210
V19	801556.71	9261347	3194.24	3411.91	216
V20	801501.93	9261330	3194.56	3411.91	216
V21	801766.45	9261188.8	3195.71	3411.91	215
V22	801676.33	9261435.7	3219.09	3411.91	191
V23	801965.96	9260979.8	3196.75	3411.91	215
V24	801853.63	9261208.2	3211.68	3411.91	199
V25	802003.68	9261126.4	3222.63	3411.91	189
V26	802456.77	9260691.9	3333.08	3411.91	78
V27	802481.69	9260646.3	3334	3411.91	77
V28	803354.68	9260338.5	3338.2	3411.91	73
V29	803397.24	9260007	3279.82	3411.91	131
V30	803916.03	9259782.1	3350.2	3411.91	61
V31	804047.03	9259730.5	3358.4	3411.91	52
V32	804127.94	9259604.7	3356.95	3411.91	54
V33	804034.51	9259619.9	3332.08	3411.91	79
V34	804039.48	9259553.5	3323.03	3411.91	88
V35	803942.48	9259540.2	3289.7	3411.91	121
V36	803884.15	9259482.2	3264.11	3411.91	147
V37	803826.42	9259537	3253.77	3411.91	157
V38	803884.49	9259712	3319.81	3411.91	91
V39	803636.7	9259764.8	3275.14	3411.91	135
V40	803634.13	9259770.9	3273.75	3411.91	137
V41	802421.81	9260332.9	3257.23	3304.22	46
V42	802463.41	9260269.7	3244.26	3304.22	59
V43	802623.73	9260313.7	3262.58	3304.22	41
V44	802660.08	9260224.4	3237.06	3304.22	66
V45	802672.23	9260153.5	3222.57	3304.22	81
V46	802989.05	9260132.2	3246.78	3304.22	56
V47	803035.45	9259992.9	3228.62	3304.22	74
V48	803083.55	9259931.2	3221.35	3304.22	82
V49	802970.35	9259955.3	3212.5	3262.38	49
V50	802934.93	9259984	3213.63	3262.38	48
V51	802468.12	9260179.3	3224.46	3262.38	37
V52	802406.44	9260139.9	3205.5	3262.38	56
V53	802274.19	9260257.7	3206.87	3262.38	54
V54	802250.44	9260128	3169.15	3262.38	92
V55	802245.67	9260195.3	3182.59	3262.38	79
V56	802453.12	9260090.9	3200.32	3262.38	61
V57	802404.72	9260023.6	3175.89	3262.38	85
V58	802469.47	9260007.7	3184.79	3262.38	76
V59	802451.17	9259964.2	3173.06	3262.38	88
V60	802452.64	9259933.3	3167.21	3262.38	94

V61	802542.25	9260132.3	3217.69	3262.38	44
V62	802541.27	9260057.5	3204.3	3262.38	57
V63	802662.61	9260034.5	3193.41	3262.38	69
V64	802626.12	9259801.6	3157.81	3194.88	36
V65	802687.19	9259747.2	3155.5	3194.88	38
V66	802470	9259731.3	3124.41	3194.88	69
V67	802581.74	9259701.3	3132.49	3194.88	61
V68	802701.65	9259638.6	3134.81	3194.88	59
V69	802735.73	9259595.9	3120.6	3194.88	73

Fuente: WaterCAD, 2024

Tabla 39. *Presiones dinámicas tomadas en campo de las viviendas del sistema de abastecimiento de agua de consumo humano del Caserío de Quinuamayo*

N°	ESTE	NORTE	COTA	PRESIÓN (bar)	PRESIÓN (m.c.a)
V1	799906.898	9263106.275	3351.429	0.20	2.04
V2	799848.607	9263019.702	3328.972	2.30	23.46
V3	800147.398	9262707.056	3303.048	3.00	30.60
V4	800108.267	9262424.211	3310.080	0.20	2.04
V5	800224.333	9262102.809	3310.904	0.10	1.02
V6	800335.285	9262184.307	3286.036	0.20	2.04
V7	800372.638	9262045.081	3257.207	3.20	32.64
V8	800267.871	9262677.036	3331.797	0.20	2.04
V9	800545.747	9262491.655	3316.702	0.20	2.04
V10	800545.327	9262404.664	3300.213	1.00	10.20
V11	800540.301	9262332.314	3277.279	3.80	38.76
V12	800641.274	9262424.155	3307.195	1.00	10.20
V13	800618.909	9262367.501	3287.245	0.10	1.02
V14	800659.927	9262353.352	3289.635	0.20	2.04
V15	800569.238	9262297.246	3269.115	1.50	15.30
V16	800575.416	9262175.105	3248.247	4.00	40.80
V17	800628.273	9262042.348	3240.309	4.20	42.84
V18	800782.842	9262427.175	3301.978	1.00	10.20
V19	800875.901	9262168.811	3262.684	1.20	12.24
V20	800801.976	9262152.241	3257.950	1.00	10.20
V21	800933.245	9262055.284	3259.009	0.20	2.04
V22	800985.666	9262044.370	3261.177	0.20	2.04
V23	800993.775	9261944.073	3239.028	2.10	21.42
V24	801061.863	9261817.777	3228.069	1.00	10.20
V25	801049.913	9261684.115	3199.559	1.50	15.30
V26	800937.687	9261560.237	3196.076	0.40	4.08
V27	800925.024	9261514.706	3202.383	0.00	0.00

V28	800830.138	9261556.043	3204.573	0.00	0.00
V29	800852.995	9261682.399	3187.402	1.20	12.24
V30	800842.197	9261689.737	3190.410	1.00	10.20
V31	800797.818	9261710.042	3196.430	1.00	10.20
V32	800741.659	9261699.866	3201.513	0.00	0.00
V33	800968.718	9261412.761	3199.500	0.00	0.00
V34	801016.812	9261355.752	3180.712	0.80	8.16
V35	801228.390	9261683.489	3225.818	0.50	5.10
V36	801253.188	9261613.731	3208.512	0.30	3.06
V37	801242.203	9261426.925	3181.382	0.30	3.06
V38	801268.617	9261742.243	3237.216	0.10	1.02
V39	801324.002	9261636.278	3210.182	2.00	20.40
V40	801408.883	9261567.650	3198.388	2.50	25.50
V41	801459.731	9261466.194	3184.573	3.00	30.60
V42	801520.140	9261441.738	3189.824	1.50	15.30
V43	801746.162	9261217.680	3194.411	2.00	20.40
V44	801508.979	9261153.604	3162.692	4.00	40.80
V45	801421.262	9261164.370	3142.873	4.50	45.90
V46	801698.706	9260798.591	3142.561	1.50	15.30
V47	801579.167	9260819.533	3135.370	1.00	10.20
V48	801607.885	9260712.652	3123.745	0.50	5.10
V49	801626.894	9260646.940	3111.859	4.20	42.84
V50	801614.693	9260579.349	3101.043	5.80	59.16
V51	801865.280	9260742.990	3147.673	0.50	5.10
V52	801995.604	9260501.046	3144.092	0.50	5.10
V53	801923.762	9260345.498	3119.189	3.20	32.64
V54	801836.072	9260213.109	3091.372	7.00	71.40

Tabla 40. Presiones dinámicas con el software de modelamiento WaterCAD de las viviendas de sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Quinuamayo

N°	Este	Norte	Elevación (m.s.n.m)	Gradiente Hidráulico (m)	Demanda (l/s)	Presión (m H ₂ O)
V1	799906.90	9263106.28	3351.43	3356.07	0.03	5.0
V2	799848.61	9263019.70	3328.97	3355.95	0.03	26.0
V3	800147.40	9262707.06	3303.05	3316.84	0.03	1.0
V4	800108.27	9262424.21	3310.08	3312.98	0.03	9.0
V5	800224.33	9262102.81	3310.90	3298.94	0.03	2.0
V6	800335.29	9262184.31	3286.04	3292.26	0.03	7.0
V7	800372.64	9262045.08	3257.21	3292.08	0.03	33.0
V8	800267.87	9262677.04	3331.80	3311.82	0.03	0.0

V9	800545.75	9262491.66	3316.70	3292.19	0.03	1.0
V10	800545.33	9262404.66	3300.21	3289.15	0.03	3.0
V11	800540.30	9262332.31	3277.28	3289.05	0.03	11.0
V12	800641.27	9262424.16	3307.20	3285.86	0.03	5.0
V13	800618.91	9262367.50	3287.25	3280.81	0.03	2.0
V14	800659.93	9262353.35	3289.64	3280.76	0.03	1.0
V15	800569.24	9262297.25	3269.12	3278.83	0.03	10.0
V16	800575.42	9262175.11	3248.25	3277.69	0.03	28.0
V17	800628.27	9262042.35	3240.31	3277.51	0.03	37.0
V18	800782.84	9262427.18	3301.98	3285.05	0.03	2.0
V19	800875.90	9262168.81	3262.68	3272.52	0.03	9.0
V20	800801.98	9262152.24	3257.95	3272.44	0.03	14.0
V21	800933.25	9262055.28	3259.01	3268.47	0.03	9.0
V22	800985.67	9262044.37	3261.18	3267.76	0.03	6.0
V23	800993.78	9261944.07	3239.03	3264.57	0.03	26.0
V24	801061.86	9261817.78	3228.07	3230.66	0.03	4.0
V25	801049.91	9261684.12	3199.56	3204.46	0.03	5.0
V26	800937.69	9261560.24	3196.08	3147.13	0.03	3.0
V27	800925.02	9261514.71	3202.38	3147.07	0.03	0.0
V28	800830.14	9261556.04	3204.57	3147.00	0.03	0.0
V29	800853.00	9261682.40	3187.40	3140.76	0.03	1.0
V30	800842.20	9261689.74	3190.41	3140.31	0.03	2.0
V31	800797.82	9261710.04	3196.43	3139.90	0.03	0.0
V32	800741.66	9261699.87	3201.51	3139.84	0.03	1.0
V33	800968.72	9261412.76	3199.50	3148.10	0.03	2.0
V34	801016.81	9261355.75	3180.71	3148.01	0.03	3.0
V35	801228.39	9261683.49	3225.82	3242.67	0.03	17.0
V36	801253.19	9261613.73	3208.51	3241.92	0.03	33.0
V37	801242.20	9261426.93	3181.38	3241.69	0.03	61.0
V38	801268.62	9261742.24	3237.22	3242.73	0.03	5.0
V39	801324.00	9261636.28	3210.18	3236.32	0.03	26.0
V40	801408.88	9261567.65	3198.39	3231.67	0.03	32.0
V41	801459.73	9261466.19	3184.57	3226.38	0.03	41.0
V42	801520.14	9261441.74	3189.82	3224.90	0.03	35.0
V43	801746.16	9261217.68	3194.41	3219.38	0.03	25.0
V44	801508.98	9261153.60	3162.69	3215.89	0.03	53.0
V45	801421.26	9261164.37	3142.87	3215.79	0.03	71.0
V46	801698.71	9260798.59	3142.56	3168.13	0.03	28.0
V47	801579.17	9260819.53	3135.37	3167.98	0.03	32.0
V48	801607.89	9260712.65	3123.75	3165.39	0.03	42.0
V49	801626.89	9260646.94	3111.86	3164.82	0.03	52.0
V50	801614.69	9260579.35	3101.04	3164.75	0.03	64.0
V51	801865.28	9260742.99	3147.67	3176.01	0.03	28.0
V52	801995.60	9260501.05	3144.09	3175.51	0.03	31.0

V53	801923.76	9260345.50	3119.19	3175.37	0.03	56.0
V54	801836.07	9260213.11	3091.37	3175.18	0.03	84.0

Fuente: WaterCAD, 2024

Tabla 41. Presiones estáticas con el software de modelamiento WaterCAD de las viviendas de sistema de abastecimiento de agua potable del Caserío de Quinuamayo

N°	Este	Norte	Elevación (m.s.n.m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presión (m H2O)
V1	799906.90	9263106.28	3351.43	3356.67	5.0
V2	799848.61	9263019.70	3328.97	3356.67	27.0
V3	800147.40	9262707.06	3303.05	3356.67	23.0
V4	800108.27	9262424.21	3310.08	3356.67	52.0
V5	800224.33	9262102.81	3310.90	3356.67	47.0
V6	800335.29	9262184.31	3286.04	3356.67	72.0
V7	800372.64	9262045.08	3257.21	3356.67	98.0
V8	800267.87	9262677.04	3331.80	3356.67	25.0
V9	800545.75	9262491.66	3316.70	3356.67	40.0
V10	800545.33	9262404.66	3300.21	3356.67	56.0
V11	800540.30	9262332.31	3277.28	3356.67	79.0
V12	800641.27	9262424.16	3307.20	3356.67	50.0
V13	800618.91	9262367.50	3287.25	3356.67	69.0
V14	800659.93	9262353.35	3289.64	3356.67	67.0
V15	800569.24	9262297.25	3269.12	3356.67	87.0
V16	800575.42	9262175.11	3248.25	3356.67	107.0
V17	800628.27	9262042.35	3240.31	3356.67	116.0
V18	800782.84	9262427.18	3301.98	3356.67	55.0
V19	800875.90	9262168.81	3262.68	3356.67	93.0
V20	800801.98	9262152.24	3257.95	3356.67	98.0
V21	800933.25	9262055.28	3259.01	3356.67	98.0
V22	800985.67	9262044.37	3261.18	3356.67	95.0
V23	800993.78	9261944.07	3239.03	3356.67	118.0
V24	801061.86	9261817.78	3228.07	3356.67	130.0
V25	801049.91	9261684.12	3199.56	3356.67	157.0
V26	800937.69	9261560.24	3196.08	3356.67	161.0
V27	800925.02	9261514.71	3202.38	3356.67	156.0
V28	800830.14	9261556.04	3204.57	3356.67	152.0
V29	800853.00	9261682.40	3187.40	3356.67	169.0
V30	800842.20	9261689.74	3190.41	3356.67	166.0
V31	800797.82	9261710.04	3196.43	3356.67	161.0
V32	800741.66	9261699.87	3201.51	3356.67	155.0
V33	800968.72	9261412.76	3199.50	3356.67	159.0
V34	801016.81	9261355.75	3180.71	3356.67	174.0
V35	801228.39	9261683.49	3225.82	3244.56	19.0

V36	801253.19	9261613.73	3208.51	3244.56	36.0
V37	801242.20	9261426.93	3181.38	3244.56	64.0
V38	801268.62	9261742.24	3237.22	3244.56	7.0
V39	801324.00	9261636.28	3210.18	3244.56	34.0
V40	801408.88	9261567.65	3198.39	3244.56	45.0
V41	801459.73	9261466.19	3184.57	3244.56	60.0
V42	801520.14	9261441.74	3189.82	3244.56	55.0
V43	801746.16	9261217.68	3194.41	3244.56	50.0
V44	801508.98	9261153.60	3162.69	3244.56	81.0
V45	801421.26	9261164.37	3142.87	3244.56	99.0
V46	801698.71	9260798.59	3142.56	3180.51	40.0
V47	801579.17	9260819.53	3135.37	3180.51	45.0
V48	801607.89	9260712.65	3123.75	3180.51	57.0
V49	801626.89	9260646.94	3111.86	3180.51	68.0
V50	801614.69	9260579.35	3101.04	3180.51	79.0
V51	801865.28	9260742.99	3147.67	3180.51	32.0
V52	801995.60	9260501.05	3144.09	3180.51	36.0
V53	801923.76	9260345.50	3119.19	3180.51	61.0
V54	801836.07	9260213.11	3091.37	3180.51	89.0

Fuente: WaterCAD, 2024

Anexo 5. Parámetros de flujo en las tuberías de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad

Tabla 42. Caudales y velocidades con el software de modelamiento WaterCAD de las tuberías del sistema de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo

Tubería	Longitud	Inicio de Nodo	Final de nodo	Diámetro (mm)	Material	Coef. de fricción (f)	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Pérdida de Carga hf (m)
		CAPTACIO RESERVO							
T-1	1579	N	RIO	43.5	PVC	0.063	0.76	0.61	11.26
T-2	1	N103	N104	17.4	PVC	0.097	0.20	0.86	0.07
T-3	2	N63	N65	17.4	PVC	0.097	0.98	4.10	1.59
T-4	3	N102	N103	17.4	PVC	0.097	0.34	1.43	0.44
		CRP TIPO							
T-5	6	N65	7	43.5	PVC	0.063	0.93	0.63	0.06
T-6	7	N92	N93	17.4	PVC	0.097	0.48	2.00	1.79
T-7	14	N93	N94	17.4	PVC	0.097	0.43	1.81	3.04
T-8	16	N24	V12	17.4	PVC	0.097	0.48	2.00	4.22
T-9	16	N122	N123	17.4	PVC	0.097	0.16	0.67	0.56
T-10	23	N22	N24	43.5	PVC	0.063	2.47	1.66	1.45
T-11	25	N35	N36	17.4	PVC	0.097	0.14	0.57	0.63
T-12	27	N63	N66	17.4	PVC	0.097	0.25	1.05	2.12
T-13	28	N104	N105	17.4	PVC	0.097	0.16	0.67	0.95
T-14	37	N36	V18	17.4	PVC	0.097	0.09	0.38	0.45
T-15	38	N64	N67	17.4	PVC	0.097	0.20	0.86	2.06
T-16	41	N123	N124	17.4	PVC	0.097	0.07	0.29	0.29
T-17	43	N75	N80	17.4	PVC	0.097	0.16	0.67	1.45
T-18	45	N107	N108	17.4	PVC	0.097	0.07	0.29	0.32
T-19	57	V12	N26	17.4	PVC	0.097	0.45	1.91	13.51
T-20	45	V18	N38	17.4	PVC	0.097	0.07	0.29	0.32
T-21	46	N96	N98	17.4	PVC	0.097	0.30	1.24	4.89
T-22	46	N20	N22	43.5	PVC	0.063	2.52	1.70	3.02
T-23	49	N67	N70	17.4	PVC	0.097	0.16	0.67	1.68
		CRP TIPO							
T-24	50	N98	7	17.4	PVC	0.097	0.25	1.05	3.92
T-25	52	V26	V27	43.5	PVC	0.063	1.86	1.25	1.95
T-26	53	N73	N76	17.4	PVC	0.097	0.07	0.29	0.38
T-27	60	N61	N64	17.4	PVC	0.097	0.34	1.43	8.37
		CRP TIPO							
T-28	63	7	N57	43.5	PVC	0.063	1.29	0.87	1.20
T-29	64	V27	N52	43.5	PVC	0.063	1.84	1.24	2.34
T-30	65	N94	N96	17.4	PVC	0.097	0.34	1.43	9.12
T-31	67	N92	N97	17.4	PVC	0.097	0.43	1.81	14.48
T-32	67	N32	N33	17.4	PVC	0.097	0.07	0.29	0.48
T-33	76	N97	N102	17.4	PVC	0.097	0.39	1.62	13.49
T-34	78	N4	N6	43.5	PVC	0.063	2.88	1.94	6.54
T-35	80	N57	N63	43.5	PVC	0.063	1.25	0.84	1.43

T-36	84	N105	N107	17.4	PVC	0.097	0.11	0.48	1.53
T-37	95	N66	N75	17.4	PVC	0.097	0.20	0.86	5.15
T-38	112	N32	N35	17.4	PVC	0.097	0.23	0.95	7.40
T-39	105	N12	N14	43.5	PVC	0.063	2.70	1.82	7.86
T-40	107	N70	N73	17.4	PVC	0.097	0.11	0.48	1.96
T-41	114	N10	N12	43.5	PVC	0.063	2.75	1.85	8.74
T-42	125	N26	N27	17.4	PVC	0.097	0.36	1.53	19.73
T-43	127	N8	N10	43.5	PVC	0.063	2.79	1.88	10.08
T-44	129	N86	N87	17.4	PVC	0.099	0.07	0.29	0.92
		CRP TIPO							
T-45	132	7	N92	43.5	PVC	0.063	0.93	0.63	1.37
		CRP TIPO							
T-46	141	7	N122	17.4	PVC	0.099	0.25	1.05	11.09
T-47	145	N59	N61	43.5	PVC	0.063	0.39	0.26	0.30
			CRP TIPO						
T-48	158	N52	7	43.5	PVC	0.063	1.29	0.87	3.02
T-49	173	N6	N8	43.5	PVC	0.063	2.84	1.91	14.14
T-50	175	N64	V38	17.4	PVC	0.097	0.09	0.38	2.11
T-51	202	N14	N16	43.5	PVC	0.063	2.66	1.79	14.65
T-52	232	V38	N71	17.4	PVC	0.097	0.07	0.29	1.65
T-53	236	N18	N20	43.5	PVC	0.063	2.57	1.73	15.98
T-54	264	N16	N18	43.5	PVC	0.063	2.61	1.76	18.49
T-55	256	N123	N125	17.4	PVC	0.099	0.07	0.29	1.82
T-56	312	N80	N86	17.4	PVC	0.099	0.11	0.48	5.71
T-57	300	N53	N55	43.5	PVC	0.063	0.48	0.32	0.90
T-58	377	N2	N4	43.5	PVC	0.063	2.93	1.97	32.66
T-59	483	N27	N32	17.4	PVC	0.099	0.32	1.34	59.43
T-60	509	N55	N59	43.5	PVC	0.063	0.43	0.29	1.27
T-61	614	N46	V26	43.5	PVC	0.063	1.88	1.27	23.51
T-62	872	N52	N53	43.5	PVC	0.063	0.52	0.35	3.10
T-63	1171	N24	N46	43.5	PVC	0.063	1.97	1.33	48.94
		RESERVO							
T-64	88	RIO	N2	43.5	PVC	0.063	2.97	2.00	7.85
T-65	2	N87	V47	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.00
T-66	2	N130	V64	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.00
T-67	6	N119	V59	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.01
T-68	6	N47	V25	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.01
T-69	7	N73	V35	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.01
T-70	8	N117	V58	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.01
T-71	11	N125	V68	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.01
T-72	11	N114	V50	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.01
T-73	13	N105	V52	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.01
T-74	14	N28	V13	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.01
T-75	15	N38	V19	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.01
T-76	16	N35	N41	17.4	PVC	0.099	0.07	0.29	0.12
T-77	17	N16	V8	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.02
T-78	22	N41	V17	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.02

