

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
DEL CENTRO POBLADO DE CALLANCAS, SAN PABLO - CAJAMARCA”**

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

**PRESENTADO POR:**

**Bach. CRISTIAN EDINSON SANCHEZ CORTEZ**

**ASESOR:**

**Dr. Ing. GASPAR VIRILO MÉNDEZ CRUZ**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2023**

## **CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD**

La que suscribe, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca certifica:

La originalidad de la tesis denominada **EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE CALLANCAS, SAN PABLO - CAJAMARCA**, realizada por el Bachiller en Ingeniería Civil **CRISTIAN EDINSON SANCHEZ CORTEZ** de acuerdo al resultado del análisis reportado por su asesor Dr. Gaspar Virilo Méndez Cruz con el software antiplagio Turnitin que identifica **20% (veinte por ciento)** de similitud, asignándole el código **oid:3117:301848097**.

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Cajamarca, 08 de enero del 2024

Documento firmado digitalmente

---

Dra. Yvonne Katherine Fernández León  
Directora Unidad de Investigación Facultad de Ingeniería

Cc.  
Archivo  
c006/124cs



Firmado digitalmente por:  
FERNANDEZ LEON Yvonne  
Katherine FAU 20148258601 soft  
Motivo: Soy el autor del  
documento  
Fecha: 08/02/2024 17:34:13-0500

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por brindarme una familia, amigos, salud y la oportunidad de estudiar y culminar una carrera profesional.

A mis padres Alejandro Sanchez Chávez y María Prestila Cortez Azañero, por brindarme su apoyo constante e invaluable a lo largo de mi vida.

A mi familia, por ser las personas que día a día se encuentran a mi lado, apoyándome e incentivándome a seguir adelante.

Al Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz, por sus consejos, conocimientos y tiempo brindado para la realización de esta tesis.

A mis compañeros y docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, por ser las personas con las que compartí amistad, alegrías, tristezas y conocimientos que fueron parte de mi formación humana y profesional.

## **DEDICATORIA**

A mis padres Alejandro Sánchez Chávez y María Prestila Cortez Azañero, a Elmer Sánchez, Nancy Sánchez y Deyner Sánchez mis hermanos y amigos de toda la vida.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	i
DEDICATORIA .....	ii
ÍNDICE .....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE IMÁGENES .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	2
1.4. ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	2
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.6. OBJETIVOS .....	3
1.5.1. OBJETIVO GENERAL .....	3
1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	4
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS .....	4
2.2. BASES TEÓRICAS .....	6
2.2.1. PARÁMETROS DE DISEÑO .....	6
2.2.1.1. PERÍODO DE DISEÑO .....	6
2.2.1.2. POBLACIÓN DE DISEÑO .....	7
2.2.1.3. DOTACIÓN .....	7
2.2.1.4. VARIACIONES DE CONSUMO .....	7
2.2.1.4.1. CONSUMO MÁXIMO DIARIO ( $Q_{md}$ ) .....	7
2.2.1.4.2. CONSUMO MÁXIMO HORARIO ( $Q_{mh}$ ) .....	8
2.2.2. TIPOS DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA .....	10
2.2.2.1. CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA FUENTE .....	10

2.2.2.2.	RENDIMIENTO DE LA FUENTE .....	10
2.2.3.	FUENTES DE ABASTECIMIENTO .....	10
2.2.3.1.	MANANTIAL DE LADERA .....	10
2.2.3.2.	CRITERIOS DE DISEÑO .....	11
2.2.3.3.	DETERMINACIÓN DEL ANCHO DE LA PANTALLA .....	11
2.2.4.	LÍNEA DE CONDUCCIÓN .....	17
2.2.4.1.	CAUDALES DE DISEÑO .....	17
2.2.4.2.	VELOCIDADES ADMISIBLES .....	18
2.2.4.3.	CRITERIOS DE DISEÑO .....	18
2.2.4.4.	CÁLCULO DE DIÁMETRO DE LA TUBERÍA .....	18
2.2.5.	CÁMARA DE REUNIÓN DE CAUDALES .....	20
2.2.6.	CÁMARA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES .....	21
2.2.7.	CÁMARA ROMPE PRESIÓN PARA LÍNEA DE CONDUCCIÓN .....	21
2.2.7.1.	CÁLCULO DE LA CÁMARA ROMPE PRESIÓN .....	22
2.2.8.	PASE AÉREO .....	23
2.2.9.	VÁLVULA DE AIRE .....	23
2.2.10.	VÁLVULA DE PURGA .....	24
2.2.11.	RESERVORIO .....	25
2.2.11.1.	ASPECTOS GENERALES .....	25
2.2.11.2.	CRITERIOS DE DISEÑO .....	26
2.2.11.3.	SISTEMA DE DESINFECCIÓN .....	28
2.2.12.	REDES DE DISTRIBUCIÓN .....	31
2.2.12.1.	ASPECTOS GENERALES .....	31
2.2.12.2.	VELOCIDADES ADMISIBLES .....	32
2.2.12.3.	PRESIONES DE SERVICIO .....	32
2.2.13.	CONEXIÓN DOMICILIARIA .....	32
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS .....		33
3.1.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	33
3.2.	METODOLOGÍA .....	35
3.3.1.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	35
3.3.	PROCEDIMIENTO, TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	35

3.4.	PRESENTACION DE RESULTADOS .....	36
3.3.2.	EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE LA INFRAESTRUCTURA .....	36
3.3.2.1.	EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE CAPTACIONES .....	36
3.3.2.2.	EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN .....	43
3.3.2.3.	EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE CÁMARAS ROMPE PRESIÓN TIPO 6 .....	43
3.3.2.4.	EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE PLANTA DE TRATAMIENTO .....	45
3.3.2.5.	EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE RESERVORIOS .....	46
3.3.2.6.	EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE CÁMARAS ROMPE PRESIÓN TIPO 7 .....	52
3.3.2.7.	EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE RED DE DISTRIBUCIÓN .....	58
3.3.2.8.	VARIACIONES DE CONSUMO .....	59
3.3.2.9.	CHEQUEO HIDRÁULICO DE CAPTACIONES .....	66
3.3.2.10.	CHEQUEO HIDRÁULICO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN .....	73
3.3.2.11.	CHEQUEO HIDRÁULICO DE CÁMARAS ROMPE PRESIÓN TIPO 6 .....	80
3.3.2.12.	CHEQUEO HIDRÁULICO DE RESERVORIOS .....	81
3.3.2.13.	CHEQUEO HIDRÁULICO DE RED DE DISTRIBUCIÓN .....	83
3.3.2.14.	CHEQUEO HIDRÁULICO DE CÁMARAS ROMPE PRESIÓN TIPO 7 .....	92
3.3.2.15.	CHEQUEO HIDRÁULICO DE CONEXIONES DOMICILIARIAS .....	95
3.3.3.	EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO .....	102
	CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	108
4.1.	EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA .....	108
4.2.	EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO .....	117
	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	118
5.1.	CONCLUSIONES .....	118
5.2.	RECOMENDACIONES .....	120
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	121
	ANEXOS .....	123

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Variaciones diarias de consumo .....	9
FIGURA 2: Variaciones horarias de consumo .....	9
FIGURA 3: Manantial de ladera .....	11
FIGURA 4: Determinación de ancho de pantalla.....	13
FIGURA 5: Cálculo de la cámara húmeda .....	14
FIGURA 6: Dimensionamiento de la canastilla.....	15
FIGURA 7: Línea de Conducción.....	17
FIGURA 8: Cámara de reunión de caudales .....	20
FIGURA 9: Cámara de distribución de caudales .....	21
FIGURA 10: Cámara rompe presión .....	22
FIGURA 11: Válvula de aire .....	24
FIGURA 12: Diámetros de válvulas de purga.....	25
FIGURA 13: Reservorio de 5 m <sup>3</sup> .....	26
FIGURA 14: Sistema de desinfección por goteo .....	29
FIGURA 15: Cerco perimétrico de reservorio .....	30
FIGURA 16: Redes de distribución .....	31
FIGURA 17: Línea de conducción - Sistema de abastecimiento Yanayacu.....	73
FIGURA 18: Línea de conducción - Sistema de abastecimiento Bellavista. ....	75
FIGURA 19: Línea de conducción - Sistema de abastecimiento Lancheconga. ....	77
FIGURA 20: Red de distribución - Sistema de abastecimiento Yanayacu. ....	83
FIGURA 21: Red de distribución - Sistema de abastecimiento Bellavista.....	86
FIGURA 22: Red de distribución - Sistema de abastecimiento Lancheconga. ....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Períodos de diseño máximos de infraestructura sanitaria .....	6
TABLA 2: Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d) .....	7
TABLA 3: Ruta Cajamarca - C.P. Callancas .....	33
TABLA 4: Descensos del nivel de agua – Reservoirio Yanayacu.....	59
TABLA 5: Consumo de agua (m) - Reservoirio Yanayacu. ....	59
TABLA 6: Consumo de agua (m <sup>3</sup> ) - Reservoirio Yanayacu.....	60
TABLA 7: Consumo de agua (lt) - Reservoirio Yanayacu.....	60
TABLA 8: Variaciones de consumo – S.A.P. Yanayacu. ....	61
TABLA 9: Descensos del nivel de agua – Reservoirio Bellavista. ....	61
TABLA 10: Consumo de agua (m) - Reservoirio Bellavista. ....	62
TABLA 11: Consumo de agua (m <sup>3</sup> ) - Reservoirio Bellavista. ....	62
TABLA 12: Consumo de agua (lt) - Reservoirio Bellavista. ....	63
TABLA 13: Variaciones de consumo - S.A.P. Bellavista.....	63
TABLA 14: Descensos del nivel de agua – Reservoirio Lancheconga. ....	64
TABLA 15: Consumo de agua (m) - Reservoirio Lancheconga. ....	64
TABLA 16: Consumo de agua (m <sup>3</sup> ) - Reservoirio Lancheconga. ....	65
TABLA 17: Consumo de agua (lt) - Reservoirio Lancheconga. ....	65
TABLA 18: Variaciones de consumo - S.A.P. Lancheconga.....	66
TABLA 19: Aforo de la captación La Cucharilla.....	66
TABLA 20: Capacidad de la cámara húmeda en la captación La Cucharilla. ....	67
TABLA 21: Número de orificios y ancho de pantalla en la captación La Cucharilla. ....	68
TABLA 22: Aforo de la captación El Pozo. ....	68
TABLA 23: Capacidad de la cámara húmeda en la captación El Pozo.....	69
TABLA 24: Número de orificios y ancho de pantalla en la captación El Pozo.....	70
TABLA 25: Aforo de la captación El Lirio.....	70
TABLA 26: Capacidad de la cámara húmeda en la captación El Lirio. ....	71
TABLA 27: Número de orificios y ancho de pantalla en la captación El Lirio. ....	72
TABLA 28: Velocidades en la línea de conducción – S.A.P. Yanayacu.....	74
TABLA 29: Presiones en la línea de conducción – S.A.P. Yanayacu. ....	74

TABLA 30: Velocidades en la línea de conducción – S.A.P. Bellavista. ....	76
TABLA 31: Presiones en la línea de conducción – S.A.P. Bellavista. ....	76
TABLA 32: Velocidades en la línea de conducción – S.A.P. Lancheconga. ....	78
TABLA 33: Presiones en la línea de conducción – S.A.P. Lancheconga. ....	79
TABLA 34: Capacidad de las CRP T6 – S.A.P. Bellavista. ....	80
TABLA 35: Capacidad de las CRP T6 – S.A.P. Lancheconga. ....	81
TABLA 36: Capacidad del Reservorio – S.A.P. Yanayacu. ....	81
TABLA 37: Capacidad del Reservorio – S.A.P. Bellavista. ....	82
TABLA 38: Capacidad del Reservorio – S.A.P. Lancheconga. ....	82
TABLA 39: Velocidades en la red de distribución – S.A.P. Yanayacu. ....	84
TABLA 40: Presiones en la red de distribución – S.A.P. Yanayacu. ....	85
TABLA 41: Velocidades en la red de distribución – S.A.P. Bellavista. ....	87
TABLA 42: Presiones en la red de distribución – S.A.P. Bellavista. ....	88
TABLA 43: Velocidades en la red de distribución – S.A.P. Lancheconga. ....	90
TABLA 44: Presiones en la red de distribución – S.A.P. Lancheconga. ....	91
TABLA 45: Capacidad de las CRP T7 – S.A.P. Yanayacu. ....	92
TABLA 46: Capacidad de las CRP T7 – S.A.P. Bellavista. ....	93
TABLA 47: Capacidad de las CRP T7 – S.A.P. Lancheconga. ....	94
TABLA 48: Presiones de servicio en conexiones domiciliarias – S.A.P. Yanayacu. ....	95
TABLA 49: Presiones de servicio en conexiones domiciliarias – S.A.P. Bellavista. ....	97
TABLA 50: Presiones de servicio en conexiones domiciliarias – S.A.P. Lancheconga. ....	99