T-79	23	N66	V43	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.02
T-80	25	N41	V16	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.02
T-81	26	N75	V44	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.02
T-82	26	N61	V31	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.02
T-83	28	N59	V30	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.03
T-84	28	N71	V39	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.03
T-85	29	N71	V40	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.03
T-86	32	N67	V33	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.03
T-87	39	N33	V22	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.04
T-88	33	N20	V10	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.03
T-89	34	N70	V34	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.03
T-90	35	N119	V60	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.03
T-91	42	N86	V46	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.04
T-92	41	N76	V36	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.04
T-93	42	N26	N28	17.4	PVC	0.099	0.07	0.29	0.30
T-94	45	N108	V55	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.04
T-95	49	N117	N119	17.4	PVC	0.099	0.07	0.29	0.35
T-96	54	N114	V49	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.05
T-97	53	N53	V28	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.05
T-98	55	N97	V51	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.05
T-99	59	N93	V61	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.05
T-100	72	N96	V62	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.07
T-101	64	N102	V56	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.06
T-102	65	N38	V20	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.06
T-103	65	N125	V69	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.06
T-104	69	N14	V7	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.06
T-105	67	N98	V63	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.06
T-106	68	N6	V3	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.06
T-107	73	N108	V54	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.07
T-108	76	N18	V9	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.07
T-109	72	N28	V14	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.07
T-110	78	N76	V37	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.07
T-111	78	N10	V5	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.07
T-112	80	N12	V6	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.07
T-113	83	N87	V48	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.08
T-114	84	N122	N130	17.4	PVC	0.099	0.07	0.29	0.60
T-115	84	N130	V65	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.08
T-116	90	N80	V45	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.08
T-117	99	N64	V32	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.09
T-118	101	N27	V15	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.09
T-119	103	N107	V53	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.10
T-120	112	N4	V2	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.10
T-121	115	N124	V66	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.11
T-122	127	N65	V42	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.12
T-123	124	N124	V67	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.11
T-124	124	N46	N47	17.4	PVC	0.099	0.07	0.29	0.88

T-125	129	N22	V11	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.12
T-126	132	N8	V4	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.12
T-127	136	N104	V57	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.13
T-128	140	N2	V1	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.13
T-129	146	N103	N117	17.4	PVC	0.099	0.11	0.48	2.67
T-130	147	N57	V41	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.14
T-131	155	N55	V29	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.14
T-132	169	N47	V24	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.16
T-133	287	N36	V21	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.27
T-134	405	N94	N114	17.4	PVC	0.099	0.07	0.29	2.87
T-135	580	N33	V23	17.4	PVC	0.099	0.02	0.10	0.54

Fuente: WaterCAD, 2024

Tabla 43. Caudales y velocidades con el software de modelamiento WaterCAD de las tuberías del sistema de abastecimiento de agua de consumo humano del Caserío de Quinuamayo

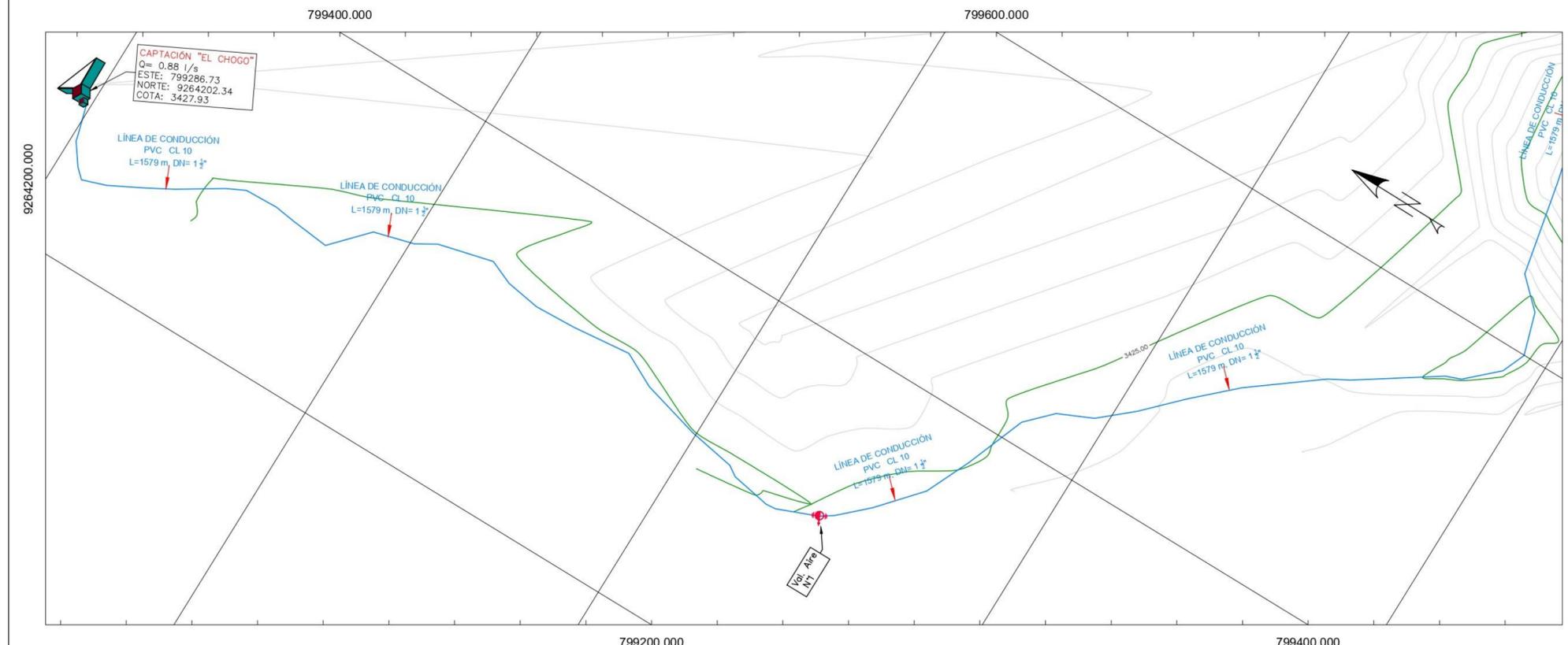
Tubería	Longitud	Inicio de Nodo	Final de nodo	Diámetro (mm)	Material	Coef. de fricción (f)	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Pérdida de Carga hf (m)
T-1	6	R-5	N-1	43.5	PVC	0.0625	2.79	1.88	0.49
T-2	9	N-2	N-3	43.5	PVC	0.0625	1.94	1.31	0.37
T-3	17	N-3	N-4	43.5	PVC	0.0625	1.89	1.27	0.65
T-4	24	N-5	N-6	43.5	PVC	0.0625	1.68	1.13	0.73
T-5	42	N-7	N-8	43.5	PVC	0.0625	2.31	1.56	2.38
T-6	70	N-8	N-2	43.5	PVC	0.0625	2.21	1.49	3.58
T-7	82	V-3	N-10	43.5	PVC	0.0625	2.42	1.63	4.99
T-8	107	N-6	N-11	43.5	PVC	0.0625	1.62	1.09	3.12
T-9	133	N-12	N-5	43.5	PVC	0.0625	1.73	1.16	4.33
T-10	142	N-11	N-13	43.5	PVC	0.0625	1.57	1.06	3.89
T-11	336	N-10	N-7	43.5	PVC	0.0625	2.37	1.59	19.65
T-12	338	N-4	N-12	43.5	PVC	0.0625	1.84	1.23	12.34
T-13	532	N-1	V-3	43.5	PVC	0.0625	2.69	1.81	39.35
T-14	73	R-6	N-15	43.5	PVC	0.0625	0.54	0.36	0.28
T-15	29	N-14	N-16	29.4	PVC	0.073	0.85	1.25	1.71
T-16	43	N-17	N-18	29.4	PVC	0.073	0.64	0.94	1.5
T-17	90	N-19	N-20	29.4	PVC	0.073	0.53	0.78	2.22
T-18	101	N-21	N-22	29.4	PVC	0.073	0.74	1.1	4.67
T-19	122	N-16	N-21	29.4	PVC	0.073	0.8	1.18	6.4
T-20	130	N-22	N-17	29.4	PVC	0.073	0.69	1.02	5.26
T-21	163	N-23	N-24	29.4	PVC	0.079	0.08	0.12	0.12
T-22	162	N-20	CRP-7	29.4	PVC	0.073	0.43	0.63	2.66
T-23	180	N-18	N-19	29.4	PVC	0.073	0.59	0.86	5.33
T-24	191	N-25	N-26	29.4	PVC	0.073	0.19	0.27	0.68
T-25	230	CRP-7	N-25	29.4	PVC	0.073	0.43	0.63	3.78
T-26	279	N-26	N-23	29.4	PVC	0.075	0.13	0.2	0.53

T-27	3	N-27	V-15	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0
T-28	3	N-29	V-16	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0
T-29	3	N-31	V-13	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0
T-30	3	N-33	V-26	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0
T-31	4	N-35	V-29	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.01
T-32	5	N-37	V-10	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.01
T-33	5	N-22	V-40	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.01
T-34	6	N-40	V-30	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.01
T-35	6	N-3	V-12	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.01
T-36	6	N-43	V-44	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.01
T-37	7	N-7	V-9	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.01
T-38	7	N-16	V-38	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.01
T-39	8	N-47	N-1	17.4	PVC	0.101	0.08	0.34	0.07
T-40	10	N-48	N-33	17.4	PVC	0.101	0.11	0.45	0.16
T-41	9	N-49	V-31	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.01
T-42	10	N-23	V-52	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.01
T-43	12	N-18	V-42	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.01
T-44	12	N-53	V-19	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.02
T-45	15	N-99	V-33	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.02
T-46	18	N-35	N-40	17.4	PVC	0.101	0.13	0.56	0.44
T-47	19	N-10	V-8	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.02
T-48	20	N-58	N-48	17.4	PVC	0.101	0.32	1.34	2.45
T-49	20	N-59	V-36	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.03
T-50	21	N-24	V-53	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.03
T-51	23	N-62	V-49	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.03
T-52	23	N-21	V-39	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.03
T-53	27	N-65	V-46	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.03
T-54	26	N-17	V-41	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.03
T-55	30	N-26	V-51	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.04
T-56	30	N-69	V-6	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.04
T-57	32	N-71	N-31	17.4	PVC	0.101	0.08	0.34	0.3
T-58	35	N-12	N-53	17.4	PVC	0.101	0.08	0.34	0.34
T-59	38	N-72	V-35	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.05
T-60	39	N-47	V-1	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.05
T-61	42	N-6	V-22	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.05
T-62	43	N-40	N-49	17.4	PVC	0.101	0.08	0.34	0.41
T-63	57	N-5	V-21	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.07
T-64	47	N-33	V-27	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.06
T-65	48	N-31	V-14	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.06
T-66	52	V-3	N-79	17.4	PVC	0.099	0.24	1.01	3.76
T-67	54	N-80	V-5	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.07
T-68	56	N-49	V-32	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.07
T-69	59	N-83	V-24	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.07
T-70	67	N-85	V-48	17.4	PVC	0.101	0.03	0.11	0.08
T-71	65	N-85	N-62	17.4	PVC	0.101	0.08	0.34	0.62
T-72	70	N-8	N-37	17.4	PVC	0.101	0.08	0.34	0.66

T-73	70	N-2	N-71	17.4	PVC	0.099	0.24	1.01	5.11
T-74	71	N-14	N-72	17.4	PVC	0.099	0.13	0.56	1.74
T-75	81	N-37	V-11	17.4	PVC	0.099	0.03	0.11	0.1
T-76	77	N-62	V-50	17.4	PVC	0.099	0.03	0.11	0.1
T-77	76	N-79	V-4	17.4	PVC	0.099	0.03	0.11	0.09
T-78	78	N-53	V-20	17.4	PVC	0.099	0.03	0.11	0.1
T-79	81	N-72	N-59	17.4	PVC	0.099	0.08	0.34	0.77
T-80	87	N-99	V-34	17.4	PVC	0.099	0.03	0.11	0.11
T-81	86	N-92	V-25	17.4	PVC	0.099	0.03	0.11	0.11
T-82	94	N-43	V-45	17.4	PVC	0.099	0.03	0.11	0.12
T-83	93	N-71	N-27	17.4	PVC	0.099	0.13	0.56	2.29
T-84	94	N-13	N-83	17.4	PVC	0.099	0.53	2.24	30.07
T-85	100	N-83	N-92	17.4	PVC	0.099	0.48	2.01	26.17
T-86	104	N-11	V-23	17.4	PVC	0.099	0.03	0.11	0.13
T-87	105	N-33	V-28	17.4	PVC	0.099	0.03	0.11	0.13
T-88	110	N-65	N-85	17.4	PVC	0.099	0.13	0.56	2.69
T-89	117	N-97	N-69	17.4	PVC	0.099	0.08	0.34	1.11
T-90	120	N-27	N-29	17.4	PVC	0.099	0.08	0.34	1.14
T-91	122	N-97	N-98	17.4	PVC	0.099	0.03	0.11	0.15
T-92	126	N-4	V-18	17.4	PVC	0.099	0.03	0.11	0.16
T-93	132	N-47	V-2	17.4	PVC	0.099	0.03	0.11	0.16
T-94	143	N-48	N-35	17.4	PVC	0.099	0.19	0.78	6.53
T-95	144	N-29	V-17	17.4	PVC	0.099	0.03	0.11	0.18
T-96	148	N-65	V-47	17.4	PVC	0.099	0.03	0.11	0.18
T-97	146	N-25	N-65	17.4	PVC	0.099	0.21	0.89	8.57
T-98	153	N-20	N-43	17.4	PVC	0.099	0.08	0.34	1.46
T-99	165	N-19	V-43	17.4	PVC	0.099	0.03	0.11	0.21
T-100	170	N-69	V-7	17.4	PVC	0.099	0.03	0.11	0.21
T-101	170	N-58	N-99	17.4	PVC	0.099	0.08	0.34	1.62
T-102	175	N-24	V-54	17.4	PVC	0.099	0.03	0.11	0.22
T-103	203	N-59	V-37	17.4	PVC	0.099	0.03	0.11	0.25
T-104	259	N-92	N-58	17.4	PVC	0.099	0.43	1.79	54.83
T-105	228	N-80	N-97	17.4	PVC	0.099	0.13	0.56	5.6
T-106	308	N-79	N-80	17.4	PVC	0.099	0.19	0.78	14.07
T-107	167	N-13	CRP-7	43.5	PVC	0.062	1.01	0.68	2.02
T-108	9	CRP-7	N-14	43.5	PVC	0.062	1.01	0.68	0.11

Fuente: WaterCAD, 2024

Anexo 6. Planos topográficos de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad

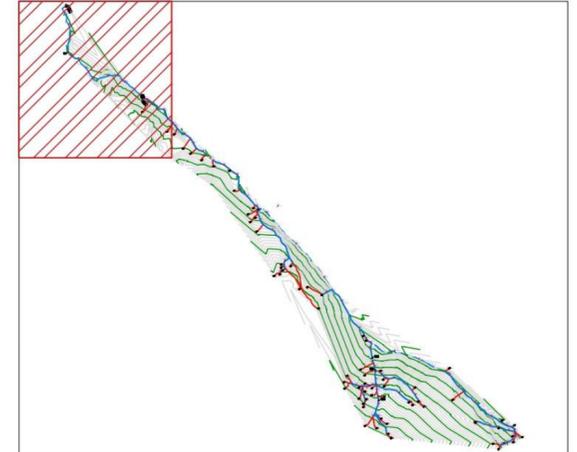
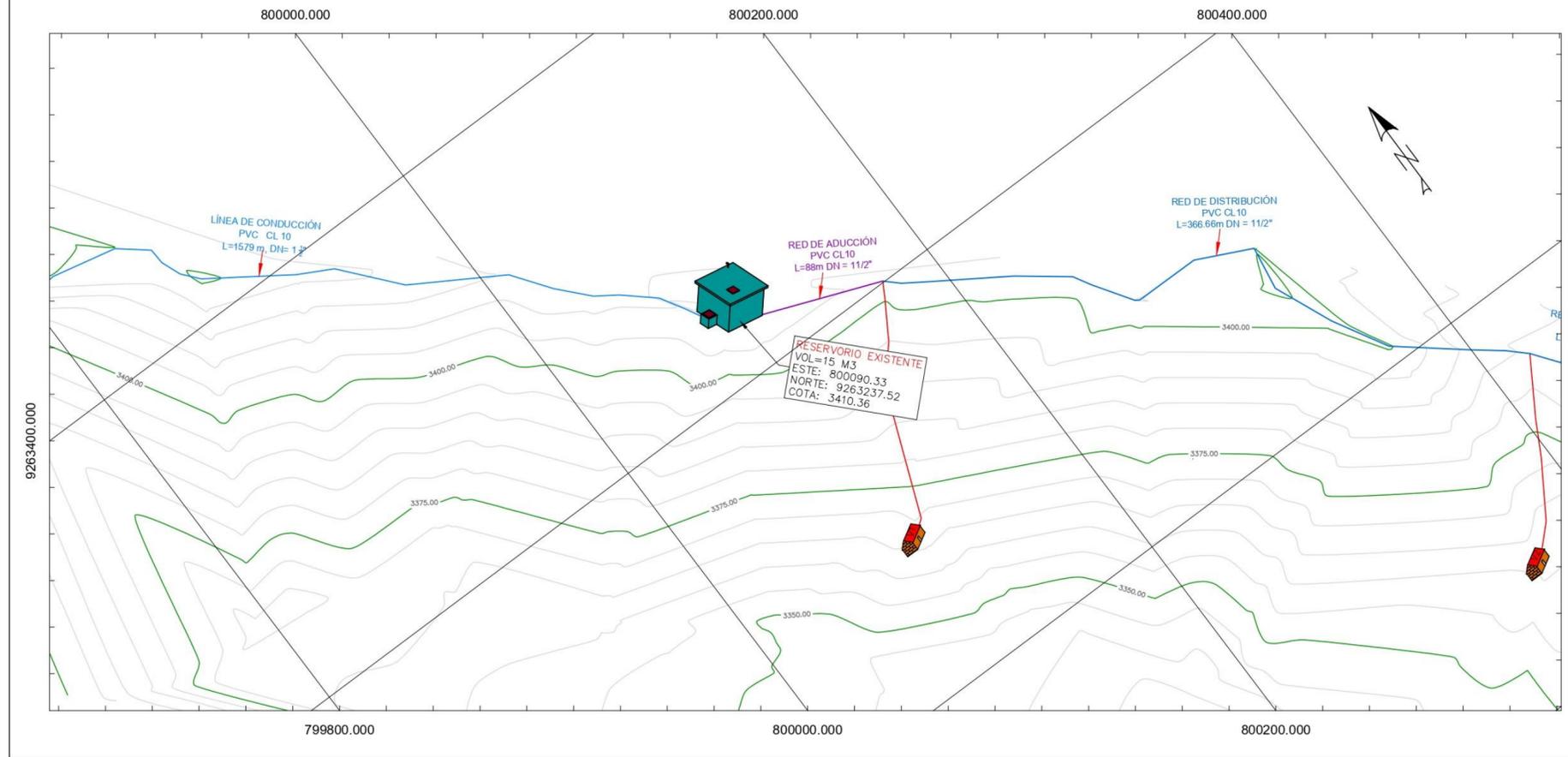


LEYENDA:

- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (LÍNEA DE CONDUCCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (RED DE ADUCCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (RED DE DISTRIBUCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1/2" (RED DE DISTRIBUCIÓN)

- RESERVORIO
- DOMICILIOS
- CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7
- VÁLVULA DE CONTROL
- VÁLVULA DE AIRE
- VÁLVULA DE PURGA

COMPONENTES - "QUINUAMAYO ALTO Y NUEVA LIBERTAD"				
COMPONENTE		COORDENADAS		
		ESTE	NORTE	COTA
CAPTACION "El Chogo"	1	799286.73	9264202.34	3427.93
RESERVORIO	1	800090.33	9263237.52	3410.36
CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7	1	802537.66	9260453.91	3303.80
	2	802575.05	9260310.93	3262.56
	3	802606.61	9260000.77	3194.85
VALVULA DE AIRE	1	799305.10	9263714.17	3423.93