## ÍNDICE DE IMÁGENES

IMÁGEN 1: Ubicación geográfica Cajamarca - Desvío Conga de Patiño. ....	33
IMÁGEN 2: Ubicación geográfica Desvío Conga de Patiño - C.P. Callancas. ....	34
IMÁGEN 3: Captación El Pozo.....	37
IMÁGEN 4: Cámara húmeda de la captación El Pozo.....	38
IMÁGEN 5: Protección del afloramiento de la captación El Pozo. ....	38
IMÁGEN 6: Captación El Lirio. ....	40
IMÁGEN 7: Cámara húmeda de la captación El Lirio.....	40
IMAGEN 8: Captación El Eucalipto. ....	41
IMÁGEN 9: Protección del afloramiento de la captación El Eucalipto.....	42
IMÁGEN 10: Cámara húmeda de la captación El Eucalipto. ....	42
IMÁGEN 11: Cámara rompe presión tipo 6 - S.A.P. Bellavista.....	44
IMÁGEN 12: Cámara rompe presión tipo 6 - S.A.P. Lancheconga.....	45
IMÁGEN 13: Cámara Reguladora de P.H. ....	46
IMÁGEN 14: Reservorio - sistema de abastecimiento Yanayacu. ....	47
IMÁGEN 15: Almacenamiento interior del reservorio Yanayacu.....	48
IMÁGEN 16: Cámara de válvulas del reservorio Yanayacu.....	48
IMÁGEN 17: Reservorio - sistema de abastecimiento Bellavista.....	49
IMÁGEN 18: Almacenamiento interior del reservorio Bellavista. ....	50
IMÁGEN 19: Cámara de válvulas del reservorio Bellavista. ....	50
IMÁGEN 20: Reservorio - sistema de abastecimiento Lancheconga.....	51
IMÁGEN 21: Cámara de válvulas del reservorio Lancheconga. ....	52
IMÁGEN 22: Cámara rompe presión tipo7 - Yanayacu. ....	53
IMÁGEN 23: Cámara húmeda de cámara rompe presión tipo7 - Yanayacu.....	54
IMÁGEN 24: Cámara rompe presión tipo7 - Bellavista.....	55
IMÁGEN 25: Cámara húmeda de cámara rompe presión tipo7 - Bellavista. ....	56
IMÁGEN 26: Cámara rompe presión tipo7 - Lancheconga.....	57
IMÁGEN 27: Cámara húmeda de cámara rompe presión tipo7 - Lancheconga. ....	58

## RESUMEN

La presente tesis de investigación se desarrolló en el centro poblado de Callancas, distrito y provincia de San Pablo - Cajamarca, durante los meses de noviembre del 2022 a marzo del 2023. El objetivo principal, es evaluar hidráulicamente la infraestructura y el funcionamiento de los sistemas de agua potable de la localidad de Callancas, debido a que, el servicio es deficiente y discontinuo. La evaluación hidráulica de la infraestructura, se realizó mediante el chequeo hidráulico de las dimensiones, capacidades de almacenamiento, velocidades, presiones y estado actual de los componentes de cada sistema. Presentan una antigüedad promedio de 16 años desde su creación. La dotación promedio es de 85 lt/hab/día, de acuerdo a, las variaciones de consumo de la población. El 100% de estructuras presentan dimensiones y capacidades de almacenamiento funcionales. El 92% de las líneas de conducción y 93% de red de distribución presentan velocidades menores a 0.60 m/s, ocasionando que, la operación y el mantenimiento en la red sea más costosa. La red de distribución y conducción se encuentran enterrados en su totalidad. Respecto a las captaciones y cámaras rompe presión no se identificaron fisuras ni filtraciones a nivel estructural, garantizando su estanqueidad. Por otro lado, en el funcionamiento hidráulico se realizó una descripción detallada de las acciones de operación, mantenimiento, inspección, reparación, desgaste y maniobra que cada J.A.S.S. realiza en cada uno de los sistemas evaluados. Llegando a la conclusión, que los sistemas de abastecimiento de agua son funcionales, pero se encuentran deteriorados, debido a, su vida útil de servicio. Por otro lado, el mal funcionamiento y desperdicio del líquido elemento, ocasionan la interrupción en el servicio.

**Palabras clave:** evaluación hidráulica, sistema de agua potable, chequeo hidráulico.

## **ABSTRACT**

This research thesis was developed in the Centro Poblado of Callancas, district and province of San Pablo - Cajamarca, during the months of November 2022 to March 2023. The main objective is to hydraulically evaluate the infrastructure and operation of the systems of drinking water in the town of Callancas, because the service is deficient and discontinued. The hydraulic evaluation of the infrastructure was carried out through a hydraulic check of the dimensions, storage capacities, speeds, pressures and current state of the components of each system. They have an average age of 16 years since their creation. The average provision is 85 lt/inhabitant/day, according to the variations in population consumption. 100% of structures have functional dimensions and storage capacities. 92% of the transmission lines and 93% of the distribution network have speeds less than 0.60 m/s, making operation and maintenance in the network more expensive. The distribution and conduction network are completely buried. Regarding the intakes and pressure-breaking chambers, no cracks or leaks were identified at a structural level, guaranteeing their tightness. On the other hand, in hydraulic operation, a detailed description of the operation, maintenance, inspection, repair, wear and maneuver actions that each J.A.S.S. performed in each of the systems evaluated. Reaching the conclusion that the water supply systems are functional, but are deteriorated due to their useful service life. On the other hand, malfunction and waste of the liquid element cause interruption in service.

**Key Words:** hydraulic evaluation, drinking water system, hydraulic check.

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Actualmente, el abastecimiento del centro poblado de Callancas es por medio de sistemas de agua potable por gravedad, el servicio es deficiente, no es continuo, las estructuras hidráulicas tienen un promedio de antigüedad de 16 años, además existen nuevos usuarios los cuales no cuentan con el servicio. Algunos de estos sistemas de abastecimiento fueron construidos con recursos propios, sin asistencia técnica, otros con apoyo de organizaciones como CARE. Los años de servicio sumado a la mala operación y mantenimiento ha conllevado a su lento deterioro (agrietamiento en el concreto de estructuras hidráulicas, ruptura de tuberías, ausencia de accesorios, accesorios malogrados, entre otros). Por otra parte, la disposición de excretas la realizan en letrinas de tipo hoyo seco ventilado y un pequeño porcentaje lo realiza a campo abierto, en algunos casos las letrinas han sido construidas por los propios pobladores, habiéndolos ubicado aproximadamente a más de 15 metros de distancia de la vivienda. Esto, sumado al servicio discontinuo de agua, ha generado malestar dentro de la población además del aumento del número de enfermedades en la población.

El cólera, enfermedades gastrointestinales, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis son enfermedades asociadas al agua contaminada y al saneamiento deficiente. Uno de los riesgos en la salud de la población es a causa de la falta o insuficiencia de servicios de agua y saneamiento, o del manejo inadecuado que hacen de estos. (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2022)

La mala calidad del agua y la deficiente cobertura e infraestructura del servicio ha generado problemas reiterativos en el Centro Poblado de Callancas, puesto que, durante mucho tiempo este problema se ha constituido en una necesidad sentida y demanda manifiesta en los pobladores; es por tal motivo, que nace el interés de realizar una evaluación minuciosa y detallada a los sistemas de abastecimiento que conforman este Centro Poblado.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Funcionan adecuadamente los sistemas de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado de Callancas?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

En 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al abastecimiento de agua y al saneamiento. Todas las personas tienen derecho a disponer de forma continua de agua suficiente, salubre, físicamente accesible, asequible y de una calidad aceptable, para uso personal y doméstico.

El centro poblado de Callancas, está conformado por 10 caseríos y el centro poblado mismo, los cuales no cuentan con información acerca del estado hidráulico de la infraestructura sanitaria y del funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua. La Municipalidad distrital de San Pablo, ha generado proyectos de rehabilitación y mejoramiento de sistemas de abastecimiento de agua, como, el de la localidad de Callancas; pero, existen otros sistemas de abastecimiento que presentan un servicio deficiente y discontinuo de agua, debido a que se encuentran en estado de deterioro por sus años de antigüedad o que por una mala operación y mantenimiento se encuentran en mal funcionamiento. La presente investigación realizará un chequeo hidráulico de cada componente; además, generará información detallada de su estado actual e información de sus condiciones de operación y mantenimiento, con lo cual, se realizará un diagnóstico detallado de cada sistema y facilitar la toma de decisiones en cuanto a infraestructura, gestión, operación y mantenimiento; asegurando el acceso universal y equitativo al agua potable salubre y asequible en el centro poblado de Callancas.

## **1.4. ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

- El centro poblado de Callancas está conformado por los caseríos Choro Blanco, Yerba Santa, Santa Rosa de Callancas, Patiño, Curacocha, Cachipampa, Vizcachas, Rejo de Callancas, Yerba buena, Sarapacha y el Centro Poblado mismo. La presente

investigación se centra en la evaluación solo del centro poblado, el cual a su vez está conformado por la localidad de Callancas y sus anexos Yanayacu, Yuragalpa, Bellavista, Lanchipampa y Lancheconga.

- La presente investigación es del tipo descriptivo, se enfocó principalmente en evaluar hidráulicamente la infraestructura y el funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable de los anexos Yanayacu, Bellavista y Lancheconga (anexos que cuentan con mayor cantidad de usuarios). Se obvió la localidad de Callancas ya que en el año 2021 se realizó un mejoramiento y ampliación a su sistema de abastecimiento.

### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

- Poco apoyo de la población usuaria, debido a la desconfianza en perjudicar su sistema de abastecimiento durante la recolección de datos.
- No autorización de ensayos en estructuras existentes (captaciones, reservorios) o verificación de fugas en su red hídrica.
- Costo de la investigación.

### **1.6. OBJETIVOS**

#### **1.5.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar los sistemas de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado de Callancas, San Pablo.

#### **1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir los sistemas de agua potable del Centro Poblado de Callancas.
- Evaluar hidráulicamente la infraestructura de los sistemas de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado de Callancas.
- Evaluar el funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable del Centro poblado de Callancas.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS

En 2020, 5800 millones de personas (74% de la población mundial) contaba con un servicio de suministro de agua para consumo humano ubicado en el lugar de uso, disponible y no contaminado, es decir, gestionado de forma segura. Más de 2000 millones de personas viven en países con escasez de agua, situación que probablemente empeorará en algunas regiones como resultado del cambio climático y el crecimiento de la población. (OMS, 2022)

Se estima que, aún 161 millones de latinoamericanos y caribeños no cuentan con acceso a agua segura, y 17 millones de ellos ni siquiera cuentan con acceso básico a una pileta o una fuente mejorada de agua. Además, de los 431 millones que aún no cuentan con acceso seguro al saneamiento, 72 millones no alcanzan a un acceso básico, descargan a letrinas o fosas precarias, y 10 millones todavía defecan al aire libre, exponiéndose a problemas de salud y seguridad. (Suárez, 2021)

En nuestro Perú del bicentenario existen tres millones de peruanos que no gozan de agua potable y 7 millones y medio de alcantarillado. La cobertura de agua en el ámbito urbano alcanza al 95% de peruanos, mientras que en el ámbito rural sólo al 78%. En alcantarillado todavía es más preocupante, mientras en el ámbito urbano el 89% tienen acceso a servicios de saneamiento, en el ámbito rural alcanza solo al 30%. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2022)

Albarrán Tirado (2019), en su trabajo de investigación: “**Evaluación de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable de la Localidad de Shirac, San Marcos - Cajamarca, Propuesta de Mejora**”, concluye que el servicio de suministro de agua potable en la localidad de Shirac, es deficiente. La evaluación del componente de infraestructura (Diagnóstico y operación), presenta mal estado de las válvulas de purga y de control, altas presiones en la red, falta de mantenimiento, ausencia de análisis bacteriológicos, ineficiente cloración y falta de

micromedición. La evaluación del componente de Gestión, concluye la falta de capacitación del personal, no existe un programa de ahorro de agua, ausencia de estatutos y reglamentos, gestión de los fondos no claros y que no cuente con un plan de contingencia.

Vásquez Soto (2019), en su trabajo de investigación: **“Índice de Sostenibilidad de los Sistemas de Agua Potable en el Distrito de Sucre, Provincia de Celendín – Cajamarca, 2018”**, utilizando la metodología del índice de sostenibilidad en siete sistemas del distrito de Sucre, determinó que los suministros de agua potable utilizados son medianamente sostenibles o se encuentran en proceso de deterioro.

Cieza Silva (2021), en su trabajo de investigación: **“Evaluación de los Sistemas de Agua Potable de las Localidades que Conforman el Centro Poblado Chilimpampa Baja – Cajamarca, 2018”**, concluye que, la gestión administrativa del servicio del suministro de agua para consumo humano es eficiente antes las necesidades de la población, pero existen debilidades para brindar un servicio de calidad. Gran parte de la infraestructura de los sistemas de agua potable que conforman las localidades del centro poblado Chilimpampa Baja están en proceso de deterioro. Además, de una cloración inadecuada durante la operación y mantenimiento de los sistemas.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

#### 2.2.1.1. PERÍODO DE DISEÑO

Se define como el período de tiempo durante el cual la capacidad en la conducción del gasto deseado o la existencia física de las instalaciones del sistema sea 100% eficiente y pueda cumplir su función satisfactoriamente. (Agüero, 1997)

Se determina, considerando:

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

**TABLA 1**

*Períodos de diseño máximos de infraestructura sanitaria*

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

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

### 2.2.1.2. POBLACIÓN DE DISEÑO

El método más utilizado para el cálculo de la población futura es el analítico y con más frecuencia el de crecimiento aritmético. Para estimar la población futura o de diseño, se debe aplicar la siguiente fórmula:

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

Donde:

$P_i$  : Población inicial (habitantes)

$P_d$  : Población futura o de diseño (habitantes)

$r$  : Tasa de crecimiento anual (%)

$t$  : Período de diseño (años).

### 2.2.1.3. DOTACIÓN

La dotación es la cantidad de agua que satisface las necesidades diarias de consumo de cada integrante de una vivienda. (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

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

### 2.2.1.4. VARIACIONES DE CONSUMO

#### 2.2.1.4.1. CONSUMO MÁXIMO DIARIO ( $Q_{md}$ )

Se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año. (Agüero, 1997)

Se debe considerar un valor de 1.3 del consumo promedio diario anual,  $Q_p$  de este modo:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$

$$Q_{md} = 1.3 \times Q_p$$

Donde:

$Q_p$  : Caudal promedio diario anual en l/s

$Q_{md}$  : Caudal máximo diario en l/s

$Dot$  : Dotación en l/hab.d

$P_d$  : Población de diseño en habitantes (hab).

#### **2.2.1.4.2. CONSUMO MÁXIMO HORARIO ( $Q_{mh}$ )**

Se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo. (Agüero, 1997)

Se debe considerar un valor de 2.0 del consumo promedio diario anual,  $Q_p$  de este modo:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$

$$Q_{mh} = 2 \times Q_p$$

Donde:

$Q_p$  : Caudal promedio diario anual en l/s

$Q_{mh}$  : Caudal máximo horario en l/s

$Dot$  : Dotación en l/hab.d

$P_d$  : Población de diseño en habitantes (hab).

## FIGURA 1

### Variaciones diarias de consumo

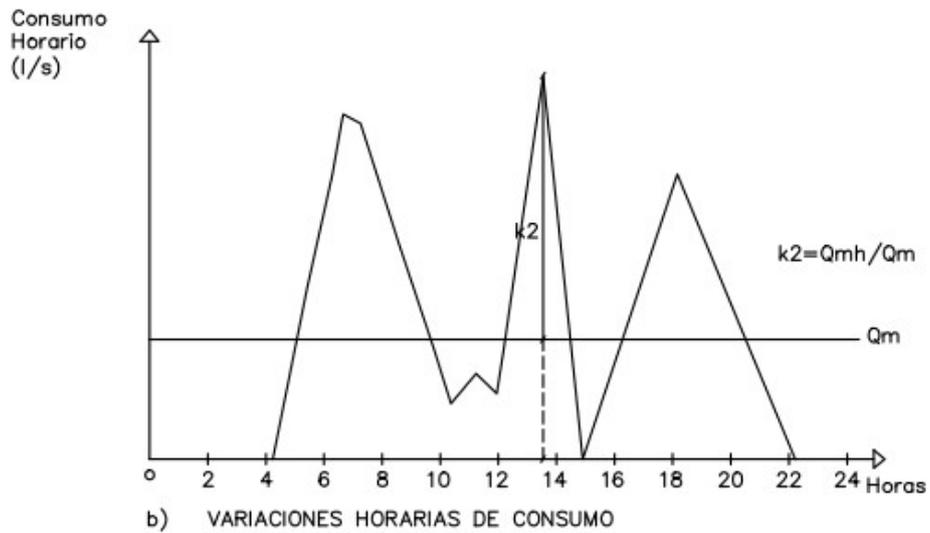


Nota: La figura muestra la variación del consumo de agua a lo largo de un año.

Fuente: Agüero Pittman (1997).

## FIGURA 2

### Variaciones horarias de consumo



Nota: La figura muestra la variación del consumo de agua a lo largo de un día.

Fuente: Agüero Pittman (1997).

## **2.2.2. TIPOS DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA**

### **2.2.2.1. CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA FUENTE**

Debe de tener las siguientes características:

- Calidad de agua para consumo humano.
- Caudal de diseño según la dotación requerida.
- Menor costo de implementación del proyecto.
- Libre disponibilidad de la fuente.

### **2.2.2.2. RENDIMIENTO DE LA FUENTE**

Cosiste en verificar que la cantidad de agua que suministre la fuente sea mayor o igual al caudal máximo diario. En caso contrario, debe buscarse otras fuentes complementarias de agua. (MVCS, 2018)

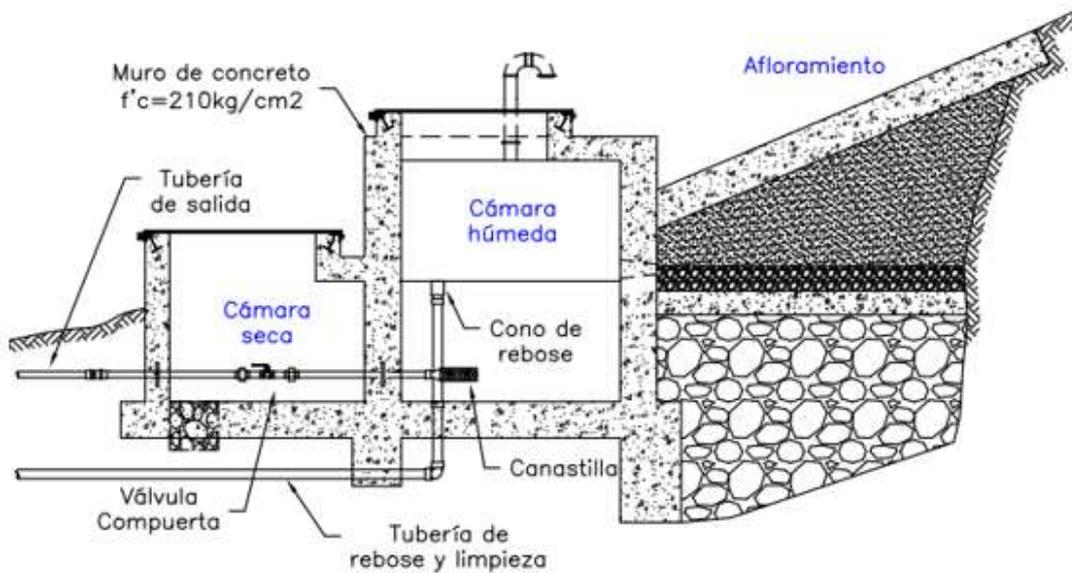
## **2.2.3. FUENTES DE ABASTECIMIENTO**

### **2.2.3.1. MANANTIAL DE LADERA**

El agua aflora en forma horizontal, se realiza la protección de una vertiente que aflora a una superficie inclinada con carácter puntual cuando el afloramiento es por un solo punto y sobre un área pequeña o disperso cuando aflora el agua en varios puntos en un área mayor. Consta de una protección al afloramiento, una cámara húmeda donde se regula el caudal a utilizarse y una cámara seca que sirve para proteger la válvula de control. (MVCS, 2018)

**FIGURA 3**

*Manantial de ladera*



Nota: La figura muestra los componentes hidráulicos típicos de una captación de ladera.

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).

### **2.2.3.2. 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 de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto. Conocido el gasto, se puede diseñar la distancia entre el afloramiento y la cámara, el ancho de la pantalla, el área de orificio y la altura de la cámara húmeda sobre la base de una velocidad de entrada no muy alta (se recomienda = 0.6 m/s) y al coeficiente de contracción de los orificios. (MVCS, 2018)

### **2.2.3.3. DETERMINACIÓN DEL ANCHO DE LA PANTALLA**

$$Q_{\text{máx}} = V_2 \times C_d \times A$$

$$A = \frac{Q_{\text{máx}}}{V_2 \times C_d}$$

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

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

$G$  : aceleración de la gravedad (9.81 m/s)

$H$  : carga sobre el centro del orificio (valor entre 0.40m a 0.50m)

Según el MVCS (2018), plantean:

Para determinar el ancho de la pantalla es necesario seguir el siguiente procedimiento:

- Cálculo de la velocidad de paso teórica (m/s):

$$V_{2t} = C_d \times \sqrt{2gh}$$

Velocidad de paso asumida:  $v_2 = 0.60$  m/s (el valor máximo es 0.60m/s, en la entrada a la tubería).

Por otro lado:

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

Donde:

$D$  : diámetro de la tubería de ingreso (m)

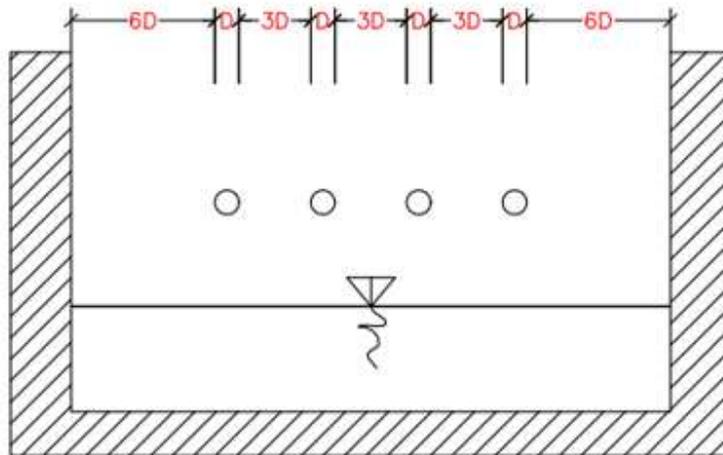
- Cálculo del número de orificios en la pantalla:

$$N_{\text{orif}} = \frac{\text{Área del diámetro teórico}}{\text{Área del diámetro asumido}} + 1$$

$$N_{\text{orif}} = \left(\frac{D_t}{D_a}\right)^2 + 1$$

## FIGURA 4

### Determinación de ancho de pantalla



Nota: La figura muestra la equidistancia de los orificios de salida en el ancho de la pantalla.

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).

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

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

- Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda

$$H_f = H - H_0$$

Donde:

$H$  : carga sobre el centro del orificio (m)

$H_0$  : pérdida de carga en el orificio (m)

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

- Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación

$$L = \frac{H_f}{30}$$

Donde:

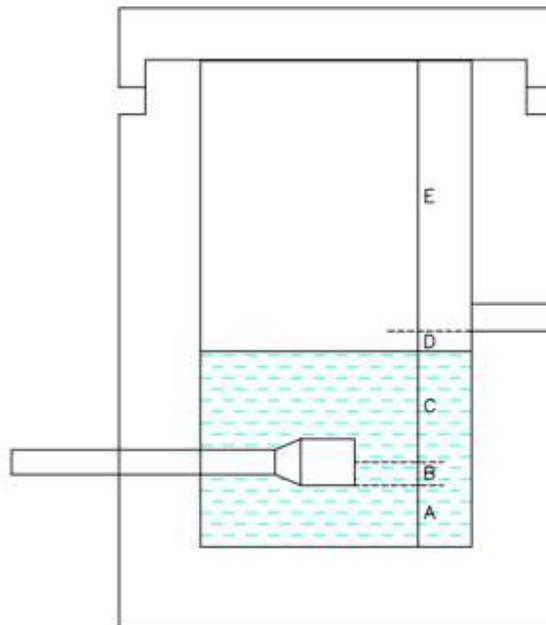
L : distancia afloramiento – captación (m)

- Cálculo de la altura de la cámara

Para determinar la altura total de la cámara húmeda ( $H_t$ ), se considera los elementos identificados que se muestran en la siguiente figura:

### FIGURA 5

*Cálculo de la cámara húmeda*



Nota: Equidistancia para calcular la altura de la cámara húmeda en la captación.

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).

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

Donde:

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

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

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

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

C : altura de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción (se recomienda una altura mínima de 30 cm).

$$C = 1.56 \frac{V^2}{2g} = 1.56 \frac{Q_{md}^2}{2g \times A^2}$$

Donde:

$Q_{md}$  : caudal máximo diario (m<sup>3</sup>/s)

A : área de la tubería de salida (m<sup>2</sup>)

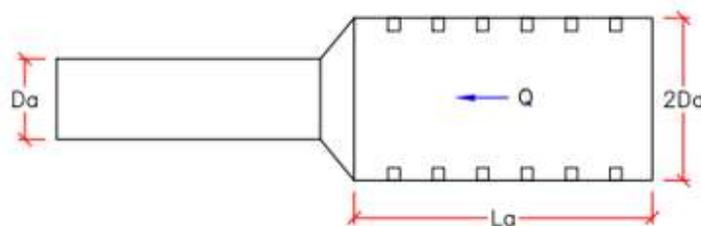
- Dimensionamiento de la canastilla

Para el dimensionamiento de la canastilla, se considera que el diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (DC); que el área total de ranuras ( $A_r$ ) debe ser el doble del área de la tubería de la línea de conducción ( $A_c$ ) y que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3DC y menor de 6DC.

$$H_f = H - H_0$$

## FIGURA 6

### *Dimensionamiento de la canastilla*



Nota: La figura muestra las dimensiones de la canastilla en función al diámetro de salida.

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).