PLANO DE UBICACION
ESC: 1/15000



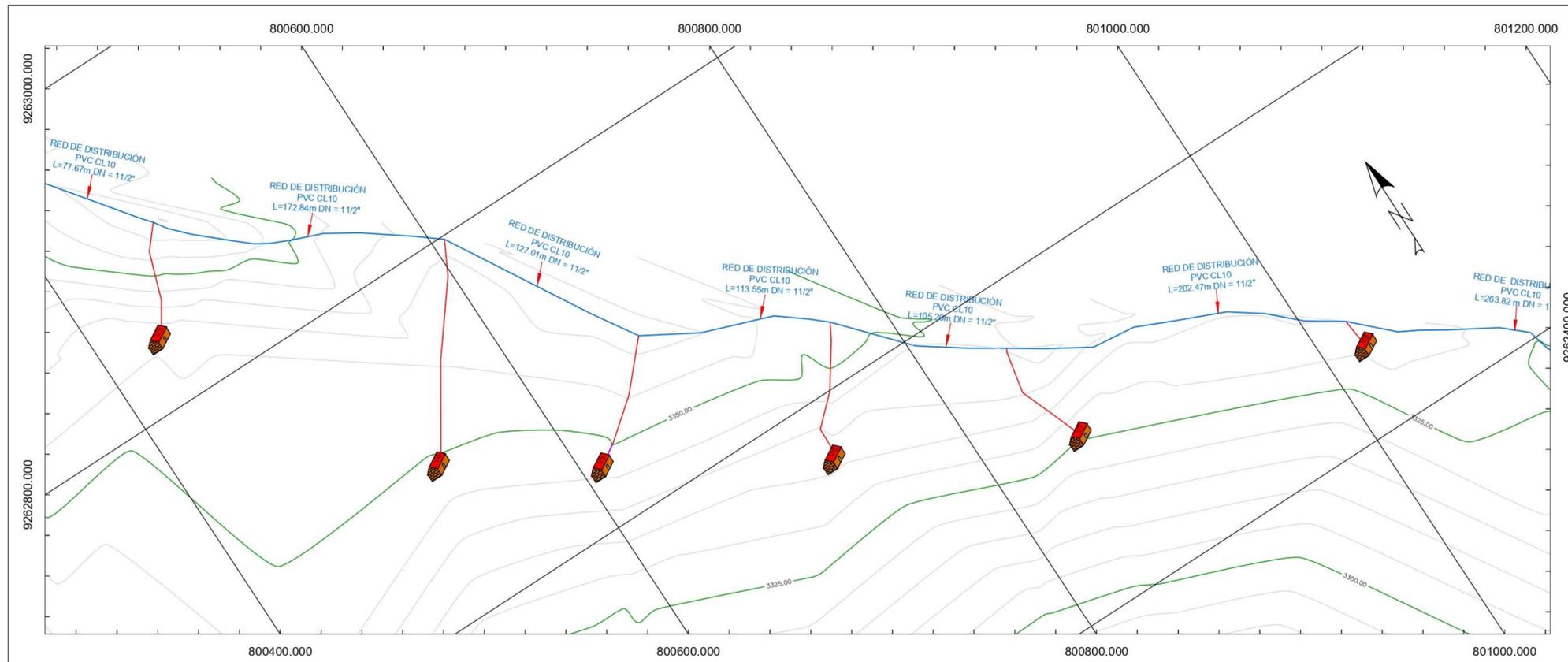
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA HIDRÁULICA

Tesis: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA GESTIONAR LA DEMANDA POBLACIONAL DE LOS CASERIOS DE QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD, DISTRITO LA LIBERTAD DE PALLAN, PROVINCIA CELENDÍN, CAJAMARCA -2024"

Plano: **PLANO CLAVE- SAP QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD** Lámina: **PCL-1**

Región: CAJAMARCA Provincia: CELENDÍN Distrito: LA LIBERTAD DE PALLAN Escala: 1:2000

Elaborado por: Bach. Marcos Y. Acuña García Fecha: Noviembre 2024

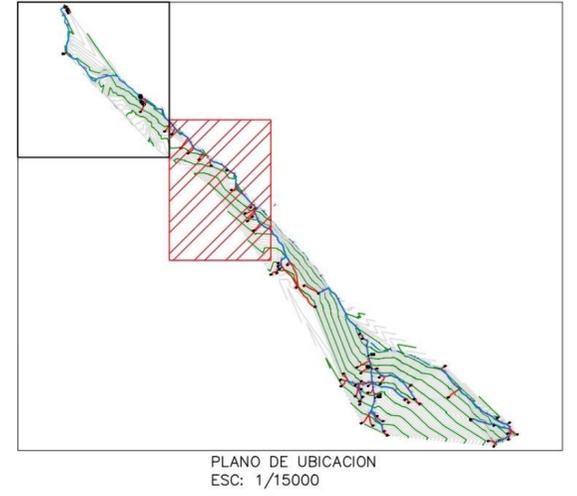
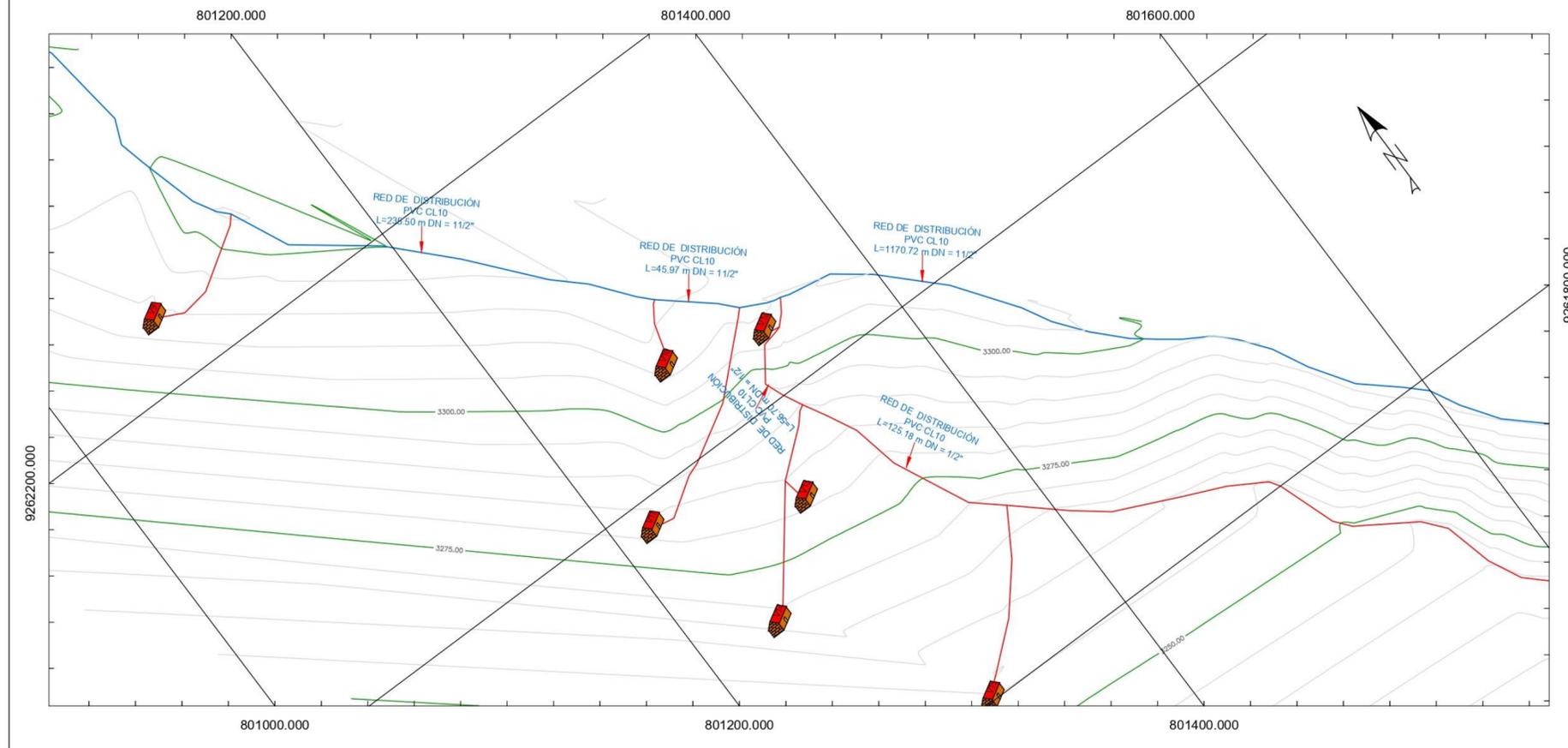


LEYENDA:

- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (LÍNEA DE CONDUCCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (RED DE ADUCCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (RED DE DISTRIBUCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1/2" (RED DE DISTRIBUCIÓN)

- RESERVORIO
- DOMICILIOS
- CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7
- VÁLVULA DE CONTROL
- VÁLVULA DE AIRE
- VÁLVULA DE PURGA

COMPONENTES - "QUINUAMAYO ALTO Y NUEVA LIBERTAD"				
COMPONENTE		COORDENADAS		COTA
		ESTE	NORTE	
CAPTACION "El Chogo"	1	799286.73	9264202.34	3427.93
RESERVORIO	1	800090.33	9263237.52	3410.36
CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7	1	802537.66	9260453.91	3303.80
	2	802575.05	9260310.93	3262.56
	3	802606.61	9260000.77	3194.85
VALVULA DE AIRE	1	799305.10	9263714.17	3423.93

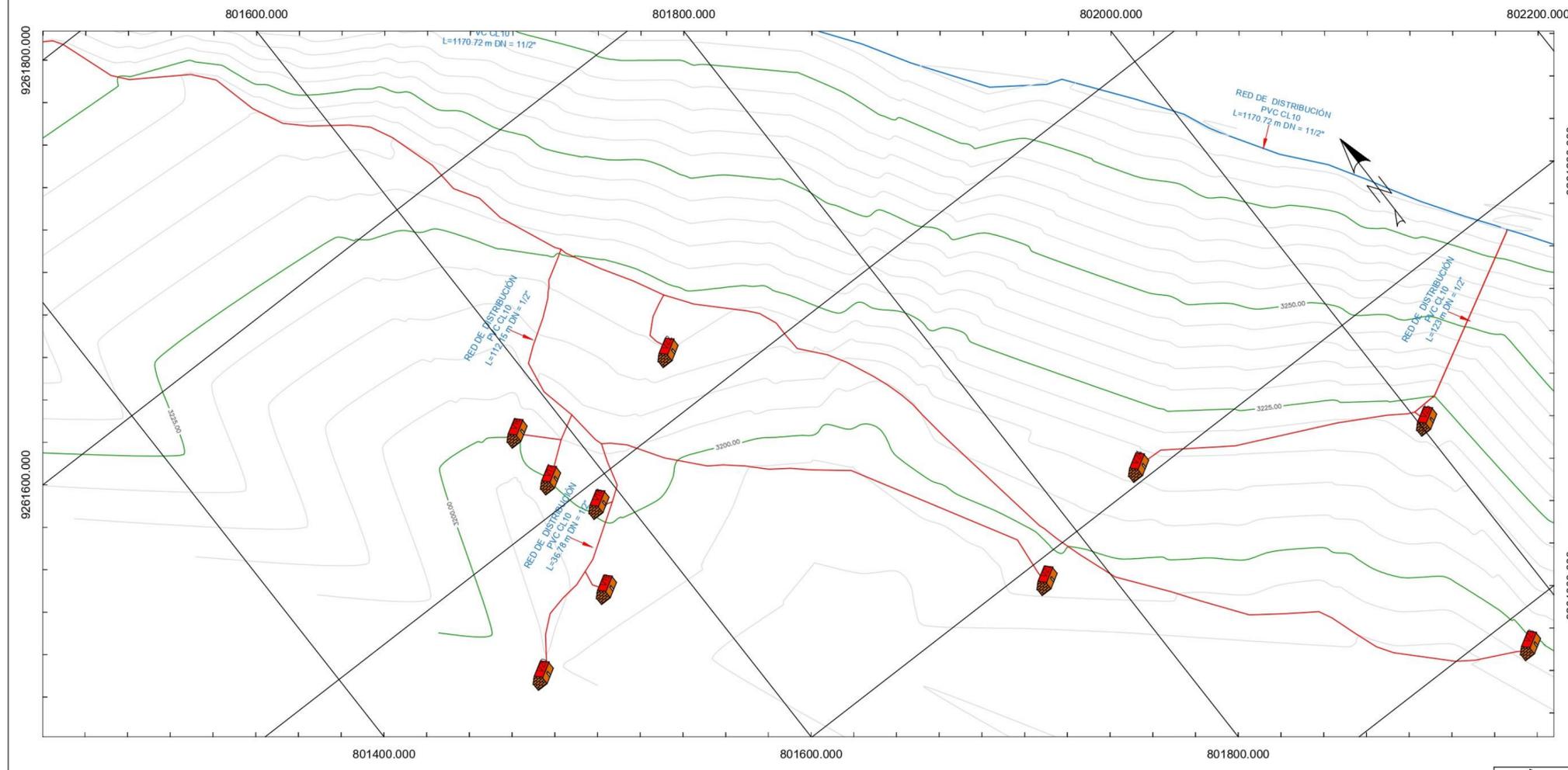


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRAULICA

Tesis: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA GESTIONAR LA DEMANDA POBLACIONAL DE LOS CASERIOS DE QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD, DISTRITO LA LIBERTAD DE PALLAN, PROVINCIA CELENDIN, CAJAMARCA-2024"

Plano: **PLANO CLAVE-SAP QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD** Lámina: **PCL-2**

Región: CAJAMARCA	Provincia: CELENDIN	Distrito: LA LIBERTAD DE PALLAN	Escala: 1:2000
Elaborado por: Bach. Marcos Y. Acuña García			Fecha: Noviembre 2024

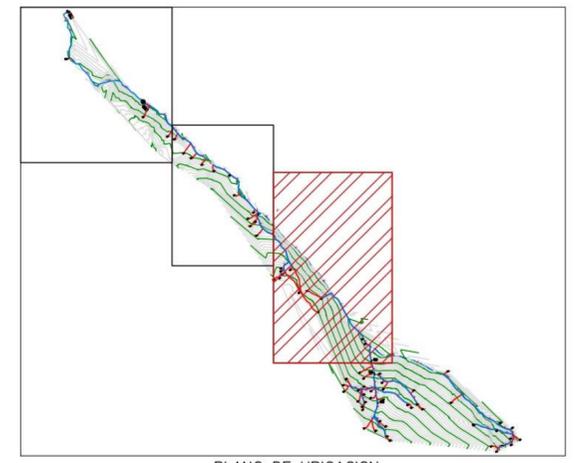
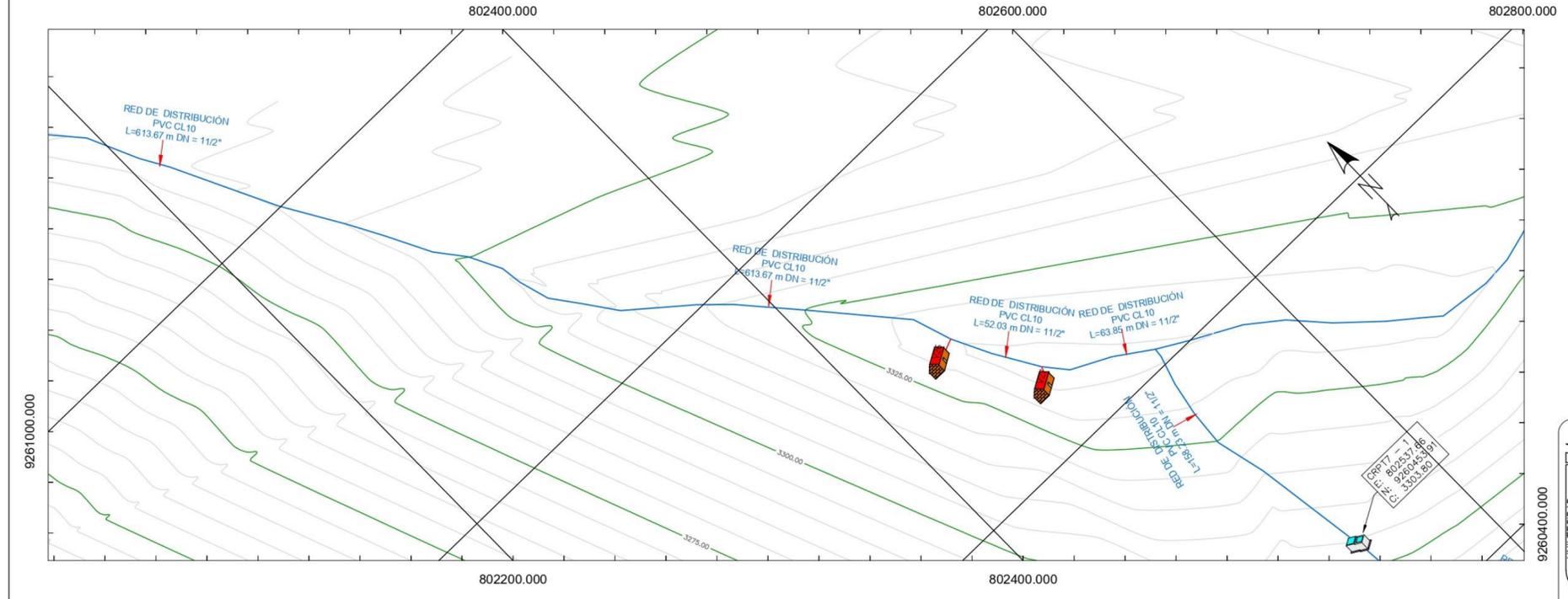


LEYENDA:

- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (LÍNEA DE CONDUCCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (RED DE ADUCCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (RED DE DISTRIBUCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1/2" (RED DE DISTRIBUCIÓN)

- RESERVORIO
- DOMICILIOS
- CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7
- VÁLVULA DE CONTROL
- VÁLVULA DE AIRE
- VÁLVULA DE PURGA

COMPONENTES - "QUINUAMAYO ALTO Y NUEVA LIBERTAD"				
COMPONENTE		COORDENADAS		COTA
		ESTE	NORTE	
CAPTACION "El Chogo"	1	799286.73	9264202.34	3427.93
RESERVORIO	1	800090.33	9263237.52	3410.36
CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7	1	802537.66	9260453.91	3303.80
	2	802575.05	9260310.93	3262.56
	3	802606.61	9260000.77	3194.85
VALVULA DE AIRE	1	799305.10	9263714.17	3423.93



PLANO DE UBICACION
ESC: 1/15000

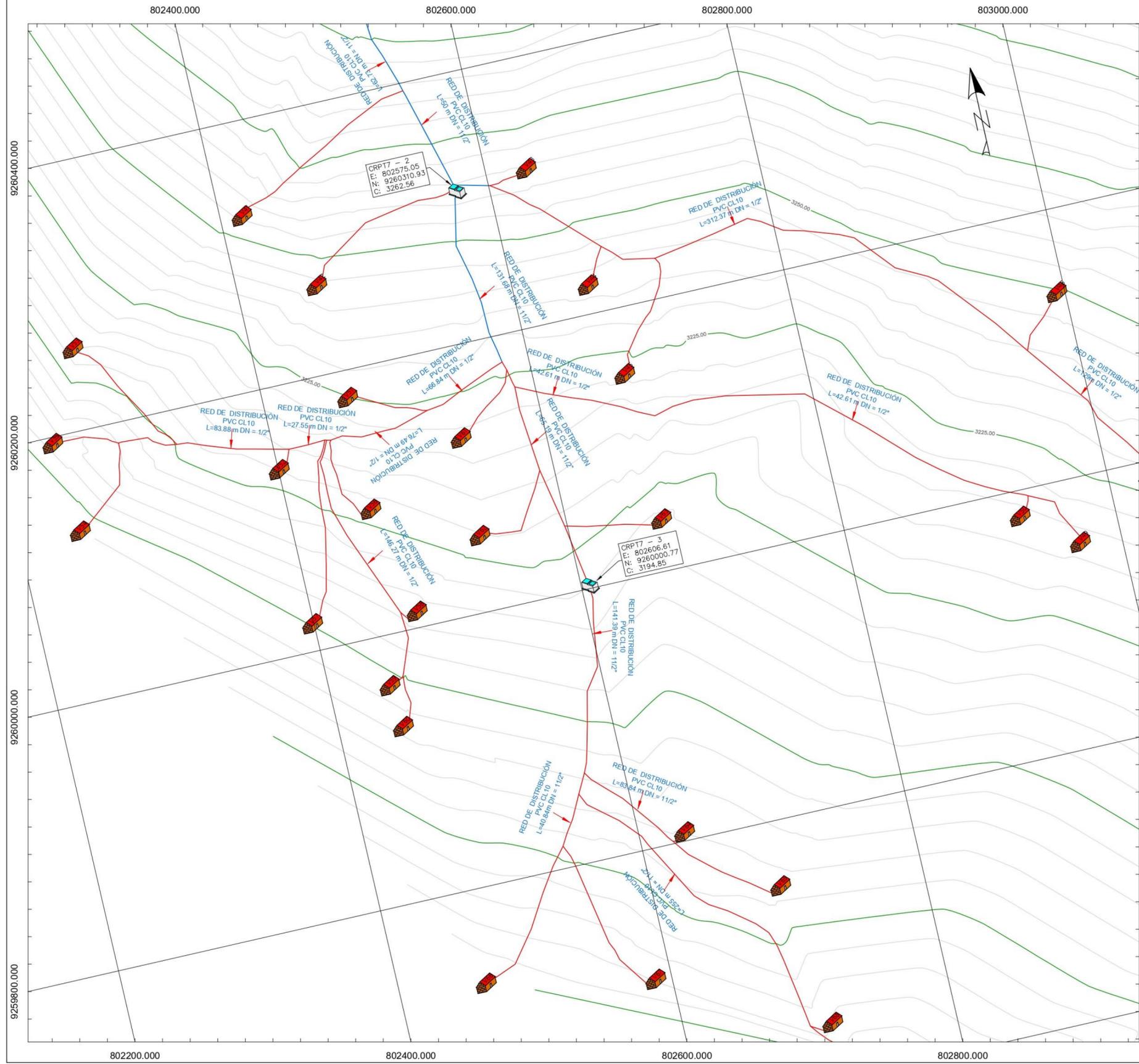
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRAULICA

Tesis: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA GESTIONAR LA DEMANDA POBLACIONAL DE LOS CASERIOS DE QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD, DISTRITO LA LIBERTAD DE PALLAN, PROVINCIA CELENDIN, CAJAMARCA-2024"

Plano: **PLANO CLAVE-SAP QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD**

Región: CAJAMARCA	Provincia: CELENDIN	Distrito: LA LIBERTAD DE PALLAN	Escala: 1:2000
Elaborado por: Bach. Marcos Y. Acuña García			Fecha: Noviembre 2024

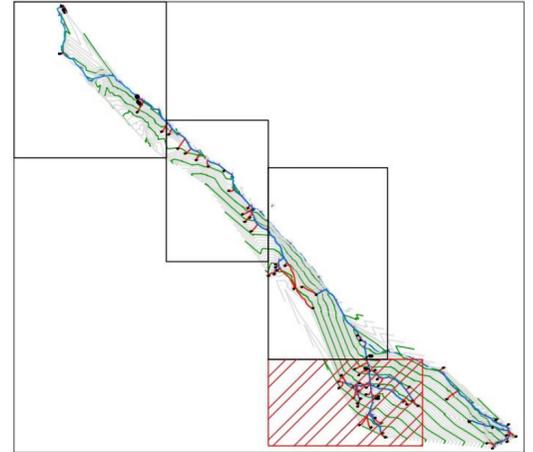
PCL-3



LEYENDA:

- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (LÍNEA DE CONDUCCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (RED DE ADUCCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (RED DE DISTRIBUCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1/2" (RED DE DISTRIBUCIÓN)
- RESERVORIO
- DOMICILIOS
- CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7
- VÁLVULA DE CONTROL
- VÁLVULA DE AIRE
- VÁLVULA DE PURGA

COMPONENTES - "QUINUAMAYO ALTO Y NUEVA LIBERTAD"				
COMPONENTE		COORDENADAS		
		ESTE	NORTE	COTA
CAPTACION "El Chogo"	1	799286.73	9264202.34	3427.93
	2	800090.33	9263237.52	3410.36
CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7	1	802537.66	9260453.91	3303.80
	2	802575.05	9260310.93	3262.56
	3	802606.61	9260000.77	3194.85
VALVULA DE AIRE	1	799305.10	9263714.17	3423.93



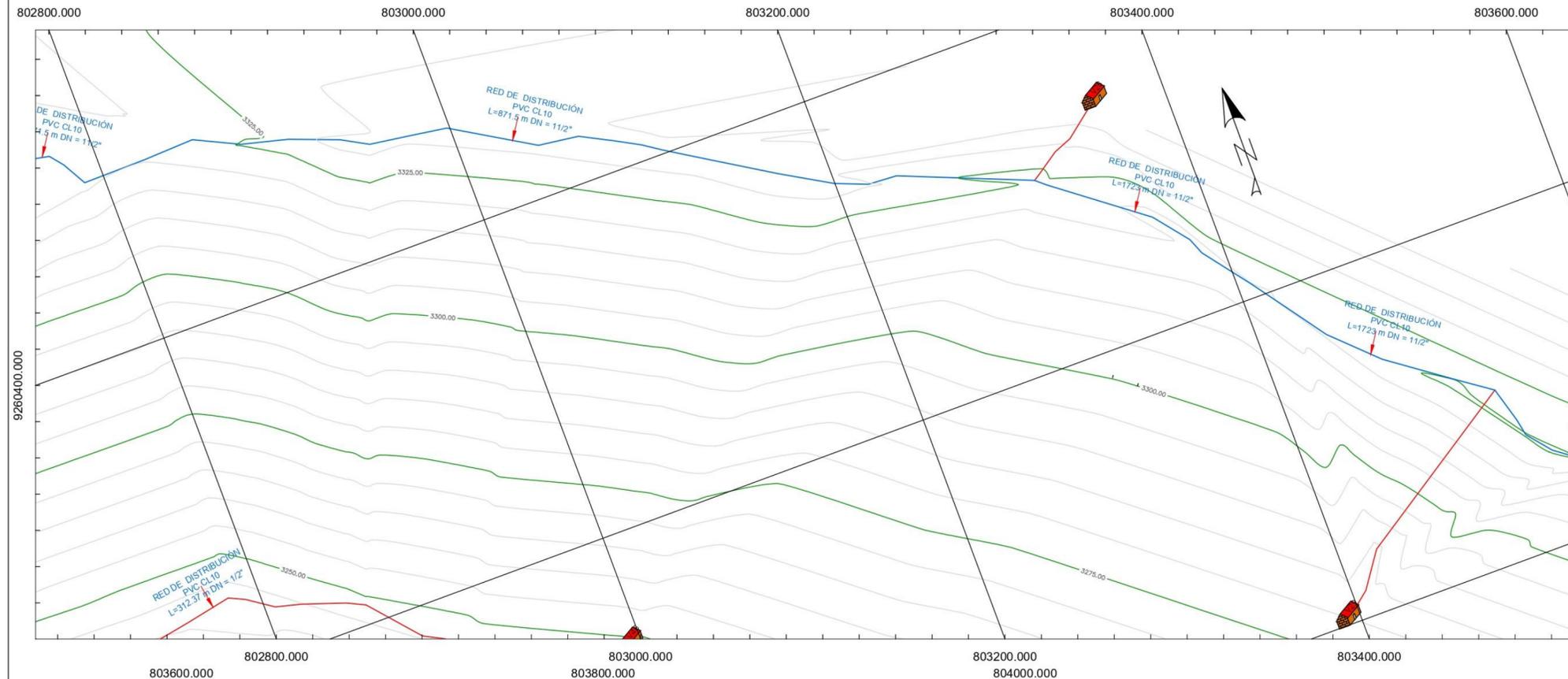
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRAULICA

Tesis: "EVALUACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA GESTIONAR LA DEMANDA POBLACIONAL DE LOS CASERIOS DE QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD, DISTRITO LA LIBERTAD DE PALLAN, PROVINCIA CELENDIN, CAJAMARCA - 2024"

Plano: **PLANO CLAVE- SAP QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD** Lámina:

Región: CAJAMARCA	Provincia: CELENDIN	Distrito: LA LIBERTAD DE PALLAN	Escala: 1:2000
Elaborado por: Bach. Marcos Y. Acuña García			Fecha: Noviembre 2024

PCL-4

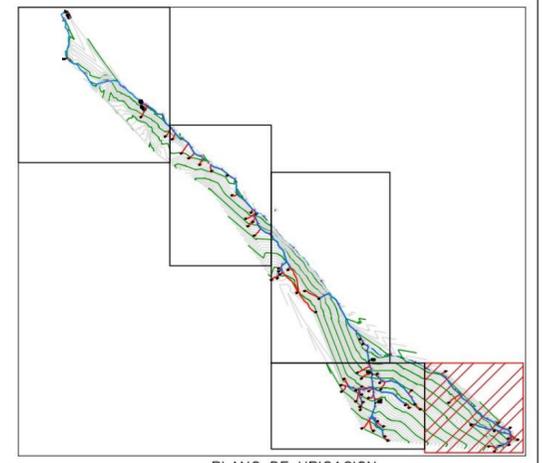
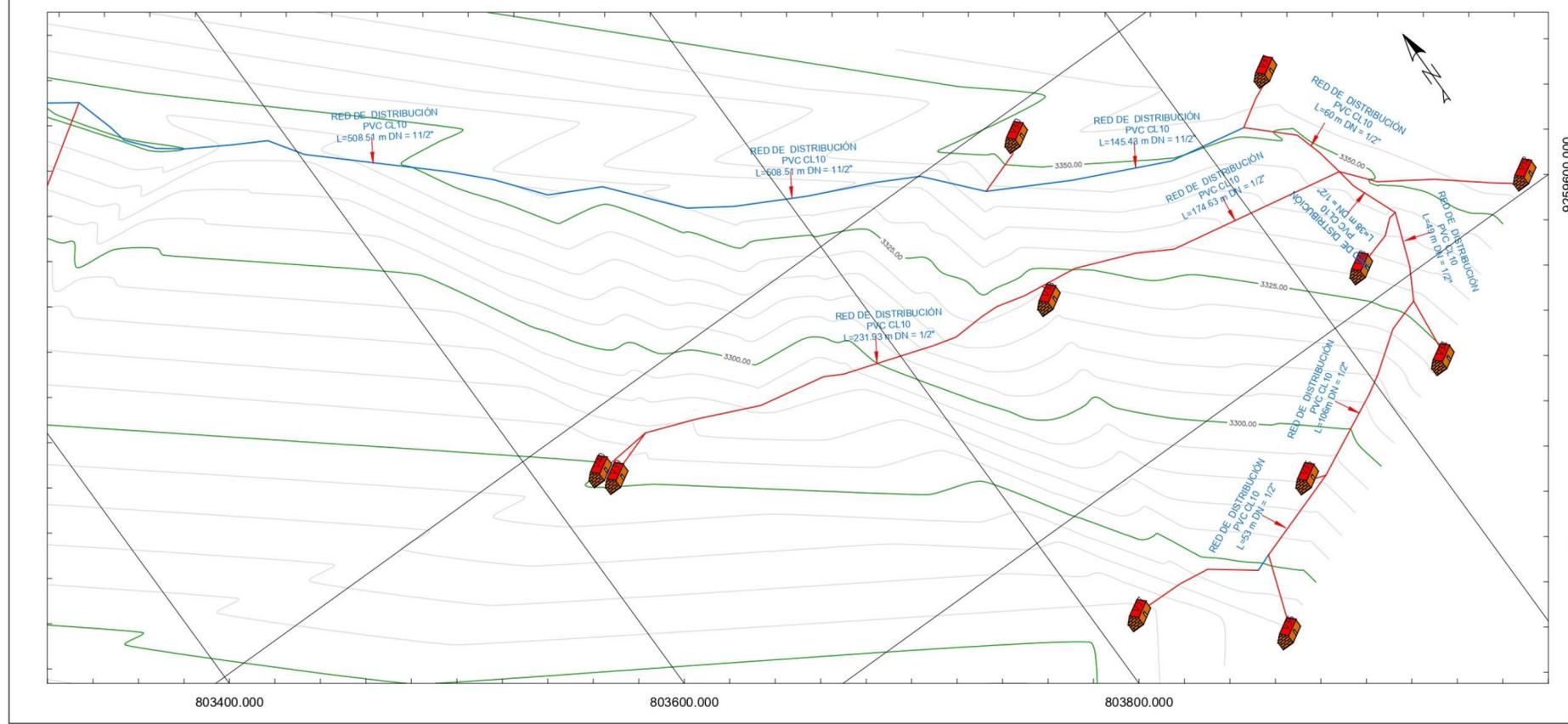


LEYENDA:

- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (LÍNEA DE CONDUCCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (RED DE ADUCCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (RED DE DISTRIBUCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1/2" (RED DE DISTRIBUCIÓN)

- RESERVORIO
- DOMICILIOS
- CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7
- VÁLVULA DE CONTROL
- VÁLVULA DE AIRE
- VÁLVULA DE PURGA

COMPONENTES - "QUINUAMAYO ALTO Y NUEVA LIBERTAD"				
COMPONENTE		COORDENADAS		
		ESTE	NORTE	COTA
CAPTACION "El Chogo"	1	799286.73	9264202.34	3427.93
RESERVORIO	1	800090.33	9263237.52	3410.36
CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7	1	802537.66	9260453.91	3303.80
	2	802575.05	9260310.93	3262.56
	3	802606.61	9260000.77	3194.85
VALVULA DE AIRE	1	799305.10	9263714.17	3423.93



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRAULICA

Tesis: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA GESTIONAR LA DEMANDA POBLACIONAL DE LOS CASERIOS DE QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD, DISTRITO LA LIBERTAD DE PALLAN, PROVINCIA CELENDIN, CAJAMARCA-2024"

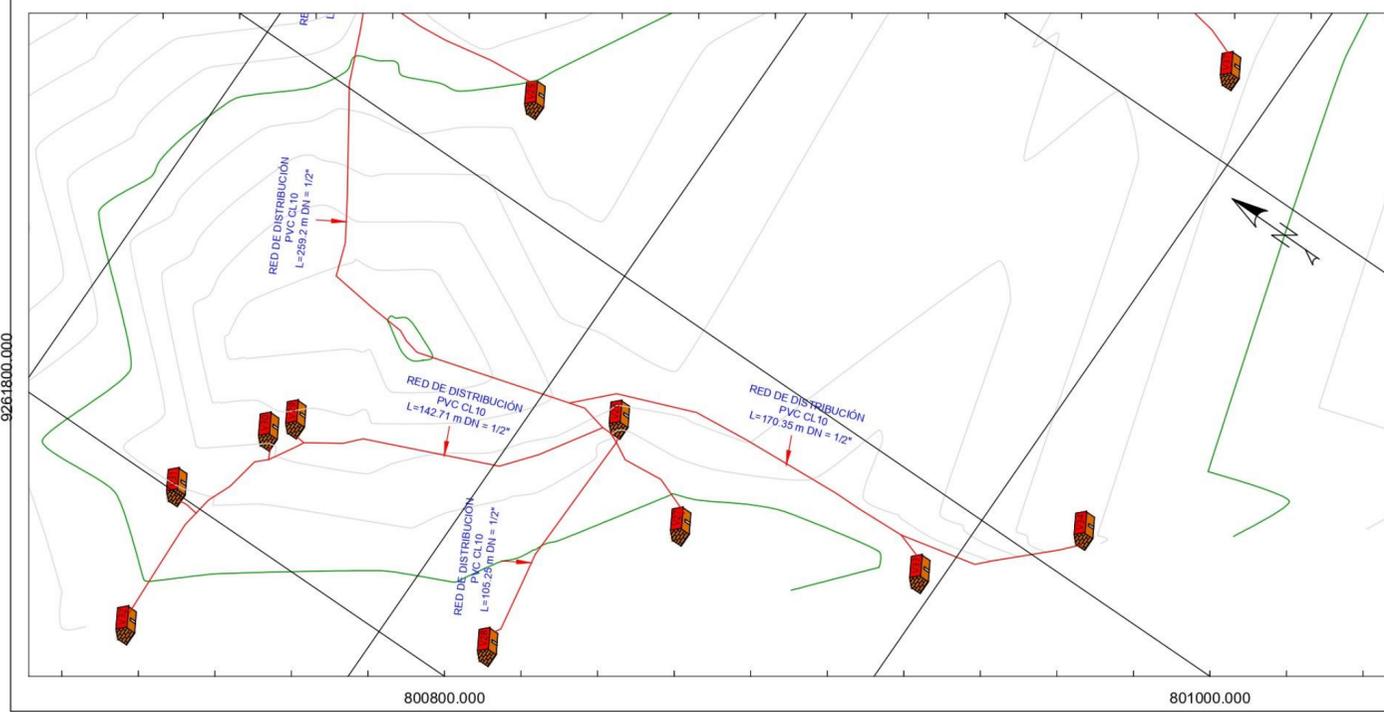
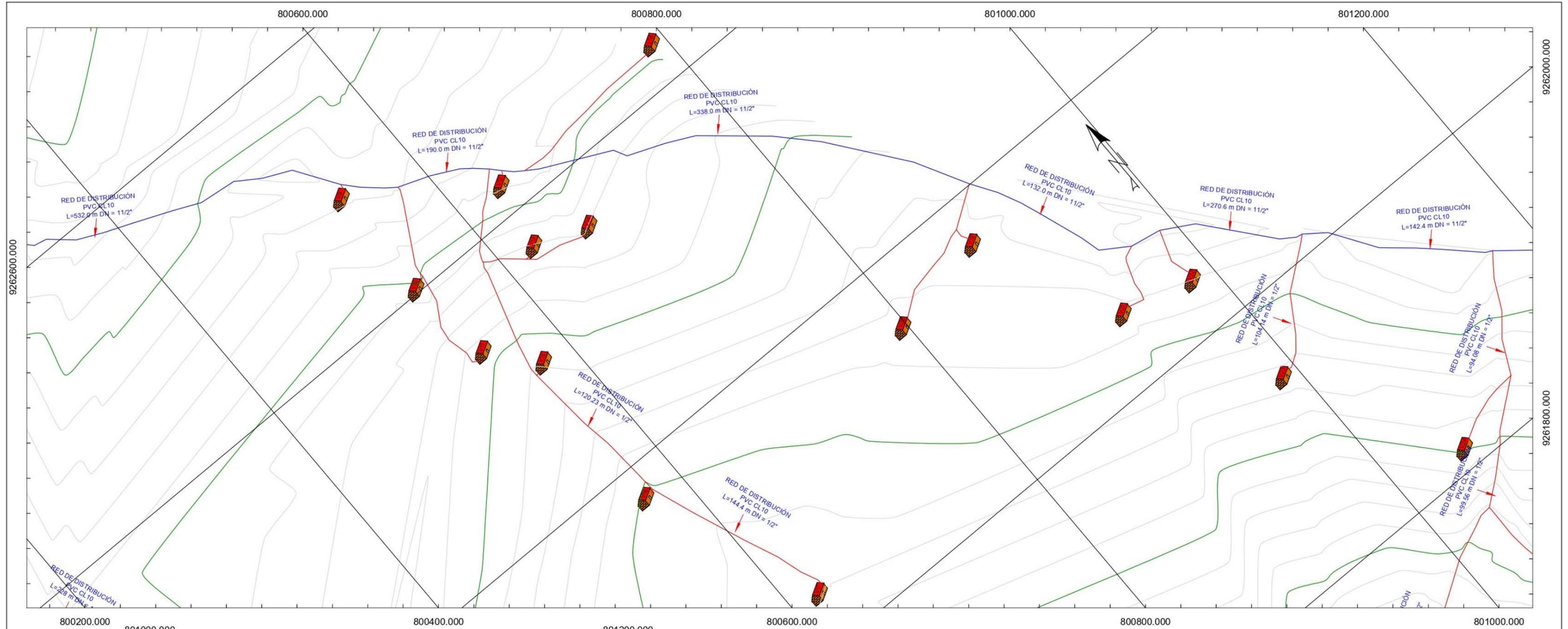
Plano: **PLANO CLAVE-SAP QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD**

Región: CAJAMARCA Provincia: CELENDIN Distrito: LA LIBERTAD DE PALLAN Escala: 1:2000

Elaborado por: Bach. Marcos Y. Acuña García Fecha: Noviembre 2024

Lámina:

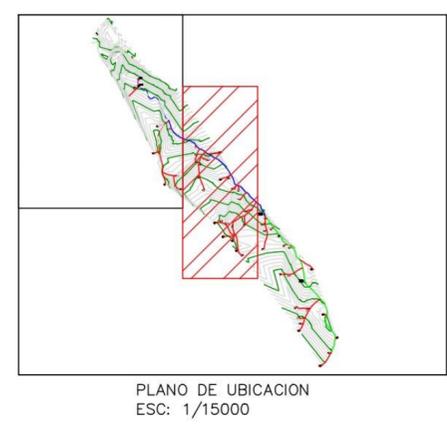
PCL-5



LEYENDA:

- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (LÍNEA DE CONDUCCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (RED DE ADUCCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (RED DE DISTRIBUCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1" (RED DE DISTRIBUCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1/2" (RED DE DISTRIBUCIÓN)

- RESERVIORIO
- VIVIENDAS
- CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7



COMPONENTES - "QUINUAMAYO"

COMPONENTE		COORDENADAS		
		ESTE	NORTE	COTA
CAPTACION "campitos"	1	799943.98	9263193.36	3364.15
RESERVIORIO	1	799946.35	9263124.14	3356.93
CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7	1	801258.84	9261770.41	3243.27
	2	801671.46	9261069.58	3180.99