- Diámetro de la Canastilla

El diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la línea de conducción

- Longitud de la Canastilla

Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a  $3D_a$  y menor que  $6D_a$ :

$$3D_a < L_a < 6D_a$$

Debemos determinar 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 ( $A_g$ )

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

Número de ranuras:

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

Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1,5%

- Cálculo de la tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro:

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

Donde:

$Q_{m\acute{a}x}$  : gasto máximo de la fuente (l/s)

$H_f$  : pérdida de carga unitaria en (m/m) - (valor recomendado: 0.015 m/m)

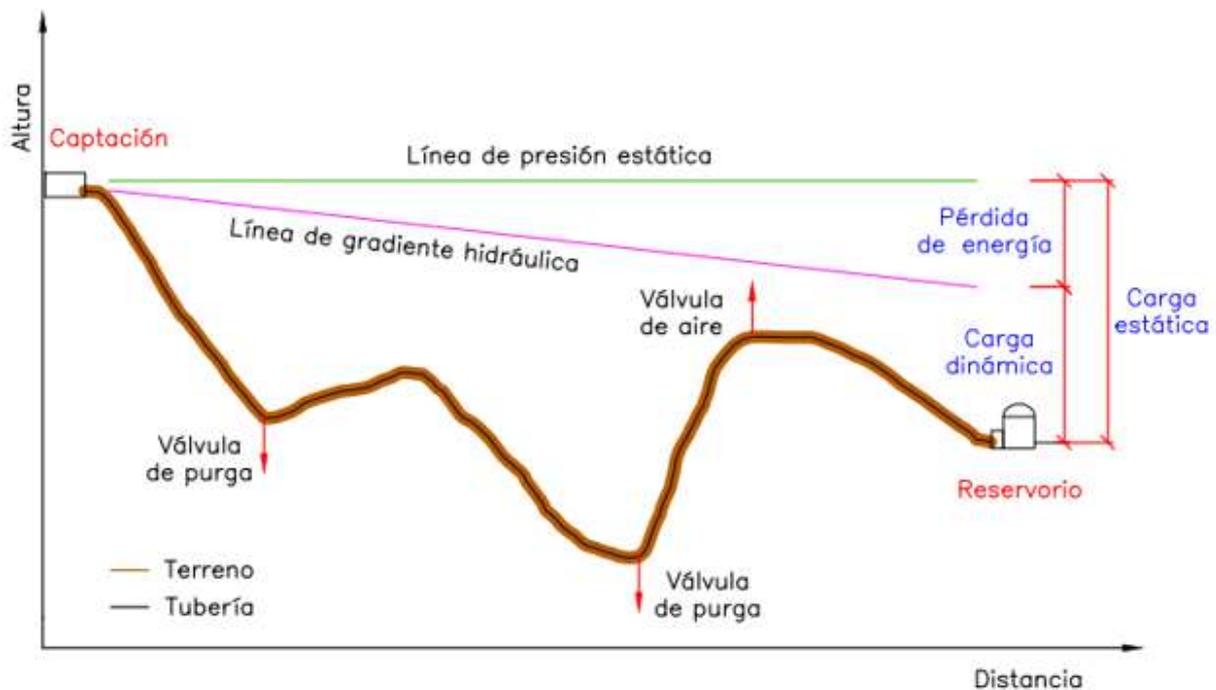
$D_r$  : diámetro de la tubería de rebose (pulg)

## 2.2.4. LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Componente que se diseña a partir del caudal máximo diario y consta de un conjunto de tuberías, estructuras, y obras de arte que permiten conducir el agua desde la captación hasta el reservorio o planta de tratamiento de agua potable. El material a emplear debe ser policloruro de vinilo (PVC); sin embargo, bajo condiciones expuestas, es necesario que la tubería sea de otro material resistente. (MVCS, 2018)

**FIGURA 7**

*Línea de Conducción*



Nota: La figura muestra los componentes hidráulicos de una línea de conducción.

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).

### 2.2.4.1. CAUDALES DE DISEÑO

La Línea de Conducción debe tener la capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario ( $Q_{md}$ ). El que se estima considerando el caudal medio y el factor K1 del día de máximo consumo. (Agüero, 1997)

#### 2.2.4.2. VELOCIDADES ADMISIBLES

Para la línea de conducción se debe cumplir lo siguiente:

- La velocidad mínima mayor o igual a 0,60 m/s.
- La velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s si se justifica razonadamente.

#### 2.2.4.3. CRITERIOS DE DISEÑO

Para las tuberías que trabajan sin presión o como canal, se aplicará la fórmula de Manning, con los coeficientes de rugosidad en función del material de la tubería.

$$v = \frac{1}{n} \times R_h^{2/3} \times i^{1/2}$$

Donde:

V : velocidad del fluido en m/s

n : coeficiente de rugosidad en función del tipo de material

R<sub>h</sub> : radio hidráulico

I : pendiente en tanto por uno.

#### 2.2.4.4. CÁLCULO DE DIÁMETRO DE LA TUBERÍA

Según MVCS (2018), plantea:

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

$$H_f = 10.674 \times \left[ \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.86}} \right] \times L$$

Donde:

H<sub>f</sub> : Pérdida de carga continua, en m.

Q : Caudal en m<sup>3</sup>/s

D : diámetro interior en 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:

$$H_f = 676.745 \times \left[ \frac{Q^{1.751}}{D^{4.753}} \right] \times L$$

Donde:

$H_f$  : pérdida de carga continua, en m.

$Q$  : Caudal en l/min

$D$  : diámetro interior en mm

Salvo casos fortuitos debe cumplirse lo siguiente:

- La velocidad mínima no será menor de 0,60 m/s.
- La velocidad máxima admisible será de 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s si se justifica razonadamente.
- Cálculo de la línea de gradiente hidráulica (LGH), ecuación de Bernoulli

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2 \times g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2 \times g} + H_f$$

Donde:

$Z$  : cota altimétrica respecto a un nivel de referencia en m

$P/\gamma$  : Altura de carga de presión, en m,  $P$  es la presión y  $\gamma$  el peso específico del fluido

$V$  : Velocidad del fluido en m/s

$H_f$  : Pérdida de carga, incluyendo tanto las pérdidas lineales (o longitudinales) como las locales.

Si como es habitual,  $V_1=V_2$  y  $P_1$  está a la presión atmosférica, la expresión se reduce a:

$$\frac{P_2}{\gamma} = Z_1 - Z_2 - H_f$$

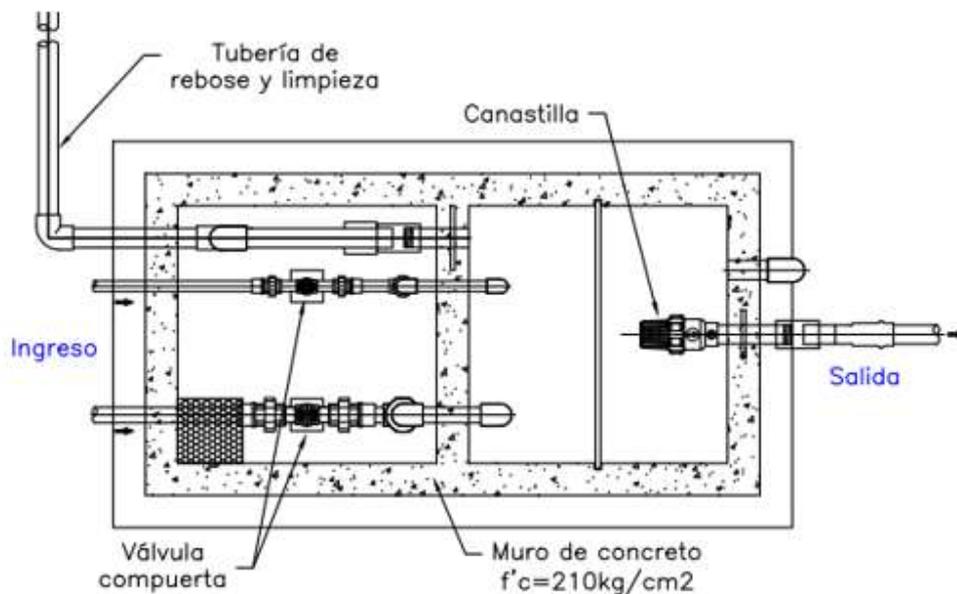
### 2.2.5. CÁMARA DE REUNIÓN DE CAUDALES

Son utilizadas para reunir los caudales de dos (02) captaciones. La estructura será de concreto armado  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ; contará con las siguientes características:

- Cámara húmeda de  $0.80 \text{ m} \times 0.80 \text{ m} \times 0.90 \text{ m}$ , con tapa sanitaria metálica de sección  $0.8 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}$ .
- Cámara seca de  $0.80 \text{ m} \times 0.80 \text{ m} \times 0.80 \text{ m}$ , con tapa sanitaria metálica de  $0.6 \text{ m} \times 0.6 \text{ m}$ .
- La tubería del sistema de rebose y limpieza en su extremo final contará con un dado móvil de concreto simple  $f'c=140 \text{ kg/cm}$  de  $0.30 \times 0.20 \times 0.20$ , la cual estará superpuesta en una loza de piedra asentada con concreto simple  $f'c=140 \text{ kg/cm}$ .
- Para el pintado de la estructura se usará pintura látex (2 manos) y para las tapas metálicas se utilizará pintura esmalte (2 manos).

**FIGURA 8**

*Cámara de reunión de caudales*



Nota: La figura muestra la vista en planta de una cámara de reunión

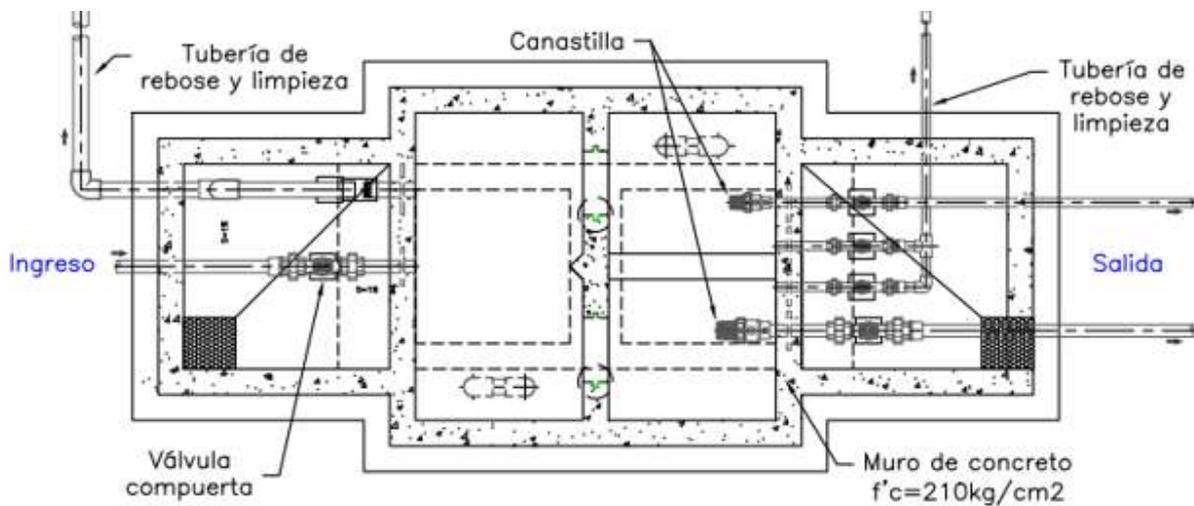
Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).

### 2.2.6. CÁMARA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES

La función es dividir el flujo en dos o más partes de manera equitativa, racional, disminuyendo costos de aducción y menor número de cámaras rompe presión. Son utilizadas cuando el proyecto considere más de un reservorio de almacenamiento o por usos diferentes del agua captada. (MVCS, 2018)

**FIGURA 9**

*Cámara de distribución de caudales*



Nota: La figura muestra la vista en planta de una cámara repartidora de caudales.

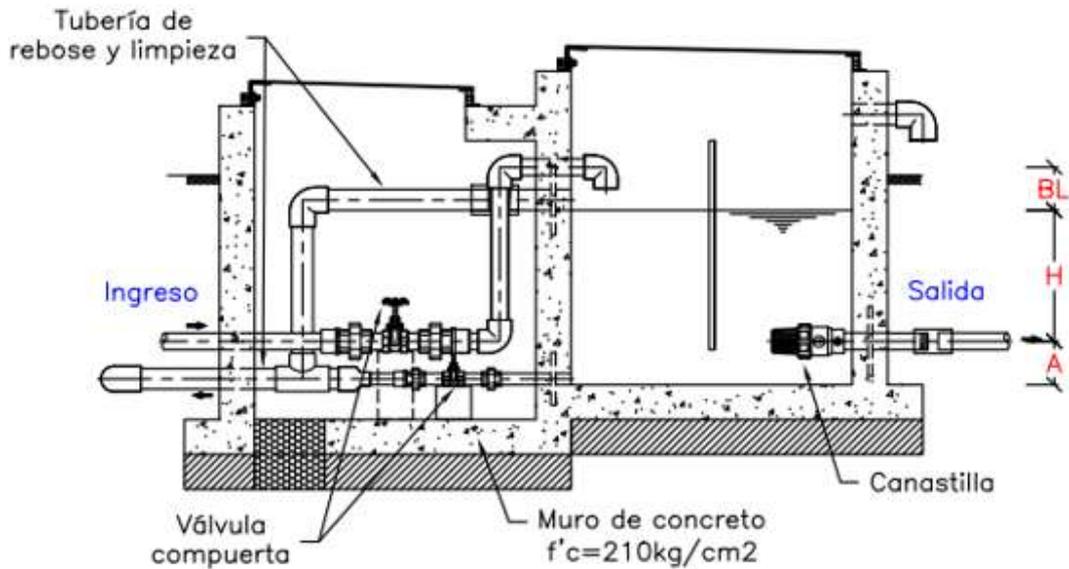
Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).

### 2.2.7. CÁMARA ROMPE PRESIÓN PARA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Son empleadas para disipar la energía y reducir la presión relativa a cero, debido a, la diferencia de nivel entre la captación y uno o más puntos en la línea de conducción. (MVCS, 2018)

**FIGURA 10**

*Cámara rompe presión*



Nota: La figura muestra el corte longitudinal de una cámara rompe presión.

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).

### 2.2.7.1. CÁLCULO DE LA CÁMARA ROMPE PRESIÓN

Del gráfico:

A : altura mínima (0.10 m)

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

BL : borde libre (0.40 m)

Ht : altura total de la Cámara Rompe Presión

$$H_t = A + H + B_L$$

- Para el cálculo de carga requerida (H)

$$H = 1.56 \times \frac{v^2}{2g}$$

Con menor caudal se necesitan menor dimensión de la cámara rompe presión, por lo tanto, la sección de la base debe dar facilidad del proceso constructivo y por la

instalación de accesorios, por lo que se debe considerar una sección interna de 0.60 x 0.60 m. (MVCS, 2018)

### **2.2.8. PASE AÉREO**

Estructura utilizada para conducir el agua potable a través de un valle u zona geográfica que por su forma no permite instalar la tubería de forma enterrada; consta, de un sistema estructural en base a anclajes de concreto, cables de acero y tuberías de polietileno de diámetro variable. (MVCS, 2018).

### **2.2.9. VÁLVULA DE AIRE**

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)

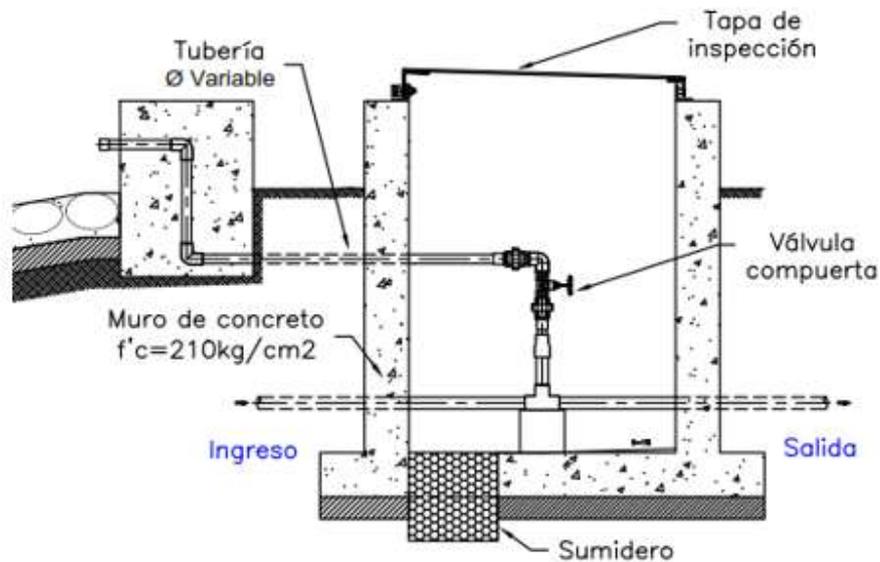
Según MVCS (2018) se deben disponer válvulas de aire/purgas en los siguientes puntos de la línea de agua:

- 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 11

### Válvula de aire



Nota: La figura muestra el corte longitudinal de una válvula de aire

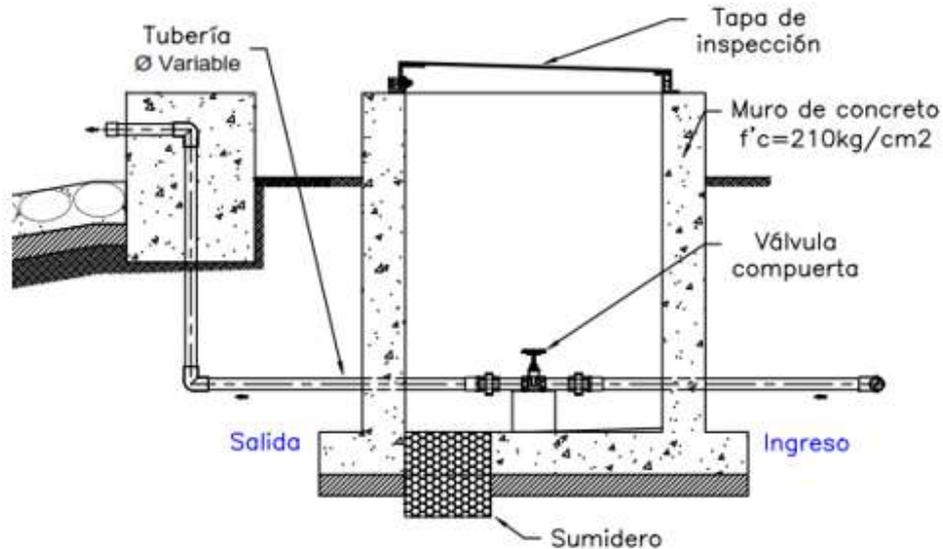
Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).

### 2.2.10. VÁLVULA DE PURGA

Estructuras proyectadas para permitir la limpieza de tramos de tuberías producto de los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada provocando la reducción del área del flujo del agua. (MVCS, 2018)

## FIGURA 12

### *Diámetros de Válvulas de purga*



Nota: La figura muestra el corte longitudinal de una válvula de purga manual

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).

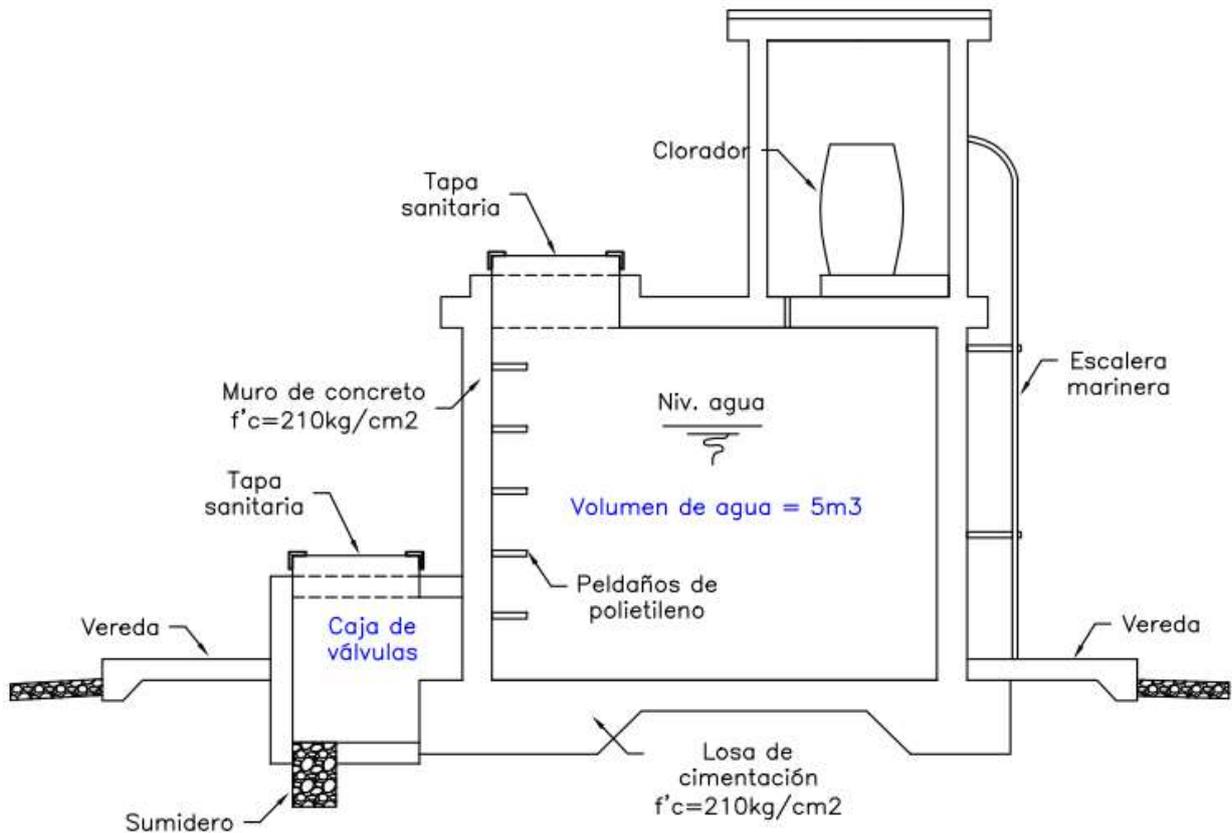
## 2.2.11. RESERVORIO

### 2.2.11.1. ASPECTOS GENERALES

Estructura destinada a la acumulación de agua para consumo humano, comercial, estatal y social. Ubicado cercano a la población y en una cota topográfica que garantice la presión mínima en el punto más desfavorable del sistema. por su función, los reservorios pueden ser de regulación, de reserva, de mantenimiento de presión, o de alguna combinación de las mismas. (MVCS, 2018)

**FIGURA 13**

*Reservorio de 5 m<sup>3</sup>*



Nota: La figura muestra el corte longitudinal de un reservorio rectangular de 5m<sup>3</sup>

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018)

### 2.2.11.2. CRITERIOS DE DISEÑO

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  $Q_p$ . (MVCS, 2018)

Según MVCS (2018), los reservorios deben de contar con las siguientes características:

- Disponer de una tubería de entrada, una tubería de salida, una tubería de rebose, así como una tubería de limpia. Todas ellas deben ser independientes y estar provistas de los dispositivos de interrupción necesarios.
  - La tubería de entrada debe disponer de un mecanismo de regulación del llenado, generalmente una válvula de flotador.
  - La tubería de salida debe disponer de una canastilla y el punto de toma se debe situar 10 cm por encima de la solera para evitar la entrada de sedimentos.
  - La embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar en posición opuesta para forzar la circulación del agua dentro del mismo.
  - El diámetro de la tubería de limpia debe permitir el vaciado en 2 horas.
- Disponer de una tubería de rebose, conectada a la tubería de limpia, para la libre descarga del exceso de caudal en cualquier momento. Tener capacidad para evacuar el máximo caudal entrante.
- Se debe instalar una tubería o bypass, con dispositivo de interrupción, que conecte las tuberías de entrada y salida, pero en el diseño debe preverse sistemas de reducción de presión antes o después del reservorio con el fin de evitar sobre presiones en la distribución. No se debe conectar el bypass por períodos largos de tiempo, dado que el agua que se suministra no está clorada.
- 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 o punto dispuesto.
- Se debe garantizar la absoluta estanqueidad del reservorio.
- 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.
- Para que la renovación del aire sea lo más completa posible, conviene que la distancia del nivel máximo de agua a la parte inferior de la cubierta sea la menor posible, pero no inferior a 30 cm a efectos de la concentración de cloro.
- 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.
- Es necesario disponer una entrada practicable al reservorio, con posibilidad de acceso de materiales y herramientas. El acceso al interior debe realizarse mediante escalera de peldaños anclados al muro de recinto (inoxidables o de polipropileno con fijación mecánica reforzada con epoxi).
- Los dispositivos de interrupción, derivación y control se deben centralizar en cajas o casetas, o cámaras de válvulas, adosadas al reservorio y fácilmente accesibles.
- La cámara de válvulas debe tener un desagüe para evacuar el agua que pueda verterse.
- Salvo justificación razonada, la desinfección se debe realizar obligatoriamente en el reservorio, debiendo el proyectista adoptar el sistema más apropiado conforme a la ubicación, accesibilidad y capacitación de la población.

### **2.2.11.3. SISTEMA DE DESINFECCIÓN**

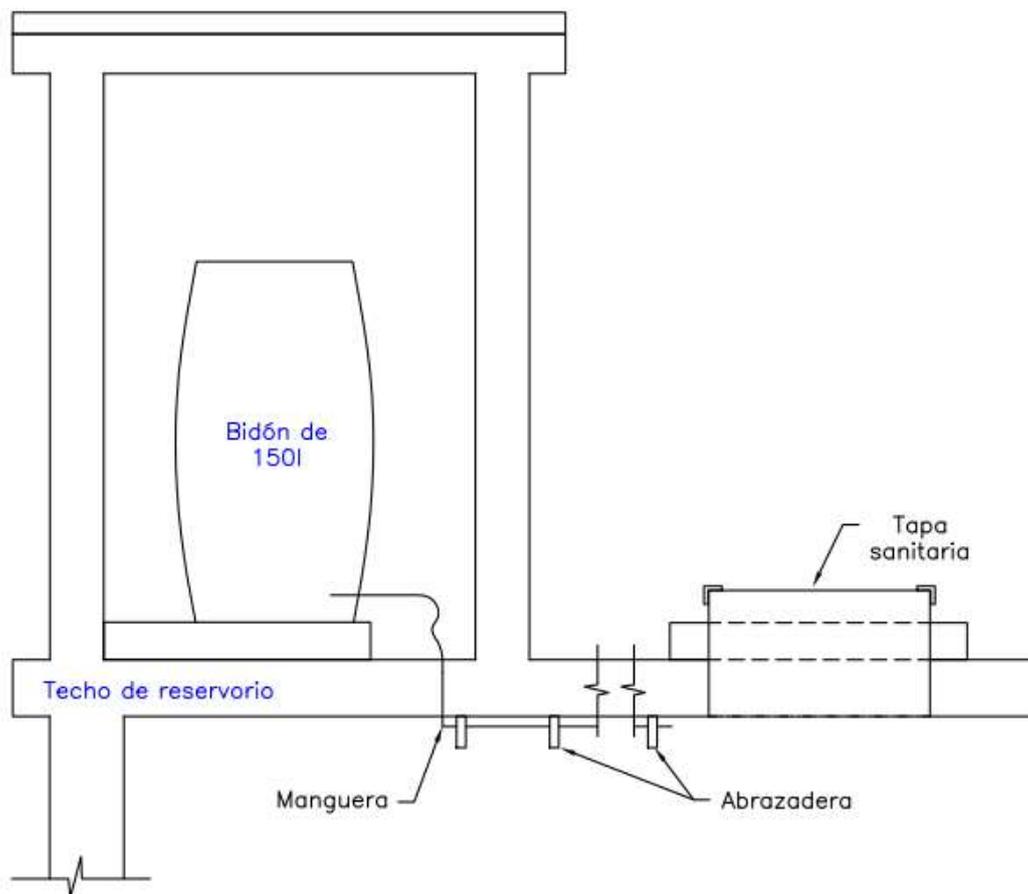
Este sistema permite asegurar que la calidad del agua se mantenga un periodo más y esté protegida durante su traslado por las tuberías hasta ser entregado a las familias a través de las conexiones domiciliarias.

El cloro residual activo se recomienda que se encuentre como mínimo en 0,3 mg/l y máximo a 0,8 mg/l en las condiciones normales de abastecimiento, superior a este último son detectables por el olor y sabor, lo que hace que sea rechazada por el usuario consumidor.