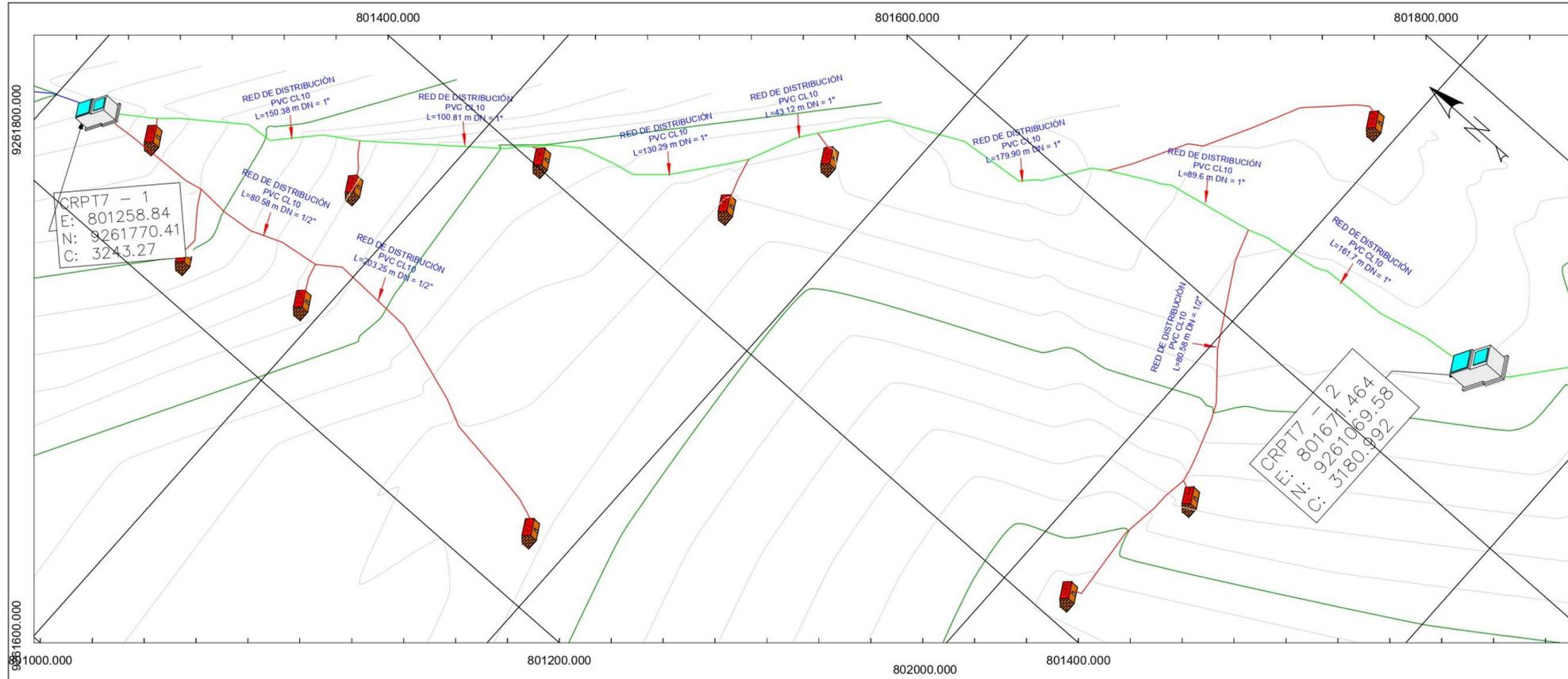


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRAULICA

Tesis: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA GESTIONAR LA DEMANDA POBLACIONAL DE LOS CASERIOS DE QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD, DISTRITO LA LIBERTAD DE PALLAN, PROVINCIA CELENDIN, CAJAMARCA -2024"

Plano: **PLANO CLAVE-SAP QUINUAMAYO** Lámina: **PCL-2**

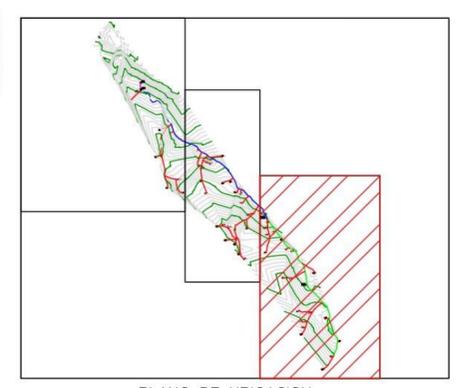
Región: CAJAMARCA	Provincia: CELENDIN	Distrito: LA LIBERTAD DE PALLAN	Escala: 1:2000
Elaborado por: Bach. Marcos Y. Acuña García			Fecha: Noviembre 2024



LEYENDA:

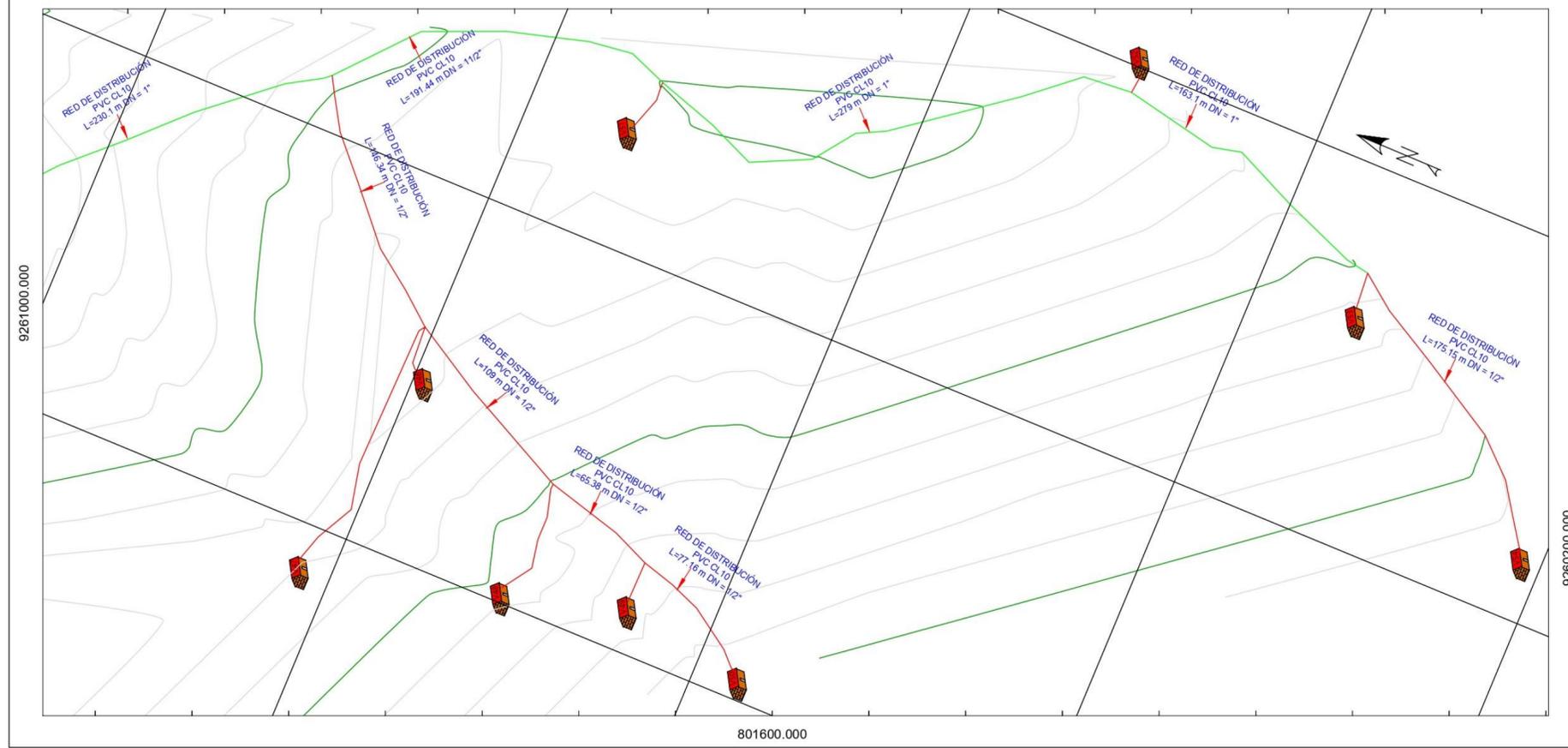
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (LÍNEA DE CONDUCCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (RED DE ADUCCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2" (RED DE DISTRIBUCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1" (RED DE DISTRIBUCIÓN)
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1/2" (RED DE DISTRIBUCIÓN)

- RESERVORIO
- VIVIENDAS
- CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7



PLANO DE UBICACION
ESC: 1/15000

COMPONENTES - "QUINUAMAYO"			
COMPONENTE	COORDENADAS		
	ESTE	NORTE	COTA
CAPTACION "campitos"	799943.98	9263193.36	3364.15
RESERVORIO	799946.35	9263124.14	3356.93
CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7	801258.84	9261770.41	3243.27
	801671.46	9261069.58	3180.99



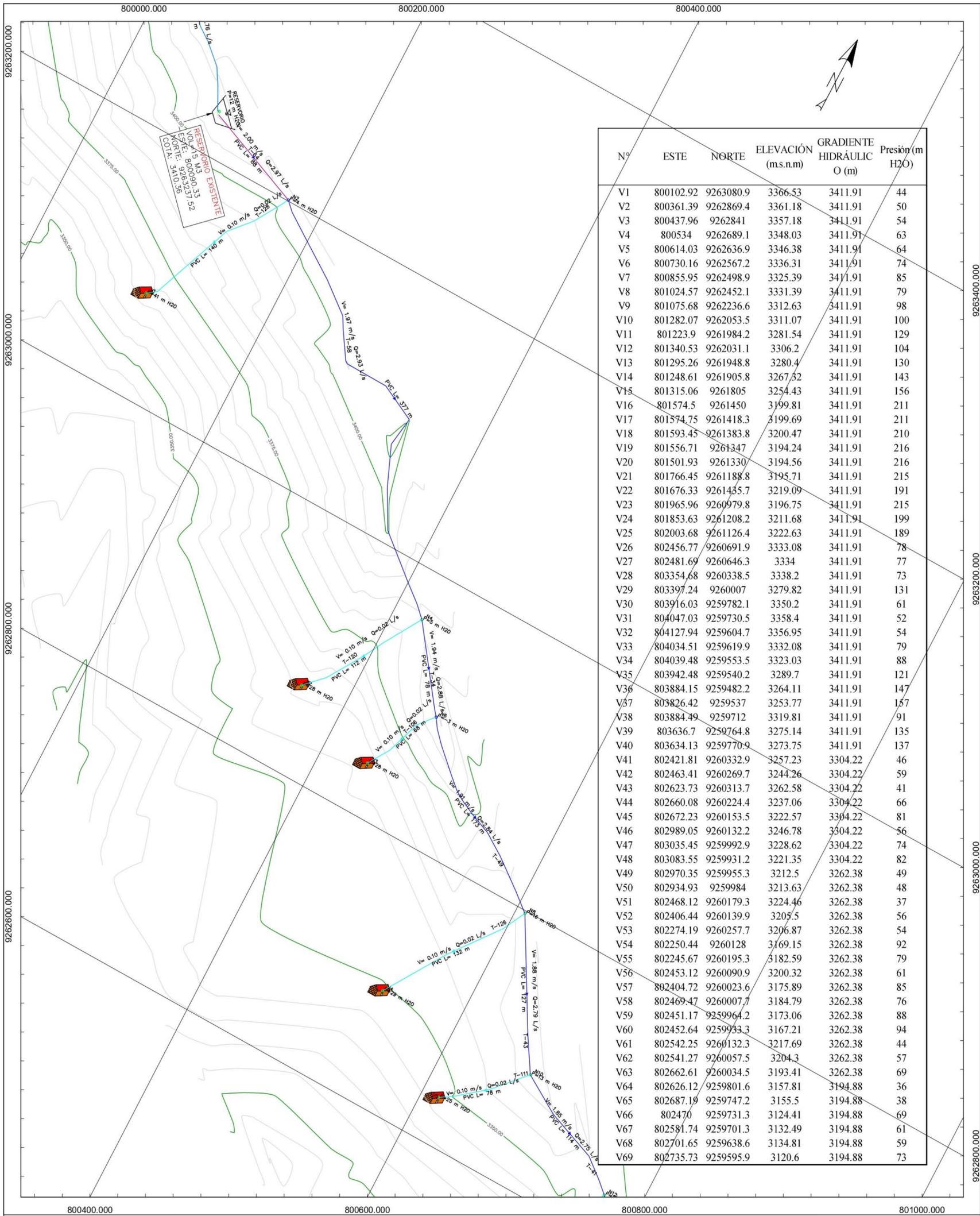
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRAULICA

Tesis: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA GESTIONAR LA DEMANDA POBLACIONAL DE LOS CASERIOS DE QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD, DISTRITO LA LIBERTAD DE PALLAN, PROVINCIA CELENDIN, CAJAMARCA -2024"

Plano: **PLANO CLAVE-SAP QUINUAMAYO** Lámina: **PCL-3**

Región: CAJAMARCA	Provincia: CELENDIN	Distrito: LA LIBERTAD DE PALLAN	Escala: 1:2000
Elaborado por: Bach. Marcos Y. Acuña García			Fecha: Noviembre 2024

Anexo 7. Planos de modelamiento en el SOFTWARE de waterCAD de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad



Nº	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN (m.s.n.m)	GRADIENTE HIDRÁULICO O (m)	Presión (m H2O)
V1	800102.92	9263080.9	3366.53	3411.91	44
V2	800361.39	9262869.4	3361.18	3411.91	50
V3	800437.96	9262841	3357.18	3411.91	54
V4	800534	9262689.1	3348.03	3411.91	63
V5	800614.03	9262636.9	3346.38	3411.91	64
V6	800730.16	9262567.2	3336.31	3411.91	74
V7	800855.95	9262498.9	3325.39	3411.91	85
V8	801024.57	9262452.1	3331.39	3411.91	79
V9	801075.68	9262236.6	3312.63	3411.91	98
V10	801282.07	9262053.5	3311.07	3411.91	100
V11	801223.9	9261984.2	3281.54	3411.91	129
V12	801340.53	9262031.1	3306.2	3411.91	104
V13	801295.26	9261948.8	3280.4	3411.91	130
V14	801248.61	9261905.8	3267.32	3411.91	143
V15	801315.06	9261805	3254.43	3411.91	156
V16	801574.5	9261450	3199.81	3411.91	211
V17	801574.75	9261418.3	3199.69	3411.91	211
V18	801593.45	9261383.8	3200.47	3411.91	210
V19	801556.71	9261347	3194.24	3411.91	216
V20	801501.93	9261330	3194.56	3411.91	216
V21	801766.45	9261188.8	3195.71	3411.91	215
V22	801676.33	9261435.7	3219.09	3411.91	191
V23	801965.96	9260979.8	3196.75	3411.91	215
V24	801853.63	9261208.2	3211.68	3411.91	199
V25	802003.68	9261126.4	3222.63	3411.91	189
V26	802456.77	9260691.9	3333.08	3411.91	78
V27	802481.69	9260646.3	3334	3411.91	77
V28	803354.68	9260338.5	3338.2	3411.91	73
V29	803397.24	9260007	3279.82	3411.91	131
V30	803916.03	9259782.1	3350.2	3411.91	61
V31	804047.03	9259730.5	3358.4	3411.91	52
V32	804127.94	9259604.7	3356.95	3411.91	54
V33	804034.51	9259619.9	3332.08	3411.91	79
V34	804039.48	9259553.5	3323.03	3411.91	88
V35	803942.48	9259540.2	3289.7	3411.91	121
V36	803884.15	9259482.2	3264.11	3411.91	147
V37	803826.42	9259537	3253.77	3411.91	157
V38	803884.49	9259712	3319.81	3411.91	91
V39	803636.7	9259764.8	3275.14	3411.91	135
V40	803634.13	9259770.9	3273.75	3411.91	137
V41	802421.81	9260332.9	3257.23	3304.22	46
V42	802463.41	9260269.7	3244.26	3304.22	59
V43	802623.73	9260313.7	3262.58	3304.22	41
V44	802660.08	9260224.4	3237.06	3304.22	66
V45	802672.23	9260153.5	3222.57	3304.22	81
V46	802989.05	9260132.2	3246.78	3304.22	56
V47	803035.45	9259992.9	3228.62	3304.22	74
V48	803083.55	9259931.2	3221.35	3304.22	82
V49	802970.35	9259955.3	3212.5	3262.38	49
V50	802934.93	9259984	3213.63	3262.38	48
V51	802468.12	9260179.3	3224.46	3262.38	37
V52	802406.44	9260139.9	3205.5	3262.38	56
V53	802274.19	9260257.7	3206.87	3262.38	54
V54	802250.44	9260128	3169.15	3262.38	92
V55	802245.67	9260195.3	3182.59	3262.38	79
V56	802453.12	9260090.9	3200.32	3262.38	61
V57	802404.72	9260023.6	3175.89	3262.38	85
V58	802469.47	9260007.7	3184.79	3262.38	76
V59	802451.17	9259964.2	3173.06	3262.38	88
V60	802452.64	9259933.3	3167.21	3262.38	94
V61	802542.25	9260132.3	3217.69	3262.38	44
V62	802541.27	9260057.5	3204.3	3262.38	57
V63	802662.61	9260034.5	3193.41	3262.38	69
V64	802626.12	9259801.6	3157.81	3194.88	36
V65	802687.19	9259747.2	3155.5	3194.88	38
V66	802470	9259731.3	3124.41	3194.88	69
V67	802581.74	9259701.3	3132.49	3194.88	61
V68	802701.65	9259638.6	3134.81	3194.88	59
V69	802735.73	9259595.9	3120.6	3194.88	73

LEYENDA:

- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- RESERVORIO
- CAPTACIÓN EL CHOGO
- VIVIENDAS
- CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7
- NODOS DEL SISTEMA

RESUMEN HIDRÁULICO-CONDICIÓN ESTÁTICA

Presión máxima:	216 m.c.a
Presión mínima:	36 m.c.a

RESUMEN HIDRÁULICO-CONDICIÓN DINÁMICA

Presión máxima:	137 m.c.a
Presión mínima:	1 m.c.a
Velocidad máxima:	4.10 m/s
Velocidad mínima:	0.10 m/s
Caudal de diseño:	Qmh: 1.57 l/s
Caudal de diseño:	Qmd: 0.76 l/s



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA HIDRÁULICA

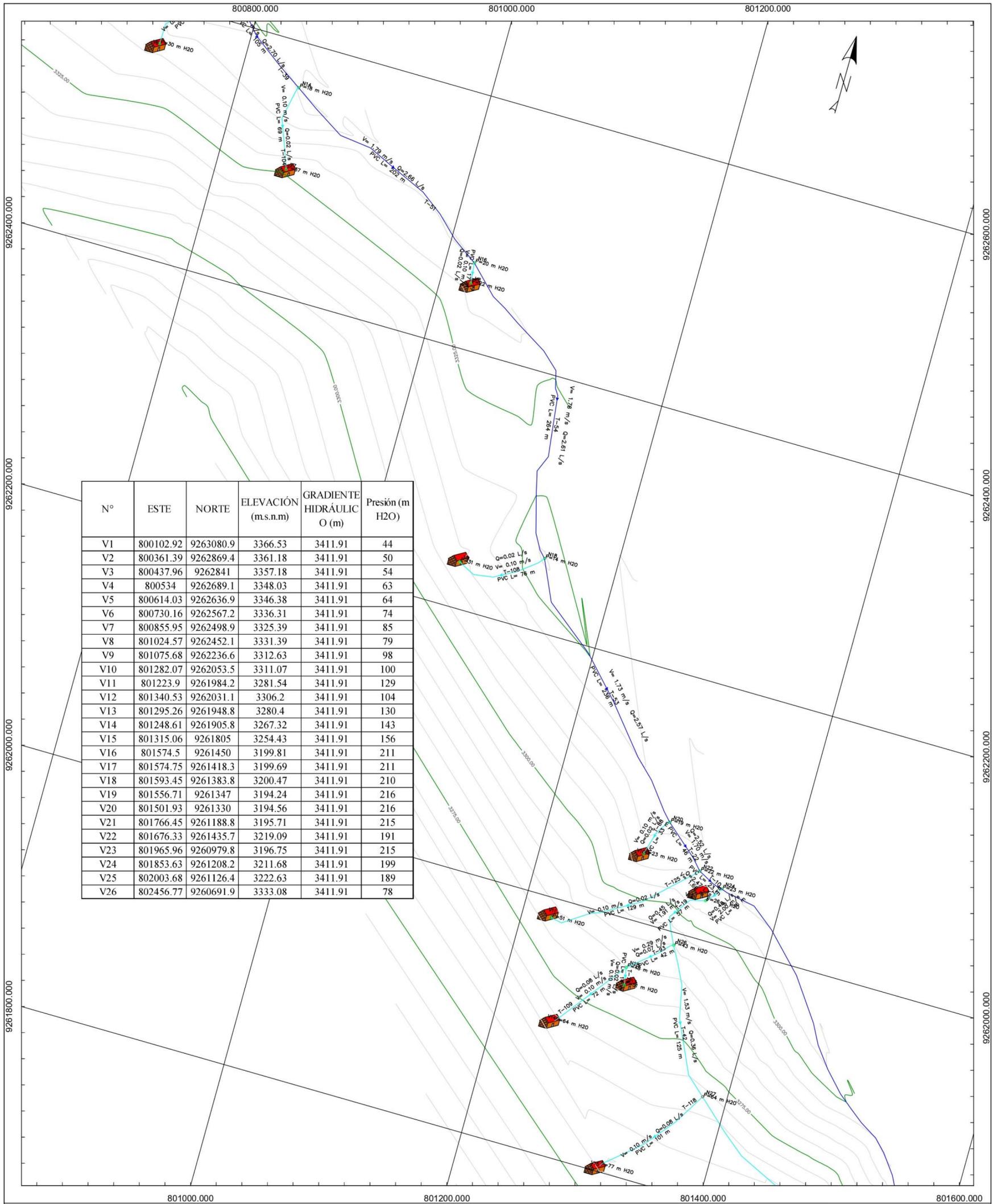
Tesis: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA GESTIONAR LA DEMANDA POBLACIONAL DE LOS CASERIOS DE QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD, DISTRITO LA LIBERTAD DE PALLAN, PROVINCIA CELENDÍN, CAJAMARCA-2024"