Para su construcción debe utilizarse diferentes materiales y sistemas que controlen el goteo por segundo o su equivalente en ml/s, no debiéndose utilizar metales ya que pueden corroerse por el cloro. (MVCS, 2018)

## FIGURA 14

### *Sistema de desinfección por goteo*



Nota: La figura muestra el corte longitudinal de la caseta de desinfección y sus componentes.

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018)

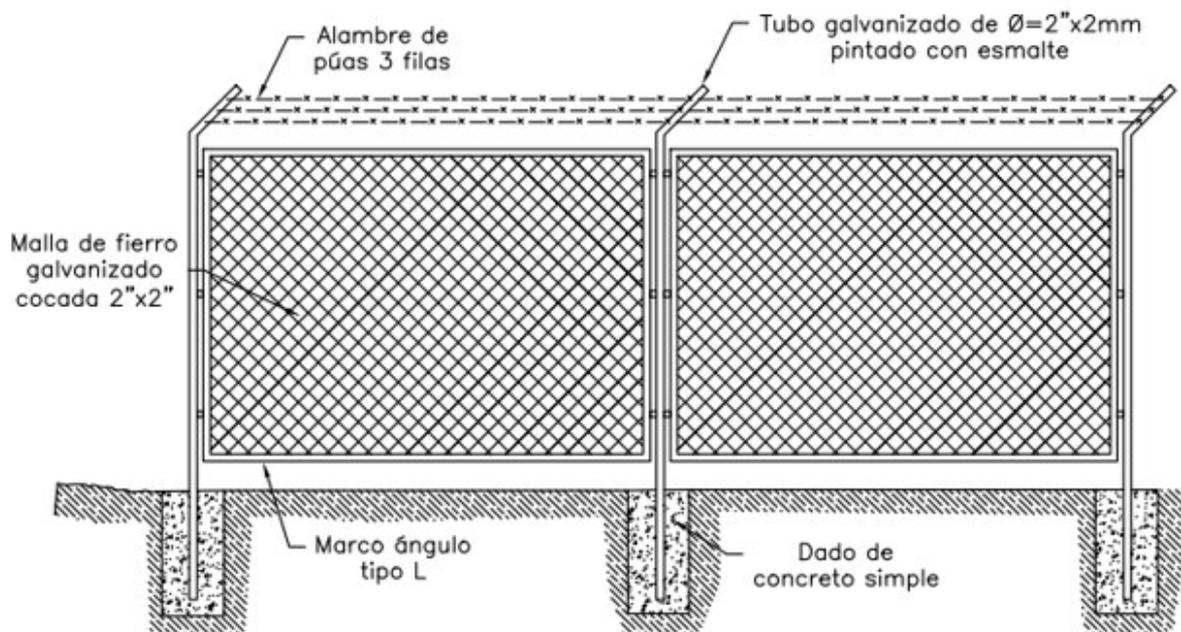
### 2.14.3. CERCO PERIMÉTRICO PARA RESERVORIO

El cerco perimétrico idóneo en zonas rurales para reservorios por su versatilidad, durabilidad, aislamiento al exterior y menor costo es a través de una malla de las siguientes características:

- Con una altura de 2,30 m dividido en paños con separación entre postes metálicos de 3,00 m y de tubo de 2" F°G°.
- Postes asentados en un dado de concreto simple  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 30\%$  de P.M.
- Malla de F°G° con cocada de 2" x 2" calibre BWG = 12, soldadas al poste metálico con un conector de Angulo F tipo L de 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8".
- Los paños están coronados en la parte superior con tres hileras de alambres de púas y en la parte inferior estarán sobre un sardinel de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

**FIGURA 15**

*Cerco perimétrico de reservorio*



Nota: La figura muestra la vista frontal del cerco perimétrico típico utilizado en zonas rurales

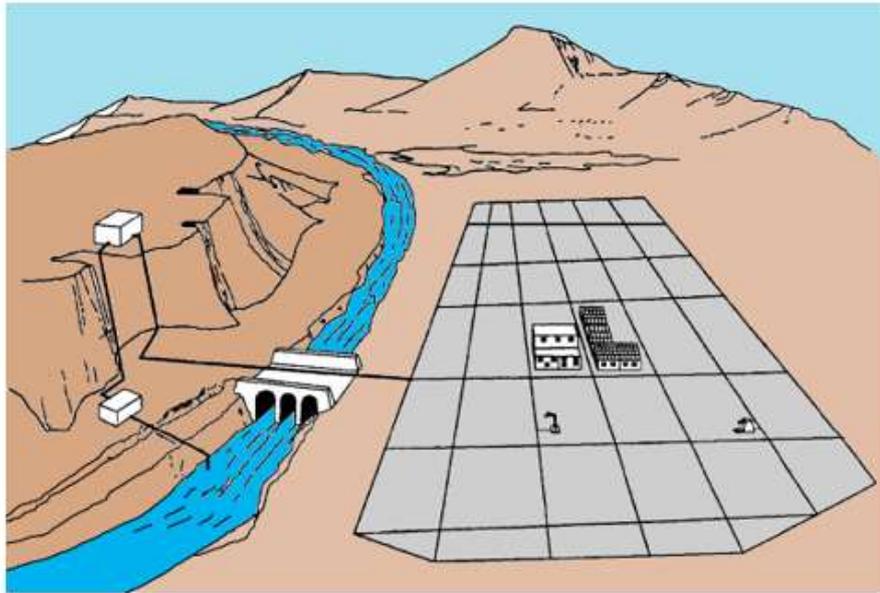
Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018)

## 2.2.12. REDES DE DISTRIBUCIÓN

Permite conducir el agua tratada hasta cada vivienda utilizando un conjunto de tuberías, estructuras, obras de arte, accesorios y conexiones domiciliarias. (MVCS, 2018)

### FIGURA 16

*Redes de distribución*



Nota: La figura muestra un esquema para una red de distribución cerrada

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018)

### 2.2.12.1. ASPECTOS GENERALES

Según MVCS (2018), para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

- Se diseñan con el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ).
- Los diámetros mínimos de las tuberías principales para redes cerradas deben ser de 25 mm (1"), y en redes abiertas, se admite un diámetro de 20 mm ( $\frac{3}{4}$ ") para ramales.
- En los cruces de tuberías no se debe permitir la instalación de accesorios en forma de cruz y se deben realizar siempre mediante piezas en tee de modo que forme

el tramo recto la tubería de mayor diámetro. Los diámetros de los accesorios en tee, siempre que existan comercialmente, se debe corresponder con los de las tuberías que unen, de forma que no sea necesario intercalar reducciones.

- La red de tuberías de abastecimiento de agua para consumo humano debe ubicarse siempre en una cota superior sobre otras redes que pudieran existir de aguas grises.

#### **2.2.12.2. VELOCIDADES ADMISIBLES**

Según MVCS (2018), para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

- La velocidad mínima no debe ser menor de 0,60 m/s. En ningún caso puede ser inferior a 0,30 m/s.
- La velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s.

#### **2.2.12.3. PRESIONES DE SERVICIO**

Según MVCS (2018), para la red de distribución se deberá cumplir lo siguiente:

- La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no debe ser menor de 5 m.c.a. y
- La presión estática no debe ser mayor de 60 m.c.a.

#### **2.2.13. CONEXIÓN DOMICILIARIA**

- 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.

### CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

##### a) UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

El centro poblado de Callancas está ubicado en el distrito y provincia de San Pablo, en la región de Cajamarca. Se encuentra a una altitud de 2898 m.s.n.m.

**TABLA 3**

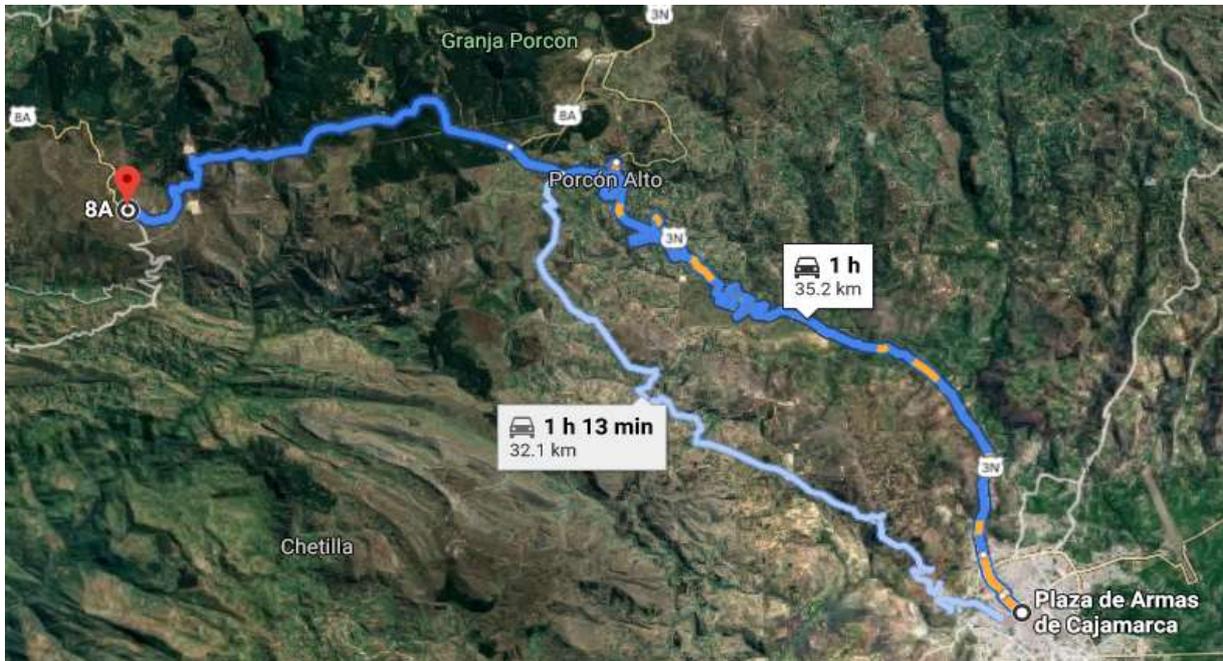
*Ruta Cajamarca - C.P. Callancas*

Sistema	Ruta	Distancia (km)	Tiempo
C.P. Callancas	Cajamarca - Desvío a Conga de Patiño	35.2	60 min
	Desvío a Conga de Patiño - Callancas	19.5	55 min

*Fuente: Datos tomados de Google Maps (2023)*

#### IMAGEN 1

*Ubicación geográfica Cajamarca - Desvío Conga de Patiño.*



*Nota: La imagen muestra la ruta Cajamarca - Desvío Conga de Patiño. Fuente: Google Maps*

## IMAGEN 2

*Ubicación geográfica Desvío Conga de Patiño - C.P. Callancas.*



*Nota: La imagen muestra la ruta Desvío Conga de Patiño - C.P. Callancas.*

*Fuente: Google Maps*

### b) POBLACIÓN

Según el Censo Nacional 2017 realizado por el INEI, el centro poblado de Callancas cuenta con 410 habitantes de los cuales 198 son hombres y 212 son mujeres.

### c) CLIMA

El clima de San Pablo se clasifica como cálido y templado. Hay precipitaciones durante todo el año. Hasta el mes más seco aún tiene mucha lluvia. En San Pablo, la temperatura media anual es de 14.0 °C. En un año, la precipitación es 2701 mm. Las temperaturas son más altas en promedio en noviembre, alrededor de 14.6 °C. El mes más frío del año es de 13.2 °C en el medio de julio.

#### **d) TOPOGRAFÍA**

En general, la topografía de la comunidad es accidentada, con pendientes entre el 10% y 42%, atravesando zonas de cultivo con laderas de mediana pendiente donde se encuentran las viviendas. El suelo es franco-arcilloso-limoso, y de naturaleza calcárea en la parte baja, con presencia suelos rocosos en las laderas medianamente altas de la comunidad.

### **3.2. METODOLOGÍA**

#### **3.3.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

##### **e) ECUESTAS**

Es un estudio observacional en el que el investigador busca recaudar datos por medio de un cuestionario previamente diseñado, sin modificar el entorno ni controlar el proceso que está en observación. Los datos se obtienen realizando un conjunto de preguntas normalizadas dirigidas a una muestra representativa o al conjunto total de la población estadística en estudio.

##### **f) OBSERVACIÓN**

Es una actividad realizada por un ser vivo, que detecta y asimila los rasgos de un elemento utilizando los sentidos como instrumentos principales. El término también puede referirse a cualquier dato recogido durante esta actividad. La observación, como técnica de investigación, consiste en "ver" y "oír" los hechos y fenómenos que queremos estudiar, y se utiliza fundamentalmente para conocer hechos.

### **3.3. PROCEDIMIENTO, TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

La evaluación hidráulica, se realizó mediante una descripción detallada del estado actual de los componentes de cada sistema (estado del concreto, accesorios, tuberías, revestimiento, pintura, tapas de inspección, cerco perimétrico, entre otros), y del chequeo hidráulico de las dimensiones, capacidades de almacenamiento, velocidades y presiones de cada componente, todo esto en base a las recomendaciones de la norma técnica de diseño: Opciones Tecnológicas

para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural emitido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El estado actual de los componentes se realizó por observación directa en las visitas técnicas a campo programadas y el chequeo hidráulico mediante aforos, medición de los consumos de agua en los reservorios y pruebas hidráulicas en las conexiones domiciliarias. La medición de los consumos de agua en los reservorios sirvió para calcular las variaciones de consumo (caudal promedio, máximo diario y máximo horario) y sus coeficientes, a partir, de los cuales se chequeo dimensiones de estructuras, diámetros de tuberías, velocidades admisibles y presiones de servicio tanto en conducción, distribución y conexiones domiciliarias. Los datos recolectados fueron: las variaciones volumétricas de los reservorios observados durante 5 días, el levantamiento topográfico con estación total, las presiones de servicio obtenidas mediante prueba hidráulica en las conexiones domiciliarias y el trabajo en gabinete de las redes de conducción y distribución de cada sistema, todo esto, sumado a la ayuda del software WaterCad nos proporcionarán resultados, los cuales serán analizados y discutidos tomando en cuenta la normativa vigente. Por otro lado, en el funcionamiento hidráulico se realizó una descripción detallada de las acciones de operación, mantenimiento, inspección, reparación, desgaste y maniobra que cada J.A.S.S. realiza en cada uno de los sistemas evaluados.