Plano: MODELAMIENTO DINÁMICO DE LAS REDES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LOS CASERIOS DE NUEVA LIBERTAD Y PARTE ALTA QUINUAMAYO

Región: CAJAMARCA | Provincia: CELENDÍN | Distrito: LA LIBERTAD DE PALLAN | Escala: 1:2000

Elaborado por: Bach. Marcos Y. Acuña García | Fecha: Noviembre 2024

M-1



Nº	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN (m.s.n.m)	GRADIENTE HIDRÁULICO O (m)	Presión (m H2O)
V1	800102.92	9263080.9	3366.53	3411.91	44
V2	800361.39	9262869.4	3361.18	3411.91	50
V3	800437.96	9262841	3357.18	3411.91	54
V4	800534	9262689.1	3348.03	3411.91	63
V5	800614.03	9262636.9	3346.38	3411.91	64
V6	800730.16	9262567.2	3336.31	3411.91	74
V7	800855.95	9262498.9	3325.39	3411.91	85
V8	801024.57	9262452.1	3331.39	3411.91	79
V9	801075.68	9262236.6	3312.63	3411.91	98
V10	801282.07	9262053.5	3311.07	3411.91	100
V11	801223.9	9261984.2	3281.54	3411.91	129
V12	801340.53	9262031.1	3306.2	3411.91	104
V13	801295.26	9261948.8	3280.4	3411.91	130
V14	801248.61	9261905.8	3267.32	3411.91	143
V15	801315.06	9261805	3254.43	3411.91	156
V16	801574.5	9261450	3199.81	3411.91	211
V17	801574.75	9261418.3	3199.69	3411.91	211
V18	801593.45	9261383.8	3200.47	3411.91	210
V19	801556.71	9261347	3194.24	3411.91	216
V20	801501.93	9261330	3194.56	3411.91	216
V21	801766.45	9261188.8	3195.71	3411.91	215
V22	801676.33	9261435.7	3219.09	3411.91	191
V23	801965.96	9260979.8	3196.75	3411.91	215
V24	801853.63	9261208.2	3211.68	3411.91	199
V25	802003.68	9261126.4	3222.63	3411.91	189
V26	802456.77	9260691.9	3333.08	3411.91	78

LEYENDA:

- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1/2"
- RESERVORIO
- CAPTACIÓN EL CHOGO
- VIVIENDAS
- CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7
- NODOS DEL SISTEMA

RESUMEN HIDRÁULICO-CONDICIÓN ESTÁTICA

Presión máxima:	216 m.c.a
Presión mínima:	36 m.c.a

RESUMEN HIDRÁULICO-CONDICIÓN DINÁMICA

Presión máxima:	137 m.c.a
Presión mínima:	1 m.c.a
Velocidad máxima:	4.10 m/s
Velocidad mínima:	0.10 m/s
Caudal de diseño:	Qmh: 1.57 l/s
Caudal de diseño:	Qmd: 0.76 l/s



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA HIDRÁULICA

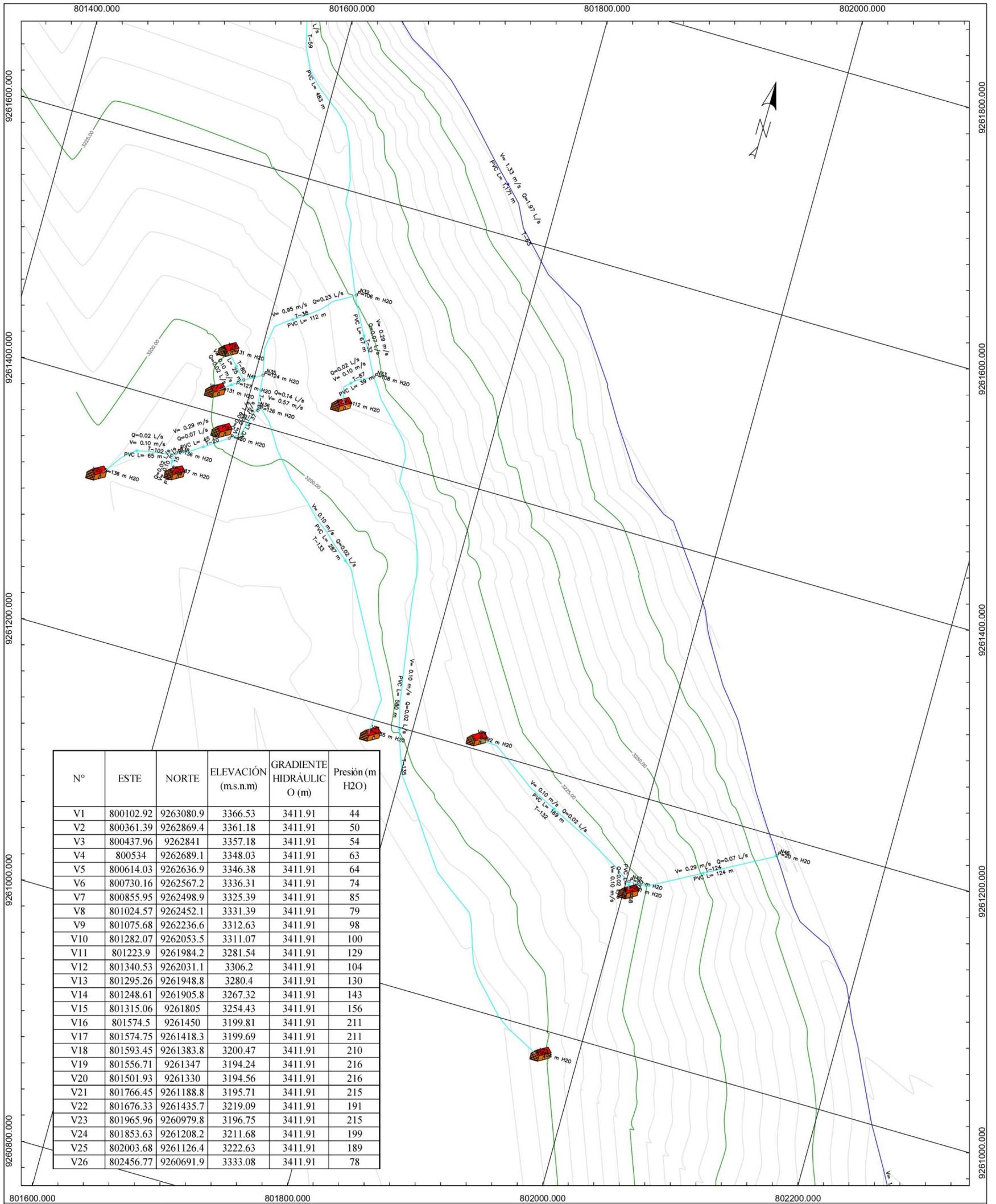
Tesis: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA GESTIONAR LA DEMANDA POBLACIONAL DE LOS CASERIOS DE QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD, DISTRITO LA LIBERTAD DE PALLAN, PROVINCIA CELENDÍN, CAJAMARCA -2024"

Plano: MODELAMIENTO DINAMICO DE LAS REDES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LOS CASERIOS DE NUEVA LIBERTAD Y PARTE ALTA QUINUAMAYO

Región: CAJAMARCA Provincia: CELENDÍN Distrito: LA LIBERTAD DE PALLAN Escala: 1:2000

Elaborado por: Bach. Marcos Y. Acuña García Fecha: Noviembre 2024

M-2



Nº	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN (m.s.n.m)	GRADIENTE HIDRÁULICO O (m)	Presión (m H2O)
V1	800102.92	9263080.9	3366.53	3411.91	44
V2	800361.39	9262869.4	3361.18	3411.91	50
V3	800437.96	9262841	3357.18	3411.91	54
V4	800534	9262689.1	3348.03	3411.91	63
V5	800614.03	9262636.9	3346.38	3411.91	64
V6	800730.16	9262567.2	3336.31	3411.91	74
V7	800855.95	9262498.9	3325.39	3411.91	85
V8	801024.57	9262452.1	3331.39	3411.91	79
V9	801075.68	9262236.6	3312.63	3411.91	98
V10	801282.07	9262053.5	3311.07	3411.91	100
V11	801223.9	9261984.2	3281.54	3411.91	129
V12	801340.53	9262031.1	3306.2	3411.91	104
V13	801295.26	9261948.8	3280.4	3411.91	130
V14	801248.61	9261905.8	3267.32	3411.91	143
V15	801315.06	9261805	3254.43	3411.91	156
V16	801574.5	9261450	3199.81	3411.91	211
V17	801574.75	9261418.3	3199.69	3411.91	211
V18	801593.45	9261383.8	3200.47	3411.91	210
V19	801556.71	9261347	3194.24	3411.91	216
V20	801501.93	9261330	3194.56	3411.91	216
V21	801766.45	9261188.8	3195.71	3411.91	215
V22	801676.33	9261435.7	3219.09	3411.91	191
V23	801965.96	9260979.8	3196.75	3411.91	215
V24	801853.63	9261208.2	3211.68	3411.91	199
V25	802003.68	9261126.4	3222.63	3411.91	189
V26	802456.77	9260691.9	3333.08	3411.91	78

LEYENDA:

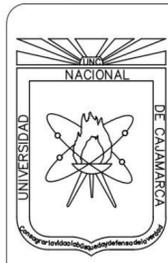
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1/2"
- RESERVORIO
- CAPTACIÓN EL CHOGO
- VIVIENDAS
- CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7
- NODOS DEL SISTEMA

RESUMEN HIDRÁULICO-CONDICIÓN ESTÁTICA

Presión máxima:	216 m.c.a
Presión mínima:	36 m.c.a

RESUMEN HIDRÁULICO-CONDICIÓN DINÁMICA

Presión máxima:	137 m.c.a
Presión mínima:	1 m.c.a
Velocidad máxima:	4.10 m/s
Velocidad mínima:	0.10 m/s
Caudal de diseño:	Qmh: 1.57 l/s
Caudal de diseño:	Qmd: 0.76 l/s



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRÁULICA

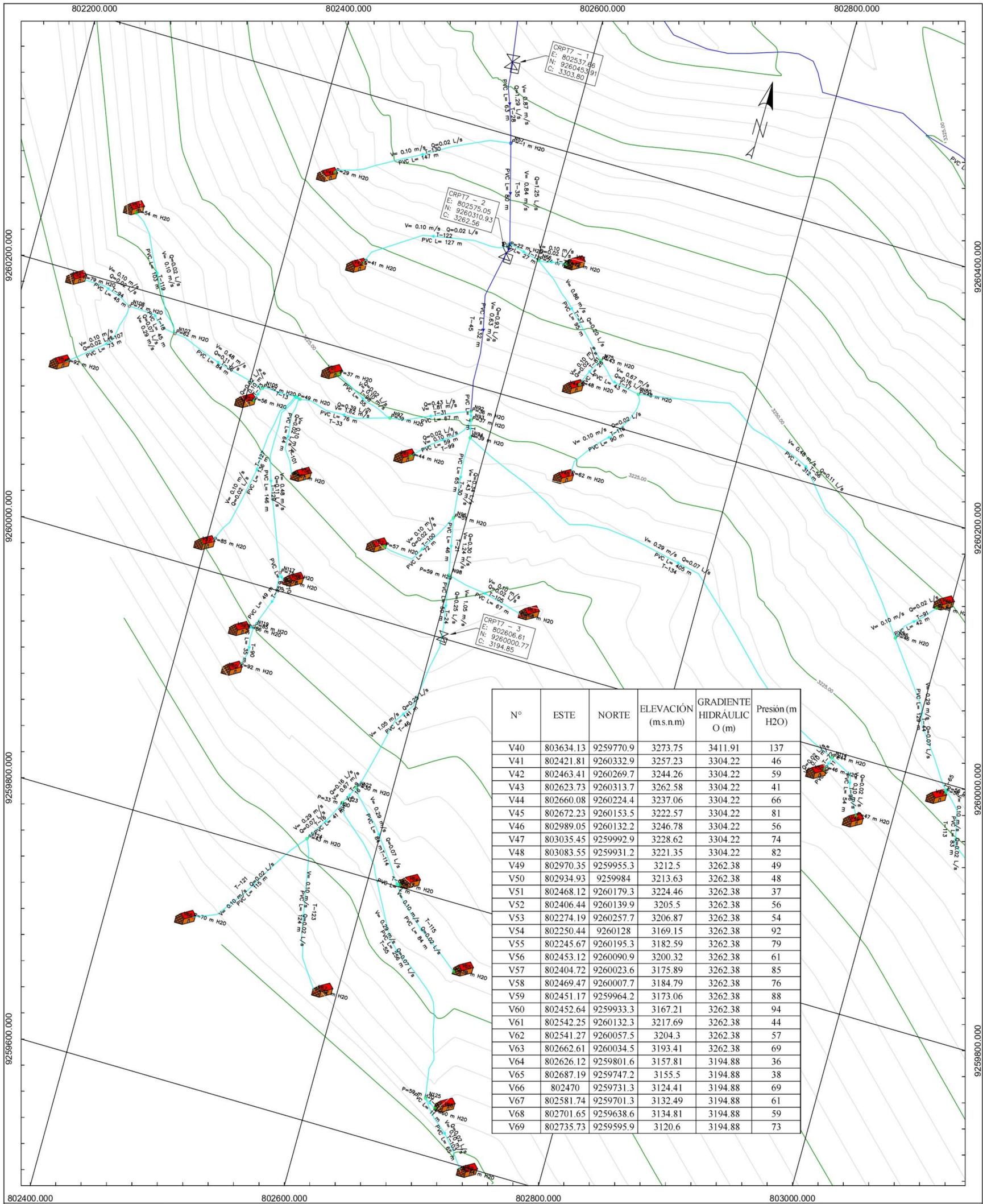
Tesis: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA GESTIONAR LA DEMANDA POBLACIONAL DE LOS CASERIOS DE QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD, DISTRITO LA LIBERTAD DE PALLAN, PROVINCIA CELENDÍN, CAJAMARCA -2024"

Plano: MODELAMIENTO DINÁMICO DE LAS REDES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LOS CASERIOS DE NUEVA LIBERTAD Y PARTE ALTA QUINUAMAYO

Región: CAJAMARCA Provincia: CELENDÍN Distrito: LA LIBERTAD DE PALLAN Escala: 1:2000

Elaborado por: Bach. Marcos Y. Acuña García Fecha: Noviembre 2024

M-3



N°	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN (ms.n.m)	GRADIENTE HIDRÁULICO (m)	Presión (m H2O)
V40	803634.13	9259770.9	3273.75	3411.91	137
V41	802421.81	9260332.9	3257.23	3304.22	46
V42	802463.41	9260269.7	3244.26	3304.22	59
V43	802623.73	9260313.7	3262.58	3304.22	41
V44	802660.08	9260224.4	3237.06	3304.22	66
V45	802672.23	9260153.5	3222.57	3304.22	81
V46	802989.05	9260132.2	3246.78	3304.22	56
V47	803035.45	9259992.9	3228.62	3304.22	74
V48	803083.55	9259931.2	3221.35	3304.22	82
V49	802970.35	9259955.3	3212.5	3262.38	49
V50	802934.93	9259984	3213.63	3262.38	48
V51	802468.12	9260179.3	3224.46	3262.38	37
V52	802406.44	9260139.9	3205.5	3262.38	56
V53	802274.19	9260257.7	3206.87	3262.38	54
V54	802250.44	9260128	3169.15	3262.38	92
V55	802245.67	9260195.3	3182.59	3262.38	79
V56	802453.12	9260090.9	3200.32	3262.38	61
V57	802404.72	9260023.6	3175.89	3262.38	85
V58	802469.47	9260007.7	3184.79	3262.38	76
V59	802451.17	9259964.2	3173.06	3262.38	88
V60	802452.64	9259933.3	3167.21	3262.38	94
V61	802542.25	9260132.3	3217.69	3262.38	44
V62	802541.27	9260057.5	3204.3	3262.38	57
V63	802662.61	9260034.5	3193.41	3262.38	69
V64	802626.12	9259801.6	3157.81	3194.88	36
V65	802687.19	9259747.2	3155.5	3194.88	38
V66	802470	9259731.3	3124.41	3194.88	69
V67	802581.74	9259701.3	3132.49	3194.88	61
V68	802701.65	9259638.6	3134.81	3194.88	59
V69	802735.73	9259595.9	3120.6	3194.88	73

LEYENDA:

- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1/2"
- RESERVORIO
- CAPTACIÓN EL CHOGO
- VIVIENDAS
- CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7
- NODOS DEL SISTEMA

RESUMEN HIDRÁULICO-CONDICIÓN ESTÁTICA

Presión máxima:	216 m.c.a
Presión mínima:	36 m.c.a

RESUMEN HIDRÁULICO-CONDICIÓN DINÁMICA

Presión máxima:	137 m.c.a
Presión mínima:	1 m.c.a
Velocidad máxima:	4.10 m/s
Velocidad mínima:	0.10 m/s
Caudal de diseño:	Qmh: 1.57 l/s
Caudal de diseño:	Qmd: 0.76 l/s



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRÁULICA

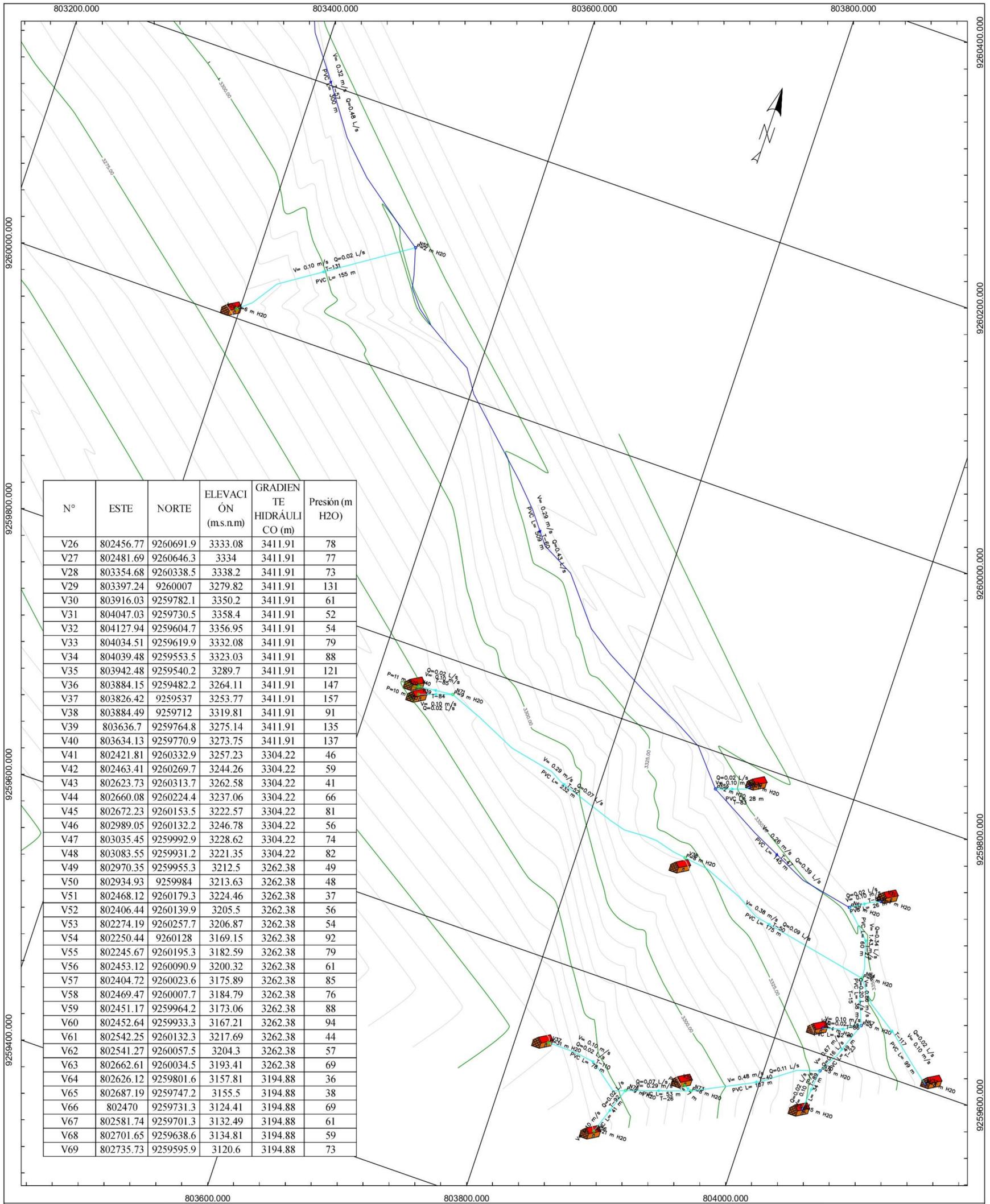
Tesis: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA GESTIONAR LA DEMANDA POBLACIONAL DE LOS CASERIOS DE QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD, DISTRITO LA LIBERTAD DE PALLAN, PROVINCIA CELENDÍN, CAJAMARCA -2024"

Plano: MODELAMIENTO DINÁMICO DE LAS REDES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LOS CASERIOS DE NUEVA LIBERTAD Y PARTE ALTA QUINUAMAYO

Región: CAJAMARCA | Provincia: CELENDÍN | Distrito: LA LIBERTAD DE PALLAN | Escala: 1:2000

Elaborado por: Bach. Marcos Y. Acuña García | Fecha: Noviembre 2024

Lámina: **M-3**



Nº	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN (m.s.n.m)	GRADIEN TE HIDRÁULICO (m)	Presión (m H2O)
V26	802456.77	9260691.9	3333.08	3411.91	78
V27	802481.69	9260646.3	3334	3411.91	77
V28	803354.68	9260338.5	3338.2	3411.91	73
V29	803397.24	9260007	3279.82	3411.91	131
V30	803916.03	9259782.1	3350.2	3411.91	61
V31	804047.03	9259730.5	3358.4	3411.91	52
V32	804127.94	9259604.7	3356.95	3411.91	54
V33	804034.51	9259619.9	3332.08	3411.91	79
V34	804039.48	9259553.5	3323.03	3411.91	88
V35	803942.48	9259540.2	3289.7	3411.91	121
V36	803884.15	9259482.2	3264.11	3411.91	147
V37	803826.42	9259537	3253.77	3411.91	157
V38	803884.49	9259712	3319.81	3411.91	91
V39	803636.7	9259764.8	3275.14	3411.91	135
V40	803634.13	9259770.9	3273.75	3411.91	137
V41	802421.81	9260332.9	3257.23	3304.22	46
V42	802463.41	9260269.7	3244.26	3304.22	59
V43	802623.73	9260313.7	3262.58	3304.22	41
V44	802660.08	9260224.4	3237.06	3304.22	66
V45	802672.23	9260153.5	3222.57	3304.22	81
V46	802989.05	9260132.2	3246.78	3304.22	56
V47	803035.45	9259992.9	3228.62	3304.22	74
V48	803083.55	9259931.2	3221.35	3304.22	82
V49	802970.35	9259955.3	3212.5	3262.38	49
V50	802934.93	9259984	3213.63	3262.38	48
V51	802468.12	9260179.3	3224.46	3262.38	37
V52	802406.44	9260139.9	3205.5	3262.38	56
V53	802274.19	9260257.7	3206.87	3262.38	54
V54	802250.44	9260128	3169.15	3262.38	92
V55	802245.67	9260195.3	3182.59	3262.38	79
V56	802453.12	9260090.9	3200.32	3262.38	61
V57	802404.72	9260023.6	3175.89	3262.38	85
V58	802469.47	9260007.7	3184.79	3262.38	76
V59	802451.17	9259964.2	3173.06	3262.38	88
V60	802452.64	9259933.3	3167.21	3262.38	94
V61	802542.25	9260132.3	3217.69	3262.38	44
V62	802541.27	9260057.5	3204.3	3262.38	57
V63	802662.61	9260034.5	3193.41	3262.38	69
V64	802626.12	9259801.6	3157.81	3194.88	36
V65	802687.19	9259747.2	3155.5	3194.88	38
V66	802470	9259731.3	3124.41	3194.88	69
V67	802581.74	9259701.3	3132.49	3194.88	61
V68	802701.65	9259638.6	3134.81	3194.88	59
V69	802735.73	9259595.9	3120.6	3194.88	73

LEYENDA:

- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1/2"
- RESERVORIO
- CAPTACIÓN EL CHOGO
- VIVIENDAS
- CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7
- NODOS DEL SISTEMA

RESUMEN HIDRÁULICO-CONDICIÓN ESTÁTICA

Presión máxima:	216 m.c.a
Presión mínima:	36 m.c.a

RESUMEN HIDRÁULICO-CONDICIÓN DINÁMICA

Presión máxima:	137 m.c.a
Presión mínima:	1 m.c.a
Velocidad máxima:	4.10 m/s
Velocidad mínima:	0.10 m/s
Caudal de diseño:	Qmh: 1.57 l/s
Caudal de diseño:	Qmd: 0.76 l/s



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRÁULICA

Tesis: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA GESTIONAR LA DEMANDA POBLACIONAL DE LOS CASERIOS DE QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD, DISTRITO LA LIBERTAD DE PALLAN, PROVINCIA CELENDÍN, CAJAMARCA -2024"

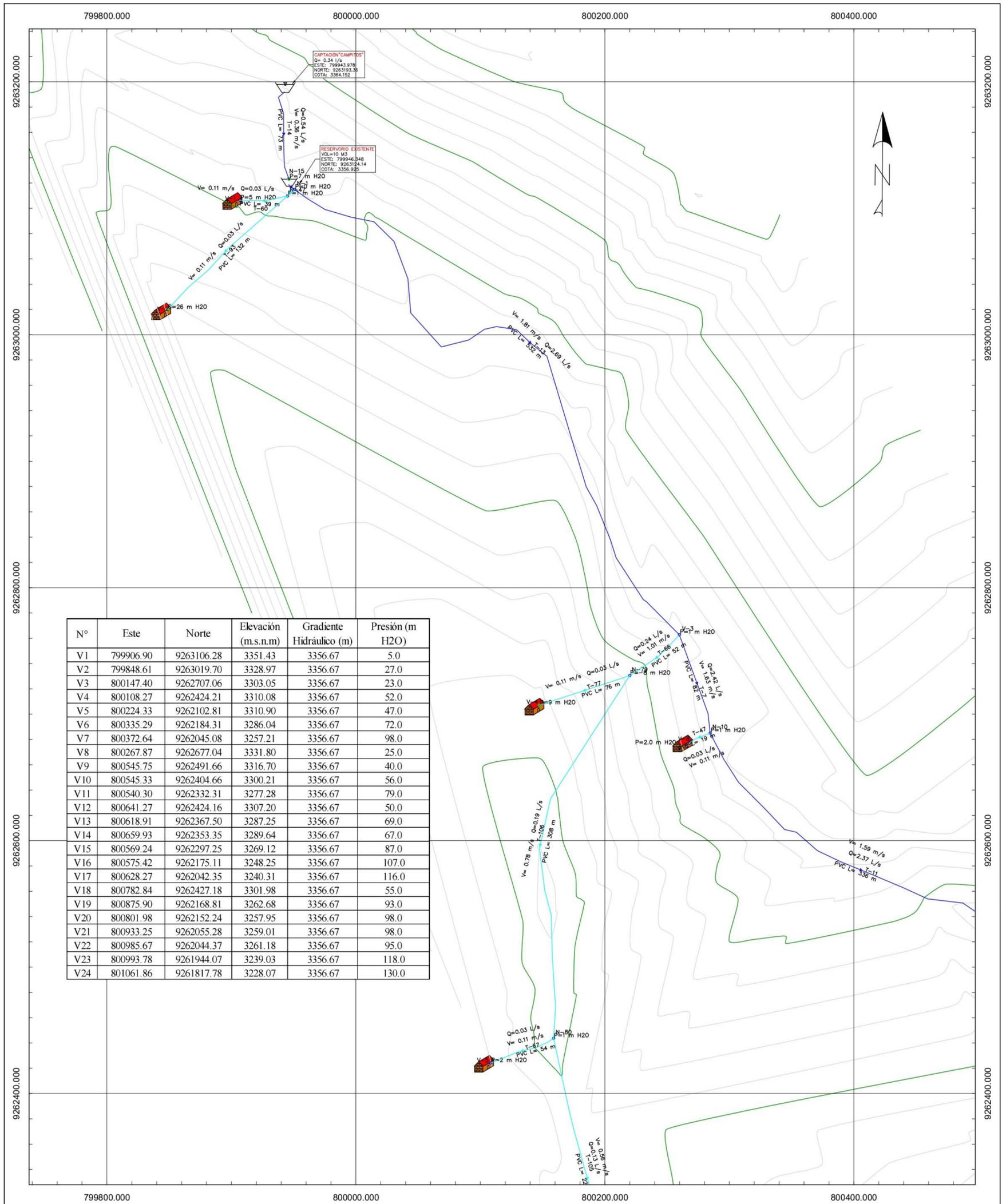
Plano: MODELAMIENTO DINÁMICO DE LAS REDES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LOS CASERIOS DE NUEVA LIBERTAD Y PARTE ALTA QUINUAMAYO

Región: CAJAMARCA | Provincia: CELENDÍN | Distrito: LA LIBERTAD DE PALLAN

Elaborado por: Bach. Marcos Y. Acuña García

Fecha: Noviembre 2024

Lámina: **M-5**



N°	Este	Norte	Elevación (m.s.n.m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presión (m H2O)
V1	799906.90	9263106.28	3351.43	3356.67	5.0
V2	799848.61	9263019.70	3328.97	3356.67	27.0
V3	800147.40	9262707.06	3303.05	3356.67	23.0
V4	800108.27	9262424.21	3310.08	3356.67	52.0
V5	800224.33	9262102.81	3310.90	3356.67	47.0
V6	800335.29	9262184.31	3286.04	3356.67	72.0
V7	800372.64	9262045.08	3257.21	3356.67	98.0
V8	800267.87	9262677.04	3331.80	3356.67	25.0
V9	800545.75	9262491.66	3316.70	3356.67	40.0
V10	800545.33	9262404.66	3300.21	3356.67	56.0
V11	800540.30	9262332.31	3277.28	3356.67	79.0
V12	800641.27	9262424.16	3307.20	3356.67	50.0
V13	800618.91	9262367.50	3287.25	3356.67	69.0
V14	800659.93	9262353.35	3289.64	3356.67	67.0
V15	800569.24	9262297.25	3269.12	3356.67	87.0
V16	800575.42	9262175.11	3248.25	3356.67	107.0
V17	800628.27	9262042.35	3240.31	3356.67	116.0
V18	800782.84	9262427.18	3301.98	3356.67	55.0
V19	800875.90	9262168.81	3262.68	3356.67	93.0
V20	800801.98	9262152.24	3257.95	3356.67	98.0
V21	800933.25	9262055.28	3259.01	3356.67	98.0
V22	800985.67	9262044.37	3261.18	3356.67	95.0
V23	800993.78	9261944.07	3239.03	3356.67	118.0
V24	801061.86	9261817.78	3228.07	3356.67	130.0

LEYENDA:

- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1/2"
- RESERVORIO
- CAPTACIÓN CAMPITOS
- VIVIENDAS
- CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7
- NODOS DEL SISTEMA

RESUMEN HIDRÁULICO-CONDICIÓN ESTÁTICA

Presión máxima:	174.0 m.c.a
Presión mínima:	5.0 m.c.a

RESUMEN HIDRÁULICO-CONDICIÓN DINÁMICA

Presión máxima:	174.0 m.c.a
Presión mínima:	0 m.c.a
Velocidad máxima:	2.24 l/s
Velocidad mínima:	0.11 l/s
Caudal de diseño:	Qmh: 1.44 l/s
Caudal de diseño:	Qmd: 0.54 l/s



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA HIDRÁULICA

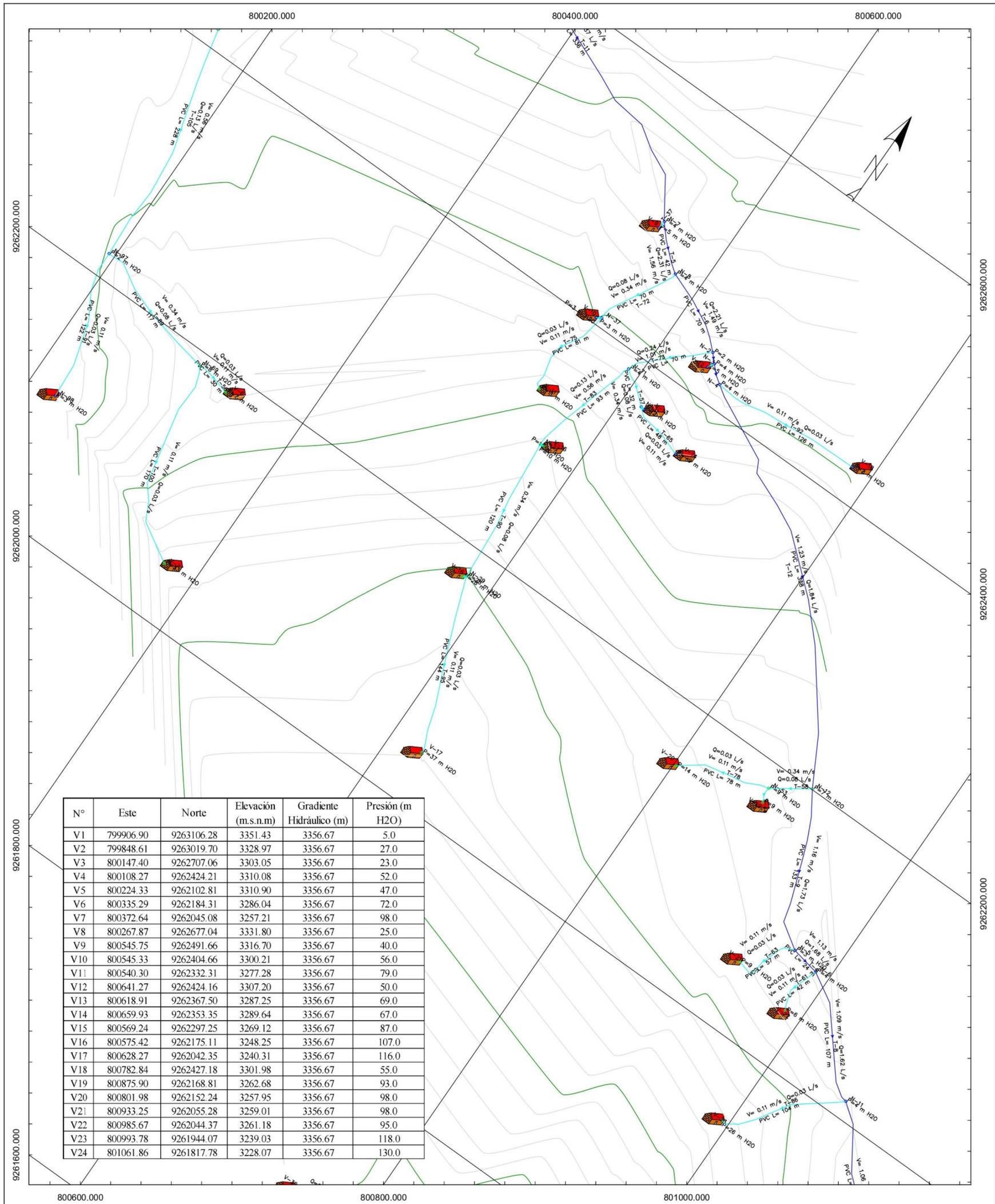
Tesis: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA GESTIONAR LA DEMANDA POBLACIONAL DE LOS CASERIOS DE QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD, DISTRITO LA LIBERTAD DE PALLAN, PROVINCIA CELENDÍN, CAJAMARCA -2024"

Plano: MODELAMIENTO DINÁMICO DE LAS REDES DEL SISTEMA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO DEL CASERIO QUINUAMAYO

Región: CAJAMARCA Provincia: CELENDÍN Distrito: LA LIBERTAD DE PALLAN Escala: 1:2000

Elaborado por: Bach. Marcos Y. Acuña García Fecha: Noviembre 2024

N-1



N°	Este	Norte	Elevación (m.s.n.m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presión (m H2O)
V1	799906.90	9263106.28	3351.43	3356.67	5.0
V2	799848.61	9263019.70	3328.97	3356.67	27.0
V3	800147.40	9262707.06	3303.05	3356.67	23.0
V4	800108.27	9262424.21	3310.08	3356.67	52.0
V5	800224.33	9262102.81	3310.90	3356.67	47.0
V6	800335.29	9262184.31	3286.04	3356.67	72.0
V7	800372.64	9262045.08	3257.21	3356.67	98.0
V8	800267.87	9262677.04	3331.80	3356.67	25.0
V9	800545.75	9262491.66	3316.70	3356.67	40.0
V10	800545.33	9262404.66	3300.21	3356.67	56.0
V11	800540.30	9262332.31	3277.28	3356.67	79.0
V12	800641.27	9262424.16	3307.20	3356.67	50.0
V13	800618.91	9262367.50	3287.25	3356.67	69.0
V14	800659.93	9262353.35	3289.64	3356.67	67.0
V15	800569.24	9262297.25	3269.12	3356.67	87.0
V16	800575.42	9262175.11	3248.25	3356.67	107.0
V17	800628.27	9262042.35	3240.31	3356.67	116.0
V18	800782.84	9262427.18	3301.98	3356.67	55.0
V19	800875.90	9262168.81	3262.68	3356.67	93.0
V20	800801.98	9262152.24	3257.95	3356.67	98.0
V21	800933.25	9262055.28	3259.01	3356.67	98.0
V22	800985.67	9262044.37	3261.18	3356.67	95.0
V23	800993.78	9261944.07	3239.03	3356.67	118.0
V24	801061.86	9261817.78	3228.07	3356.67	130.0

LEYENDA:

- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1/2"
- RESERVORIO
- CAPTACIÓN CAMPITOS
- VIVIENDAS
- CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7
- NODOS DEL SISTEMA

RESUMEN HIDRÁULICO-CONDICIÓN ESTÁTICA

Presión máxima:	174.0 m.c.a
Presión mínima:	5.0 m.c.a

RESUMEN HIDRÁULICO-CONDICIÓN DINÁMICA

Presión máxima:	174.0 m.c.a
Presión mínima:	0 m.c.a
Velocidad máxima:	2.24 l/s
Velocidad mínima:	0.11 l/s
Caudal de diseño:	Qmh: 1.44 l/s
Caudal de diseño:	Qmd: 0.54 l/s



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA HIDRÁULICA

Tesis: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA GESTIONAR LA DEMANDA POBLACIONAL DE LOS CASERIOS DE QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD, DISTRITO LA LIBERTAD DE PALLAN, PROVINCIA CELENDÍN, CAJAMARCA - 2024"

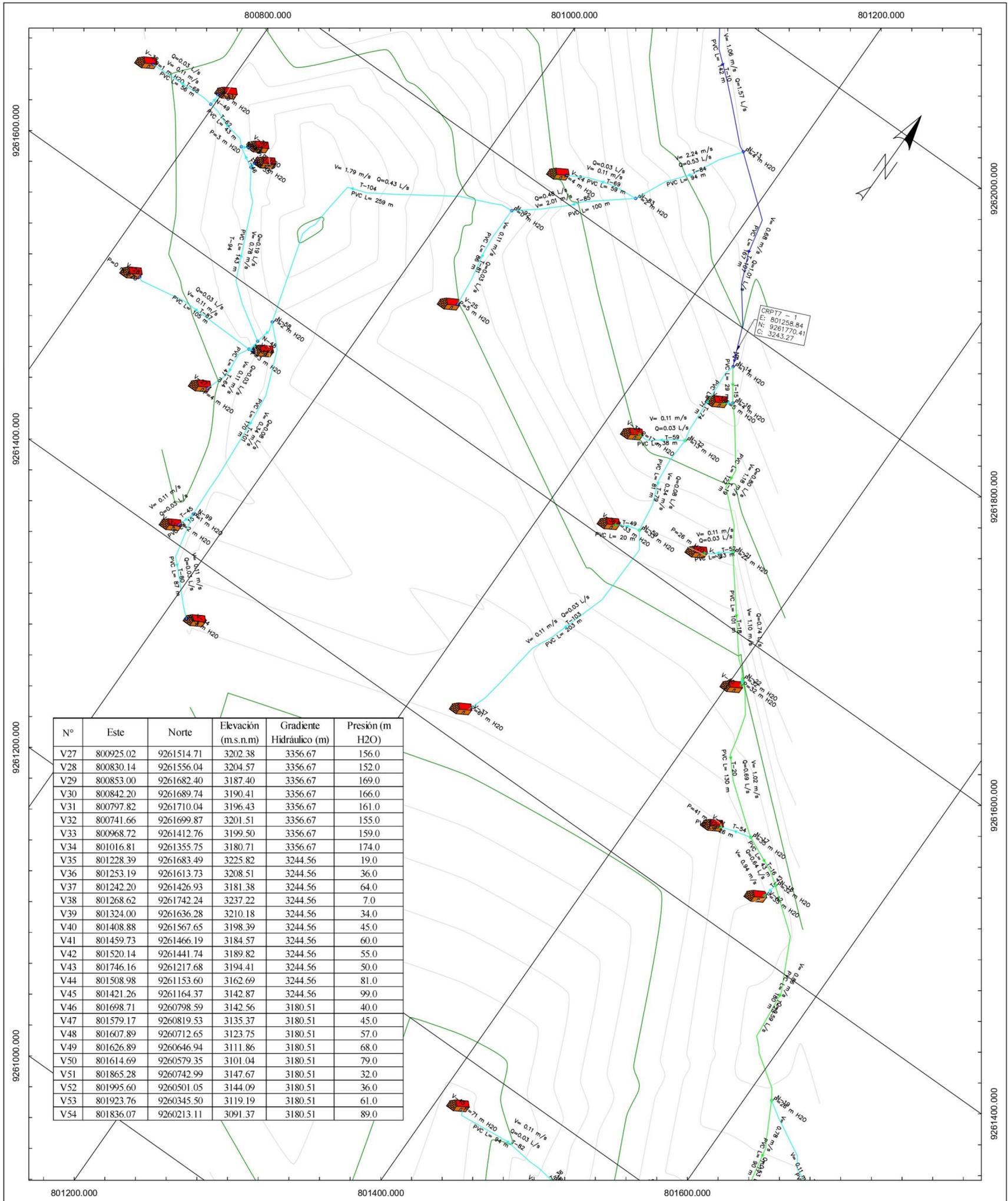
Plano: MODELAMIENTO DINÁMICO DE LAS REDES DEL SISTEMA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO DEL CASERIO QUINUAMAYO