### **3.4. PRESENTACION DE RESULTADOS**

#### **3.3.2. EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE LA INFRAESTRUCTURA**

##### **3.3.2.1. EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE CAPTACIONES**

- EL POZO: Captación del tipo ladera que abastece al S.A.P. Yanayacu, fue construida en el año 2008, compuesta con protección del afloramiento y cámara húmeda. No Presenta fisuras a nivel estructural, respecto a la protección del afloramiento cuenta con tapa de inspección con escasa pintura y bordes oxidados, no cuenta con material filtrante. Respecto a la cámara húmeda, presenta tapa de

inspección con escasa pintura y bordes oxidados, cuenta con canastilla en la tubería de salida, presenta tubería de limpieza y tubería de rebose, no cuenta con dado de protección ni mampostería de piedra en la parte final de la tubería de rebose, no presenta tubería de ventilación. No presenta cámara de válvulas. El cerco perimétrico es de alambre de púas con postes de madera los cuales se encuentran podridos. La estructura en general no se encuentra pintada.

### **IMAGEN 3**

*Captación El Pozo.*



*Nota: Estado actual de la captación El Pozo, estructura que pertenece al sistema de abastecimiento Yanayacu.*

#### **IMAGEN 4**

*Cámara húmeda de la captación El Pozo.*



*Nota: Infraestructura hidráulica - Cámara húmeda de la captación El Pozo.*

#### **IMAGEN 5**

*Protección del afloramiento de la captación El Pozo.*



*Nota: Infraestructura hidráulica - Protección del afloramiento de la captación El Pozo.*

- LA CUCHARILLA: Captación del tipo ladera, compuesta con protección del afloramiento y cámara húmeda. No Presenta fisuras a nivel estructural, respecto a la protección del afloramiento cuenta con tapa de inspección con escasa pintura y bordes oxidados, no cuenta con material filtrante. Respecto a la cámara húmeda, presenta tapa de inspección con escasa pintura y bordes oxidados, cuenta con canastilla en la tubería de salida, presenta tubería de limpieza y tubería de rebose, no cuenta con dado de protección ni mampostería de piedra en la parte final de la tubería de rebose, no presenta tubería de ventilación. No presenta cámara de válvulas. El cerco perimétrico es de alambre de púas con postes de madera los cuales se encuentran podridos. La estructura en general no se encuentra pintada.
- LIRIO: Captación del tipo ladera que abastece al S.A.P. Bellavista, creada en el año 2000, compuesta con protección del afloramiento y cámara húmeda. No Presenta fisuras a nivel estructural, respecto a la protección del afloramiento cuenta con tapa de inspección pintada y en buen estado, no cuenta con material filtrante. Respecto a la cámara húmeda, presenta tapa de inspección pintada y en buen estado, cuenta con canastilla en la tubería de salida, presenta tubería de limpieza y tubería rebose, no cuenta con dado de protección ni mampostería de piedra en la parte final de la tubería de rebose, no presenta tubería de ventilación. No presenta cámara de válvulas. El cerco perimétrico es de alambre de púas con postes de madera los cuales se encuentran podridos, no presenta puerta de acceso. La estructura en general no se encuentra pintada.

## IMAGEN 6

*Captación El Lirio.*



*Nota: Estado actual de la captación El Lirio, estructura que pertenece al sistema de abastecimiento Bellavista.*

## IMAGEN 7

*Cámara húmeda de la captación El Lirio.*



*Nota: Infraestructura hidráulica - cámara húmeda de la captación El Lirio.*

- EL EUCALIPTO: Captación del tipo ladera que abastece al S.A.P. Lancheconga, creada en el año 2012, compuesta con protección del afloramiento, cámara húmeda y cámara seca. No Presenta fisuras a nivel estructural, respecto a la protección del afloramiento cuenta con tapa de inspección pintada en buen estado, cuenta con material filtrante el cual no funciona adecuadamente. Respecto a la cámara húmeda, presenta tapa de inspección pintada en buen estado, no cuenta con canastilla en la tubería de salida, presenta tubería de limpieza y rebose, no cuenta con dado de protección ni mampostería en la parte final de la tubería de rebose, presenta tubería de ventilación. La cámara seca presenta tapa de inspección en buen estado y una válvula compuerta que sirve para controlar el flujo del agua. El cerco perimétrico es de malla con postes de fierro galvanizado los cuales se encuentran en buen estado.

## IMAGEN 8

*Captación El Eucalipto.*



*Nota: Estado actual de la captación El Eucalipto, estructura que pertenece al sistema de abastecimiento Lancheconga.*

## IMAGEN 9

*Protección del afloramiento de la captación El Eucalipto.*



*Nota: Infraestructura hidráulica de la protección del afloramiento de la captación El Eucalipto.*

## IMAGEN 10

*Cámara húmeda de la captación El Eucalipto.*



*Nota: Infraestructura hidráulica de la cámara húmeda de la captación El Eucalipto.*

### **3.3.2.2. EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

- S.A.P. Yanayacu: Construida en el año 2008, presenta 470 m de tubería de una pulgada, los cuales se encuentran enterrados en su totalidad. No presenta pases aéreos.
- S.A.P. Bellavista: Construida en el año 2000, presenta 955 m de tubería de una pulgada, los cuales se encuentran enterrados en su totalidad. No presenta pases aéreos.
- S.A.P. Lanchecona: Construida en el año 2012, presenta 4550 m de tubería de dos pulgadas de diferentes clases debido a la topografía accidentada del terreno, los cuales se encuentran enterrados en su totalidad. Presenta dos pases aéreos a lo largo de la conducción, los cuales se encuentran en buen estado.

### **3.3.2.3. EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE CÁMARAS ROMPE PRESIÓN TIPO 6**

- S.A.P. Yanayacu: No presenta cámaras rompe presión tipo 6.
- S.A.P. Bellavista: La línea de conducción cuenta con una cámara rompe presión. No Presenta fisuras a nivel estructural, cuenta con tapa de inspección pintada en buen estado, presenta canastilla en la tubería de salida, presenta tubería de limpieza y tubería de rebose, no cuenta con dado de protección ni mampostería de piedra en la parte final de la tubería de rebose, no cuenta con tubería de ventilación. El cerco perimétrico es de alambre de púas con postes de madera, no presenta puerta de acceso. La estructura en general se encuentra pintada.

## IMAGEN 11

*Cámara rompe presión tipo 6 - S.A.P. Bellavista.*



*Nota: Estado actual de las cámaras rompe presión en la línea de conducción del sistema de abastecimiento Bellavista.*

- S.A.P. Lancheonga: La línea de conducción cuenta con dos cámaras rompe presión. No Presentan fisuras a nivel estructural, cuentan con tapas de inspección pintadas y en buen estado, no presentan canastilla en la tubería de salida, presentan tubería de limpieza y tubería de rebose, cuentan con dado de protección sin mampostería de piedra en la tubería de rebose, cuentan con tubería de ventilación en buen estado. El cerco perimétrico es de alambre de púas con postes de madera los cuales se encuentran deteriorados, no presentan puerta de acceso. Las estructuras en general se encuentran pintadas.

## IMAGEN 12

*Cámara rompe presión tipo 6 - S.A.P. Lancheconga.*



*Nota: Estado actual de las cámaras rompe presión en la línea de conducción del sistema de abastecimiento Lancheconga.*

### 3.3.2.4. EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE PLANTA DE TRATAMIENTO

- S.A.P. Lancheconga: Cuenta con una planta reguladora de PH debido a la acidez que presenta el agua. No Presenta fisuras a nivel estructural, cuenta con tres cámaras donde se realiza el tratamiento del agua y una caja de válvulas, las cuales presentan tapas de inspección pintadas y en buen estado, no presenta canastilla en la tubería de salida, presenta tubería de limpieza y tubería de rebose, no cuenta con dado de protección ni mampostería de piedra en la parte final de la tubería de rebose, no cuenta con tubería de ventilación. No presenta cerco perimétrico. La estructura en general se encuentra pintada.

## IMAGEN 13

*Cámara Reguladora de P.H.*



*Nota: Estado actual de la cámara reguladora de P.H., estructura que pertenece al sistema de abastecimiento Lanchecongá.*

### 3.3.2.5. EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE RESERVORIOS

- S.A.P. Yanayacu: Presenta un reservorio circular de 10.5 m<sup>3</sup> de almacenamiento, ubicada a una altitud de 3230.87 m.s.n.m. No Presenta fisuras a nivel estructural, cuenta con tapa de inspección pintada en buen estado, no presenta canastilla en la tubería de salida, presenta tubería de limpieza y tubería rebose en buen estado, no cuenta con dado de protección ni mampostería de piedra en la parte final de la tubería de rebose, no cuenta con tubería de ventilación. La cámara de válvulas, cuenta con tapa metálica de inspección pintada en buen estado, presenta tubería de ingreso, tubería de salida, tubería de limpieza con su respectiva válvula compuerta, además presenta tubería de rebose todo ello en buen estado. No presenta bypass existente necesario para la limpieza del reservorio. El cerco

perimétrico es de alambre de púas con postes de madera los cuales se encuentran deteriorados, no presenta puerta de acceso. La estructura en general se encuentra con pintura desgastada.

#### **IMAGEN 14**

*Reservorio - sistema de abastecimiento Yanayacu.*



*Nota: Estado actual del reservorio del sistema de abastecimiento Yanayacu.*

**IMAGEN 15**

*Almacenamiento interior del reservorio Yanayacu.*



*Nota: Infraestructura hidráulica del almacenamiento interior del reservorio Yanayacu.*

**IMAGEN 16**

*Cámara de válvulas del reservorio Yanayacu.*



*Nota: Infraestructura hidráulica de la cámara de válvulas del reservorio Yanayacu.*

- S.A.P. Bellavista: Presenta un reservorio cuadrado de 6.8 m<sup>3</sup> de almacenamiento, ubicada a una altitud de 3319.30 m.s.n.m. Presenta fisuras a nivel estructural, se evidencia filtraciones en los muros de la estructura, cuenta con tapa de inspección pintada en buen estado, presenta canastilla de fiero galvanizado en la tubería de salida, presenta tubería de limpieza y tubería de rebose en buen estado, no cuenta con dado de protección ni mampostería de piedra en la parte final de la tubería de rebose, no cuenta con tubería de ventilación. La cámara de válvulas, cuenta con tapa metálica de inspección pintada en buen estado, presenta tubería de ingreso, tubería de salida, tubería de limpieza con su respectiva válvula compuerta, además presenta tubería de rebose todo ello en buen estado. Cuenta con bypass, importante cuando se realiza la limpieza del reservorio. No presenta cerco perimétrico. La estructura en general no se encuentra pintada.

#### **IMAGEN 17**

*Reservorio - sistema de abastecimiento Bellavista.*



*Nota: Estado actual del reservorio del sistema de abastecimiento Bellavista.*

**IMAGEN 18**

*Almacenamiento interior del reservorio Bellavista.*



*Nota: Infraestructura hidráulica del almacenamiento interior del reservorio Bellavista.*

**IMAGEN 19**

*Cámara de válvulas del reservorio Bellavista.*



*Nota: Infraestructura hidráulica de la cámara de válvulas del reservorio Bellavista.*

- S.A.P. Lancheconga: Presenta un reservorio cuadrado de 13.9 m<sup>3</sup> de almacenamiento, ubicada a una altitud de 3057.52 m.s.n.m. No presenta fisuras a nivel estructural, cuenta con tapa de inspección pintada en buen estado, no presenta canastilla en la tubería de salida, presenta tubería de limpieza y tubería de rebose en buen estado, no cuenta con dado de protección ni mampostería de piedra en la parte final de la tubería de rebose, no cuenta con tubería de ventilación. La cámara de válvulas, cuenta con tapa metálica de inspección pintada en buen estado, presenta tubería de ingreso, tubería de salida con su respectiva válvula compuerta, además presenta tubería de rebose todo ello en buen estado. No presenta tubería de limpieza, ni con bypass importante durante la limpieza del reservorio. No presenta cerco perimétrico.

## IMAGEN 20

*Reservorio - sistema de abastecimiento Lancheconga.*



*Nota: Estado actual del reservorio del sistema de abastecimiento Lancheconga.*

## IMAGEN 21

*Cámara de válvulas del reservorio Lancheconga.*



*Nota: Infraestructura hidráulica de la cámara de válvulas del reservorio Lancheconga.*

### **3.3.2.6. EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE CÁMARAS ROMPE PRESIÓN TIPO 7**

- S.A.P. Yanayacu: La línea de distribución cuenta con nueve cámaras rompe presión. Ninguna de las cámaras presenta fisuras a nivel estructural, todas ellas cuentan con tapas de inspección pintadas en buen estado, no presentan canastillas en la tubería de salida, presentan tuberías de limpieza y tuberías de rebose, ninguna de las cámaras cuenta con dado de protección ni mampostería de piedra en la tubería de rebose, las cámaras cuentan con tubería de ventilación, pero no presentan el tapón perforado al final de este. El cerco perimétrico de todas ellas es de alambre de púas con postes de madera deteriorados, no presentan puertas de acceso. Las estructuras en general se encuentran pintadas.