Elaborado por: Bach. Marcos Y. Acuña García

Fecha: Noviembre 2024

Escala: 1:2000

Lámina: **N-2**



N°	Este	Norte	Elevación (m.s.n.m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presión (m H2O)
V27	800925.02	9261514.71	3202.38	3356.67	156.0
V28	800830.14	9261556.04	3204.57	3356.67	152.0
V29	800853.00	9261682.40	3187.40	3356.67	169.0
V30	800842.20	9261689.74	3190.41	3356.67	166.0
V31	800797.82	9261710.04	3196.43	3356.67	161.0
V32	800741.66	9261699.87	3201.51	3356.67	155.0
V33	800968.72	9261412.76	3199.50	3356.67	159.0
V34	801016.81	9261355.75	3180.71	3356.67	174.0
V35	801228.39	9261683.49	3225.82	3244.56	19.0
V36	801253.19	9261613.73	3208.51	3244.56	36.0
V37	801242.20	9261426.93	3181.38	3244.56	64.0
V38	801268.62	9261742.24	3237.22	3244.56	7.0
V39	801324.00	9261636.28	3210.18	3244.56	34.0
V40	801408.88	9261567.65	3198.39	3244.56	45.0
V41	801459.73	9261466.19	3184.57	3244.56	60.0
V42	801520.14	9261441.74	3189.82	3244.56	55.0
V43	801746.16	9261217.68	3194.41	3244.56	50.0
V44	801508.98	9261153.60	3162.69	3244.56	81.0
V45	801421.26	9261164.37	3142.87	3244.56	99.0
V46	801698.71	9260798.59	3142.56	3180.51	40.0
V47	801579.17	9260819.53	3135.37	3180.51	45.0
V48	801607.89	9260712.65	3123.75	3180.51	57.0
V49	801626.89	9260646.94	3111.86	3180.51	68.0
V50	801614.69	9260579.35	3101.04	3180.51	79.0
V51	801865.28	9260742.99	3147.67	3180.51	32.0
V52	801995.60	9260501.05	3144.09	3180.51	36.0
V53	801923.76	9260345.50	3119.19	3180.51	61.0
V54	801836.07	9260213.11	3091.37	3180.51	89.0

LEYENDA:

- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1/2"
- RESERVORIO
- CAPTACIÓN CAMPITOS
- VIVIENDAS
- CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7
- NODOS DEL SISTEMA

RESUMEN HIDRÁULICO-CONDICIÓN ESTÁTICA

Presión máxima:	174.0 m.c.a
Presión mínima:	5.0 m.c.a

RESUMEN HIDRÁULICO-CONDICIÓN DINÁMICA

Presión máxima:	174.0 m.c.a
Presión mínima:	0 m.c.a
Velocidad máxima:	2.24 l/s
Velocidad mínima:	0.11 l/s
Caudal de diseño:	Qmh: 1.44 l/s
Caudal de diseño:	Qmd: 0.54 l/s



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRAULICA

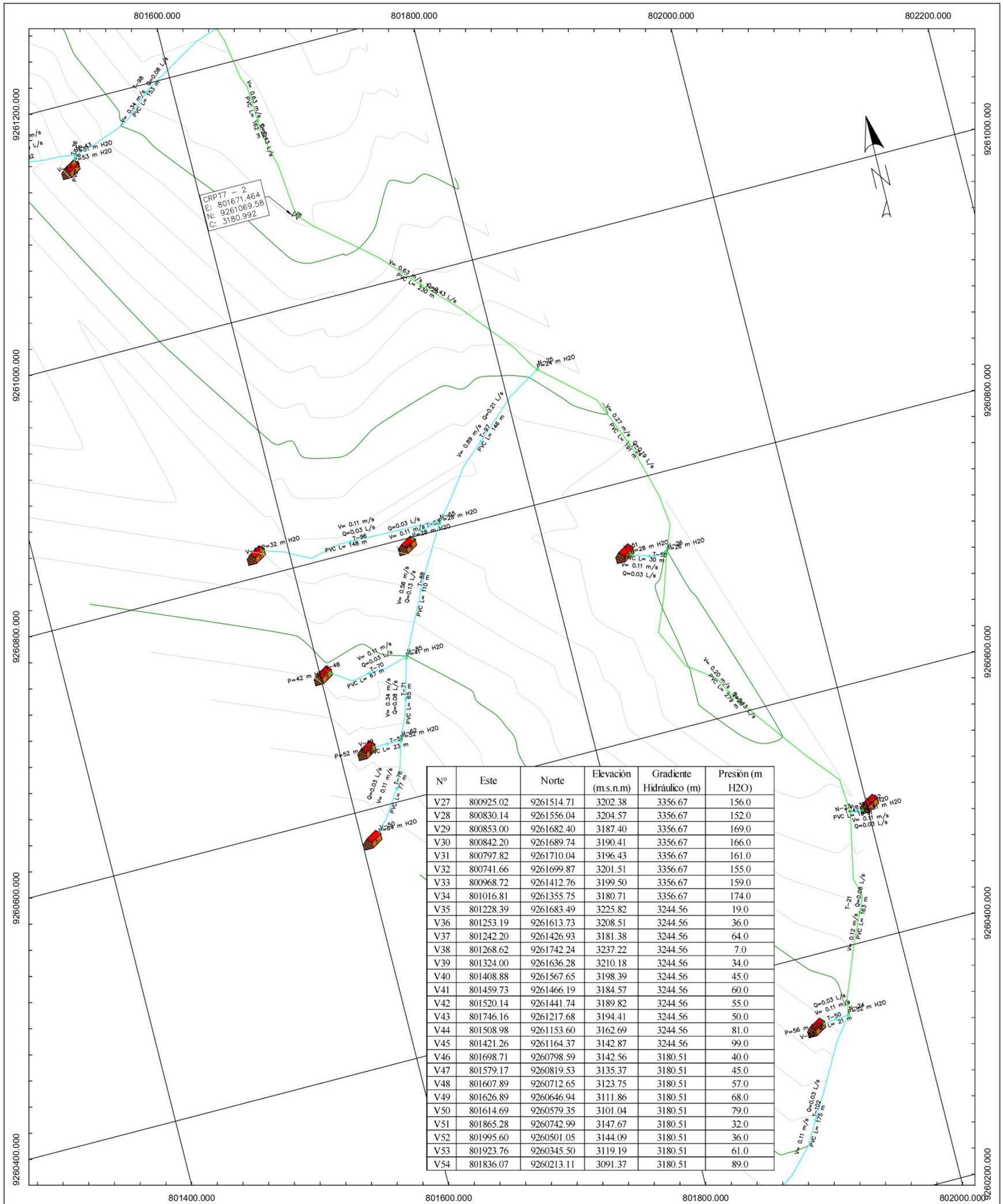
Tesis: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA GESTIONAR LA DEMANDA POBLACIONAL DE LOS CASERIOS DE QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD, DISTRITO LA LIBERTAD DE PALLAN, PROVINCIA CELENDÍN, CAJAMARCA - 2024"

Plano: MODELAMIENTO DINÁMICO DE LAS REDES DEL SISTEMA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO DEL CASERIO QUINUAMAYO

Elaborado por: Bach. Marcos Y. Acuña García

Escala: 1:2000
 Fecha: Noviembre 2024

Lámina: **N-3**



LEYENDA:

- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1 1/2"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1"
- TUBERÍA PVC SAP Ø 1/2"
- RESERVORIO
- CAPTACIÓN CAMPITOS
- VIVIENDAS
- CAMARA ROMPE PRESION TIPO 7
- NODOS DEL SISTEMA

RESUMEN HIDRÁULICO-CONDICIÓN ESTÁTICA

Presión máxima:	174.0 m.c.a
Presión mínima:	5.0 m.c.a

RESUMEN HIDRÁULICO-CONDICIÓN DINÁMICA

Presión máxima:	174.0 m.c.a
Presión mínima:	0 m.c.a
Velocidad máxima:	2.24 l/s
Velocidad mínima:	0.11 l/s
Caudal de diseño:	Qmh: 1.44 l/s
Caudal de diseño:	Qmd: 0.54 l/s



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA HIDRÁULICA

Tesis: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO PARA GESTIONAR LA DEMANDA POBLACIONAL DE LOS CASERIOS DE QUINUAMAYO Y NUEVA LIBERTAD, DISTRITO LA LIBERTAD DE PALLAN, PROVINCIA CELENDÍN, CAJAMARCA -2024"

Plano: MODELAMIENTO DINÁMICO DE LAS REDES DEL SISTEMA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO DEL CASERIO QUINUAMAYO

Elaborado por: Bach. Marcos Y. Acuña García

Región: CAJAMARCA | Provincia: CELENDÍN | Distrito: LA LIBERTAD DE PALLAN

Escala: 1:2000

Fecha: Noviembre 2024

Lámina: **N-4**

*Anexo 8. Resultados de la propuesta de mejora para los SAP de los Caseríos de
Quinuamayo y Nueva Libertad*

Tabla 44. *Mejora de las presiones estáticas con el software de modelamiento WaterCAD de las viviendas de sistema de abastecimiento de agua de consumo humano del Caserío de Quinuamayo*

N°	Este	Norte	Elevación (m.s.n.m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presión (m H2O)
V1	799906.90	9263106.28	3351.43	3358.07	7.0
V2	799848.61	9263019.70	3328.97	3358.07	28.0
V3	800147.40	9262707.06	3303.05	3358.07	25.0
V4	800108.27	9262424.21	3310.08	3358.07	54.0
V5	800224.33	9262102.81	3310.90	3358.07	48.0
V6	800335.29	9262184.31	3286.04	3295.28	10.0
V7	800372.64	9262045.08	3257.21	3295.28	37.0
V8	800267.87	9262677.04	3331.80	3358.07	26.0
V9	800545.75	9262491.66	3316.70	3358.07	42.0
V10	800545.33	9262404.66	3300.21	3358.07	58.0
V11	800540.30	9262332.31	3277.28	3358.07	80.0
V12	800641.27	9262424.16	3307.20	3358.07	52.0
V13	800618.91	9262367.50	3287.25	3294.58	7.0
V14	800659.93	9262353.35	3289.64	3294.58	5.0
V15	800569.24	9262297.25	3269.12	3294.58	25.0
V16	800575.42	9262175.11	3248.25	3294.58	45.0
V17	800628.27	9262042.35	3240.31	3294.58	54.0
V18	800782.84	9262427.18	3301.98	3358.07	56.0
V19	800875.90	9262168.81	3262.68	3304.63	41.0
V20	800801.98	9262152.24	3257.95	3304.63	46.0
V21	800933.25	9262055.28	3259.01	3304.63	46.0
V22	800985.67	9262044.37	3261.18	3304.63	43.0
V23	800993.78	9261944.07	3239.03	3304.63	66.0
V24	801061.86	9261817.78	3228.07	3244.86	18.0
V25	801049.91	9261684.12	3199.56	3244.86	45.0
V26	800937.69	9261560.24	3196.08	3244.86	49.0
V27	800925.02	9261514.71	3202.38	3244.86	45.0
V28	800830.14	9261556.04	3204.57	3244.86	40.0
V29	800853.00	9261682.40	3187.40	3244.86	57.0
V30	800842.20	9261689.74	3190.41	3244.86	55.0
V31	800797.82	9261710.04	3196.43	3244.86	49.0
V32	800741.66	9261699.87	3201.51	3244.86	43.0
V33	800968.72	9261412.76	3199.50	3244.86	47.0
V34	801016.81	9261355.75	3180.71	3244.86	63.0
V35	801228.39	9261683.49	3225.82	3244.56	19.0
V36	801253.19	9261613.73	3208.51	3244.56	36.0
V37	801242.20	9261426.93	3181.38	3244.56	64.0
V38	801268.62	9261742.24	3237.22	3244.56	7.0

V39	801324.00	9261636.28	3210.18	3244.56	34.0
V40	801408.88	9261567.65	3198.39	3244.56	45.0
V41	801459.73	9261466.19	3184.57	3244.56	60.0
V42	801520.14	9261441.74	3189.82	3244.56	55.0
V43	801746.16	9261217.68	3194.41	3244.56	50.0
V44	801508.98	9261153.60	3162.69	3182.01	19.0
V45	801421.26	9261164.37	3142.87	3182.01	37.0
V46	801698.71	9260798.59	3142.56	3180.51	40.0
V47	801579.17	9260819.53	3135.37	3180.51	45.0
V48	801607.89	9260712.65	3123.75	3136.21	13.0
V49	801626.89	9260646.94	3111.86	3136.21	24.0
V50	801614.69	9260579.35	3101.04	3136.21	35.0
V51	801865.28	9260742.99	3147.67	3180.51	32.0
V52	801995.60	9260501.05	3144.09	3180.51	36.0
V53	801923.76	9260345.50	3119.19	3130.39	11.0
V54	801836.07	9260213.11	3091.37	3130.39	39.0

Fuente: WaterCAD, 2024

Tabla 45. Mejora de las presiones estáticas con el software de modelamiento WaterCAD de las viviendas de sistema de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caserío de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo

Nº	Este	Norte	Elevación (m.s.n.m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presión (m H2O)
V1	800102.92	9263080.9	3366.53	3411.91	45
V2	800361.39	9262869.4	3361.18	3411.91	51
V3	800437.96	9262841	3357.18	3411.91	55
V4	800534	9262689.1	3348.03	3411.91	64
V5	800614.03	9262636.9	3346.38	3360.82	14
V6	800730.16	9262567.2	3336.31	3360.82	24
V7	800855.95	9262498.9	3325.39	3360.82	35
V8	801024.57	9262452.1	3331.39	3360.82	29
V9	801075.68	9262236.6	3312.63	3360.82	48
V10	801282.07	9262053.5	3311.07	3360.82	50
V11	801223.9	9261984.2	3281.54	3360.82	79
V12	801340.53	9262031.1	3306.2	3360.82	55
V13	801295.26	9261948.8	3280.4	3294.33	14
V14	801248.61	9261905.8	3267.32	3294.33	27
V15	801315.06	9261805	3254.43	3294.33	40
V16	801574.5	9261450	3199.81	3253.28	53
V17	801574.75	9261418.3	3199.69	3253.28	53
V18	801593.45	9261383.8	3200.47	3253.28	53
V19	801556.71	9261347	3194.24	3253.28	59

V20	801501.93	9261330	3194.56	3253.28	59
V21	801766.45	9261188.8	3195.71	3253.28	57
V22	801676.33	9261435.7	3219.09	3253.28	34
V23	801965.96	9260979.8	3196.75	3253.28	56
V24	801853.63	9261208.2	3211.68	3259.14	47
V25	802003.68	9261126.4	3222.63	3259.14	36
V26	802456.77	9260691.9	3333.08	3360.82	28
V27	802481.69	9260646.3	3334	3360.82	27
V28	803354.68	9260338.5	3338.2	3360.82	23
V29	803397.24	9260007	3279.82	3360.82	81
V30	803916.03	9259782.1	3350.2	3360.82	11
V31	804047.03	9259730.5	3358.4	3360.82	2
V32	804127.94	9259604.7	3356.95	3360.82	4
V33	804034.51	9259619.9	3332.08	3360.82	29
V34	804039.48	9259553.5	3323.03	3360.82	38
V35	803942.48	9259540.2	3289.7	3312.27	23
V36	803884.15	9259482.2	3264.11	3312.27	48
V37	803826.42	9259537	3253.77	3312.27	58
V38	803884.49	9259712	3319.81	3360.82	41
V39	803636.7	9259764.8	3275.14	3360.82	86
V40	803634.13	9259770.9	3273.75	3360.82	87
V41	802421.81	9260332.9	3257.23	3304.22	47
V42	802463.41	9260269.7	3244.26	3304.22	60
V43	802623.73	9260313.7	3262.58	3304.22	42
V44	802660.08	9260224.4	3237.06	3257.27	20
V45	802672.23	9260153.5	3222.57	3257.27	35
V46	802989.05	9260132.2	3246.78	3257.27	10
V47	803035.45	9259992.9	3228.62	3257.27	29
V48	803083.55	9259931.2	3221.35	3257.27	36
V49	802970.35	9259955.3	3212.5	3262.38	50
V50	802934.93	9259984	3213.63	3262.38	49
V51	802468.12	9260179.3	3224.46	3262.38	38
V52	802406.44	9260139.9	3205.5	3221.28	16
V53	802274.19	9260257.7	3206.87	3221.28	14
V54	802250.44	9260128	3169.15	3221.28	52
V55	802245.67	9260195.3	3182.59	3221.28	39
V56	802453.12	9260090.9	3200.32	3221.28	21
V57	802404.72	9260023.6	3175.89	3221.28	45
V58	802469.47	9260007.7	3184.79	3221.28	36
V59	802451.17	9259964.2	3173.06	3221.28	48
V60	802452.64	9259933.3	3167.21	3221.28	54
V61	802542.25	9260132.3	3217.69	3262.38	45
V62	802541.27	9260057.5	3204.3	3262.38	58
V63	802662.61	9260034.5	3193.41	3262.38	69

V64	802626.12	9259801.6	3157.81	3194.88	37
V65	802687.19	9259747.2	3155.5	3194.88	39
V66	802470	9259731.3	3124.41	3194.88	70
V67	802581.74	9259701.3	3132.49	3194.88	62
V68	802701.65	9259638.6	3134.81	3194.88	60
V69	802735.73	9259595.9	3120.6	3194.88	74

Fuente: WaterCAD, 2024

Anexo 9. Panel fotográfico durante la evaluación de los sistemas de abastecimiento de agua potable de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad

Fotografía 23. *Inicio del levantamiento topográfico de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad*



Nota: La fotografía muestra la instalación e inicio del levantamiento topográfico mediante GPS DIFERENCIAL CHCNAV i90

Fotografía 24. *Levantamiento topográfico de la línea de conducción de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad*



Nota: La fotografía muestra el levantamiento topográfico con GPS DIFERENCIAL CHCNAV i90 en toda la red de conducción.

Fotografía 25. *Levantamiento topográfico de la línea de distribución de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo humano de los Caseríos de Quinamayo y Nueva Libertad*



Nota: La fotografía muestra el levantamiento topográfico con GPS DIFERENCIAL CHCNAV i90 en toda la red de distribución de los dos sistemas.

Fotografía 26. *Presiones dinámicas tomadas con manómetro Shunjay en las viviendas de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad*



Nota: La fotografía muestra las presiones tomadas en las viviendas de los sistemas de agua potable durante el periodo de investigación, con ayuda del manómetro de marca Shunjay.

Fotografía 27. *Inspección, levantamiento y toma de medidas de la captación de fondo el Chogo.*



Nota: En la fotografía se muestra la toma de datos en campo de la captación el Chogo.

Fotografía 28. *Aforos en la captación de fondo el Chogo.*



Nota: En la fotografía se muestra la toma de aforos y situación actual de los accesorios en la captación el chogo.

Fotografía 29. *Inspección, levantamiento y toma de medidas de la captación de fondo campitos.*



Nota: En la fotografía se muestra la toma de datos en campo de la captación de ladera Campitos.

Fotografía 30. *Aforos en la captación de ladera Campitos.*



Nota: En la fotografía se muestra la toma de aforos y situación actual de los accesorios en la captación Campitos.

Fotografía 31. *Reservorios de los sistemas de abastecimiento de agua potable de los Caseríos de Quinuamayo y Nueva Libertad*



Nota: En la fotografía se muestra los reservorios de los dos sistemas de abastecimiento de agua potable.

Fotografía 32. *Cámaras rompe presión tipo 7 del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Nueva Libertad y parte alta de Quinuamayo.*



Nota: En la fotografía se muestra las tres cámaras rompe presión existente en el sistema.

Fotografía 33. *Cámaras rompe presión tipo 7 del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Quinuamayo.*





Nota: En la fotografía se muestra las dos cámaras rompe presión existente en el sistema de abastecimiento de agua potable de la parte baja del caserío de Quinuamayo.