## IMAGEN 22

*Cámara rompe presión tipo7 - Yanayacu.*



*Nota: Las imágenes a) y b) muestran el estado actual de las cámaras rompe presión en la línea de distribución del sistema de abastecimiento Yanayacu.*

## IMAGEN 23

*Cámara húmeda de cámara rompe presión tipo7 - Yanayacu.*



Nota: Infraestructura hidráulica de la cámara húmeda de la cámara rompe presión tipo7.

- S.A.P. Bellavista: La línea de distribución cuenta con seis cámaras rompe presión. Ninguna de ellas presenta fisuras a nivel estructural, todas ellas cuentan con tapas de inspección pintadas y en buen estado, canastillas de fierro galvanizado en las tuberías de salida, presentan tuberías de limpieza y tuberías de rebose, ninguna de las cámaras cuenta con dado de protección ni mampostería de piedra en la tubería de rebose, las cámaras cuentan con tubería de ventilación, pero no presentan el tapón perforado al final de este. El cerco perimétrico de todas ellas es de alambre de púas con postes de madera deteriorados, no presentan puertas de acceso. Las estructuras en general se encuentran pintadas.

## IMAGEN 24

*Cámara rompe presión tipo7 - Bellavista.*

c)



d)



*Nota: Las imágenes c) y d) muestran el estado actual de las cámaras rompe presión en la línea de distribución del sistema de abastecimiento Bellavista.*

## IMAGEN 25

*Cámara húmeda de cámara rompe presión tipo7 - Bellavista.*



Nota: Infraestructura hidráulica de la cámara húmeda de la cámara rompe presión tipo7.

- S.A.P. Lancheonga: La línea de distribución cuenta con doce cámaras rompe presión, ninguna de ellas presenta fisuras a nivel estructural, todas las cámaras cuentan con tapas de inspección pintadas y en buen estado, canastillas de PVC en las tuberías de salida, presentan tuberías de limpieza y tuberías de rebose, ninguna de las cámaras cuentan con dado de protección ni mampostería de piedra en las tuberías de rebose, las cámaras cuentan con tubería de ventilación y presentan el tapón perforado al final de este. El cerco perimétrico de todas ellas es de alambre de púas con postes de madera deteriorados, no presentan puertas de acceso. Las estructuras en general se encuentran pintadas.

**IMAGEN 26**

*Cámara rompe presión tipo7 - Lancheconga.*



*Nota: Las imágenes e) y f) muestran el estado actual de las cámaras rompe presión en la línea de distribución del sistema de abastecimiento Lancheconga.*

## IMAGEN 27

*Cámara húmeda de cámara rompe presión tipo7 - Lancheconga.*



Nota: Infraestructura hidráulica de la cámara húmeda de la cámara rompe presión tipo7.

### 3.3.2.7. EVALUACIÓN HIDRÁULICA DE RED DE DISTRIBUCIÓN

- S.A.P. Yanayacu: Presenta 659
- 2 m de tubería de 1/2 y 3/4 de pulgada, los cuales se encuentran enterrados en su totalidad. Construida en el año 2008. No presenta pases aéreos.
- S.A.P. Bellavista: Presenta 6520 m de tubería de 1/2, 3/4 y 1 pulgada, los cuales se encuentran enterrados en su totalidad. Construida en el año 2000. No presenta pases aéreos.
- S.A.P. Lancheconga: Presenta 21 407 m de tubería de 1/2, 3/4 y 1 1/2 pulgada, los cuales se encuentran enterrados en su totalidad. Construida en el año 2012. No presenta pases aéreos.

### 3.3.2.8. VARIACIONES DE CONSUMO

- S.A.P. Yanayacu:

**TABLA 4**

*Descensos del nivel de agua – Reservorio Yanayacu.*

Hora	Descenso de Agua (m)				
	Día				
	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.	Dom.
6:00	0.40	0.38	0.40	0.35	0.38
7:00	0.40	0.38	0.40	0.35	0.38
8:00	0.60	0.54	0.56	0.55	0.50
9:00	0.79	0.72	0.70	0.78	0.65
10:00	1.00	0.95	0.85	1.02	0.75
11:00	1.22	1.18	0.97	1.19	0.95
12:00	1.35	1.36	1.13	1.38	1.10
13:00	1.45	1.58	1.28	1.52	1.25
14:00	1.58		1.48		1.46
15:00			1.58		1.58

*Nota: Descensos de agua medidos en metros desde la parte inferior de la losa superior del reservorio hasta el nivel de agua en una hora determinada.*

**TABLA 5**

*Consumo de agua (m) - Reservorio Yanayacu.*

Hora	Consumo de Agua por Hora (m)				
	Día				
	Mie.	Jue.	Vie.	Sab.	Dom.
6:00 - 7:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7:00 - 8:00	0.20	0.16	0.20	0.16	0.12
8:00 - 9:00	0.19	0.18	0.23	0.14	0.15
9:00 - 10:00	0.21	0.23	0.24	0.15	0.10
10:00 - 11:00	0.22	0.23	0.17	0.12	0.20
11:00 - 12:00	0.13	0.18	0.19	0.16	0.15
12:00 - 13:00	0.10	0.22	0.14	0.15	0.15
13:00 - 14:00	0.13			0.20	0.21
14:00 - 15:00				0.10	0.12

*Nota: Consumo de agua medido en metros.*

El S.A.P. Yanayacu presenta un reservorio circular de radio interior igual a 1.45 m lo que representa un área de 6.605 m<sup>2</sup>.

**TABLA 6**

*Consumo de agua (m<sup>3</sup>) - Reservorio Yanayacu.*

<b>Consumo de Agua por Hora (m<sup>3</sup>)</b>					
<b>Hora</b>	<b>Día</b>				
	<b>Mie.</b>	<b>Jue.</b>	<b>Vie.</b>	<b>Sab.</b>	<b>Dom.</b>
6:00 - 7:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7:00 - 8:00	1.32	1.06	1.32	1.06	0.79
8:00 - 9:00	1.25	1.19	1.52	0.92	0.99
9:00 - 10:00	1.39	1.52	1.59	0.99	0.66
10:00 - 11:00	1.45	1.52	1.12	0.79	1.32
11:00 - 12:00	0.86	1.19	1.25	1.06	0.99
12:00 - 13:00	0.66	1.45	0.92	0.99	0.99
13:00 - 14:00	0.86			1.32	1.39
14:00 - 15:00				0.66	0.79

*Nota: Consumo de agua medido en metros cúbicos.*

**TABLA 7**

*Consumo de agua (lt) - Reservorio Yanayacu.*

<b>Consumo en Litros</b>					
<b>Hora</b>	<b>Día</b>				
	<b>Mie.</b>	<b>Jue.</b>	<b>Vie.</b>	<b>Sab.</b>	<b>Dom.</b>
6:00 - 7:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7:00 - 8:00	1321.0	1056.8	1321.0	1056.8	792.6
8:00 - 9:00	1255.0	1188.9	1519.2	924.7	990.8
9:00 - 10:00	1387.1	1519.2	1585.2	990.8	660.5
10:00 - 11:00	1453.1	1519.2	1122.9	792.6	1321.0
11:00 - 12:00	858.7	1188.9	1255.0	1056.8	990.8
12:00 - 13:00	660.5	1453.1	924.7	990.8	990.8
13:00 - 14:00	858.7			1321.0	1387.1
14:00 - 15:00				660.5	792.6
<b>Total</b>	<b>7794.1</b>	<b>7926.2</b>	<b>7728.1</b>	<b>7794.1</b>	<b>7926.2</b>

*Nota: Consumo de agua medido en litros.*

**TABLA 8***Variaciones de consumo – S.A.P. Yanayacu.*

	<b>Caudales</b>				
	7794.1	7926.2	7728.1	7794.1	7926.2
<b>Consumo (lt)</b>	7794.1	7926.2	7728.1	7794.1	7926.2
<b>Tiempo (horas)</b>	7	6	6	8	8
<b>Caudal (l/s)</b>	0.309	0.367	0.358	0.271	0.275
<b>Caudal Prom.</b>	0.316				
<b>Caudal máx. diario (l/s)</b>	0.367				
<b>Caudal máx. horario (l/s)</b>	0.440				
<b>K1</b>	1.161				
<b>K2</b>	1.394				

*Nota: Coeficientes y variaciones de consumo medidos en S.A.P. Yanayacu.*

- S.A.P. Bellavista:

**TABLA 9***Descensos del nivel de agua – Reservorio Bellavista.*

<b>Hora</b>	<b>Descenso de Agua (m)</b>				
	<b>Día</b>				
	<b>Vie.</b>	<b>Sáb.</b>	<b>Dom.</b>	<b>Lun.</b>	<b>Mar.</b>
6:00					
7:00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
8:00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
9:00	0.35	0.33	0.39	0.39	0.38
10:00	0.44	0.44	0.51	0.47	0.53
11:00	0.53	0.56	0.67	0.56	0.67
12:00	0.60	0.66	0.79	0.70	0.78
13:00	0.70	0.80	0.92	0.82	0.87
14:00	0.81	0.93	1.05	0.91	0.95
15:00	0.90	1.05		1.05	1.05
16:00	1.05				

*Nota: Descensos de agua medidos en metros desde la parte inferior de la losa superior del reservorio hasta el nivel de agua en una hora determinada.*

**TABLA 10***Consumo de agua (m) - Reservorio Bellavista.*

<b>Consumo de Agua por Hora (m)</b>					
<b>Hora</b>	<b>Día</b>				
	<b>Vie.</b>	<b>Sáb.</b>	<b>Dom.</b>	<b>Lun.</b>	<b>Mar.</b>
6:00 - 7:00					
7:00 - 8:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8:00 - 9:00	0.10	0.08	0.14	0.14	0.13
9:00 - 10:00	0.09	0.11	0.12	0.08	0.15
10:00 - 11:00	0.09	0.12	0.16	0.09	0.14
11:00 - 12:00	0.07	0.10	0.12	0.14	0.11
12:00 - 13:00	0.10	0.14	0.13	0.12	0.09
13:00 - 14:00	0.11	0.13	0.13	0.09	0.08
14:00 - 15:00	0.09	0.12		0.14	0.10
15:00 - 16:00	0.15				

*Nota: Consumo de agua medido en metros.*

El S.A.P. Bellavista presenta un reservorio rectangular 2.20 x 2.20 m lo que representa un área de 4.840 m<sup>2</sup>.

**TABLA 11***Consumo de agua (m<sup>3</sup>) - Reservorio Bellavista.*

<b>Consumo de Agua por Hora (m<sup>3</sup>)</b>					
<b>Hora</b>	<b>Día</b>				
	<b>Vie.</b>	<b>Sáb.</b>	<b>Dom.</b>	<b>Lun.</b>	<b>Mar.</b>
6:00 - 7:00					
7:00 - 8:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8:00 - 9:00	0.49	0.41	0.68	0.68	0.63
9:00 - 10:00	0.43	0.51	0.58	0.39	0.73
10:00 - 11:00	0.44	0.58	0.77	0.44	0.68
11:00 - 12:00	0.34	0.48	0.58	0.68	0.53
12:00 - 13:00	0.48	0.68	0.63	0.58	0.44
13:00 - 14:00	0.53	0.63	0.63	0.44	0.39
14:00 - 15:00	0.44	0.58		0.68	0.48
15:00 - 16:00	0.73				

*Nota: Consumo de agua medido en metros cúbicos.*

**TABLA 12***Consumo de agua (lt) - Reservorio Bellavista.*

Hora	Consumo en Litros				
	Día				
	Vie.	Sáb.	Dom.	Lun.	Mar.
6:00 - 7:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7:00 - 8:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8:00 - 9:00	489.5	407.9	677.6	677.6	629.2
9:00 - 10:00	430.1	511.7	580.8	387.2	726.0
10:00 - 11:00	435.6	580.8	774.4	435.6	677.6
11:00 - 12:00	338.8	484.0	580.8	677.6	532.4
12:00 - 13:00	484.0	677.6	629.2	580.8	435.6
13:00 - 14:00	532.4	629.2	629.2	435.6	387.2
14:00 - 15:00	435.6	580.8		677.6	484.0
15:00 - 16:00	726.0				
<b>Total</b>	<b>3872.0</b>	<b>3872.0</b>	<b>3872.0</b>	<b>3872.0</b>	<b>3872.0</b>

*Nota: Consumo de agua medido en litros.***TABLA 13***Variaciones de consumo - S.A.P. Bellavista.*

Consumo (lt)	Caudales				
	3872	3872	3872	3872	3872
Tiempo (horas)	8	7	6	7	7
Caudal (l/s)	0.134	0.154	0.179	0.154	0.154
Caudal Prom.	0.155				
Caudal máx. diario (l/s)	0.179				
Caudal máx. horario (l/s)	0.215				
K1	1.157				
K2	1.388				

*Nota: Coeficientes y variaciones de consumo medidos en S.A.P. Bellavista.*

- S.A.P. Lancheconga:

**TABLA 14**

*Descensos del nivel de agua – Reservorio Lancheconga.*

Hora	Descenso de Agua (m)				
	Día				
	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.
6:00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
7:00	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
8:00	0.44	0.35	0.39	0.41	0.43
9:00	0.77	0.52	0.51	0.53	0.56
10:00	1.01	0.59	0.6	0.61	0.62
11:00	1.12	0.72	0.71	0.69	0.72
12:00	1.24	0.82	0.83	0.76	0.83
13:00	1.36	0.91	0.95	0.87	0.95
14:00	1.47	1.10	1.14	0.98	1.09
15:00			1.36	1.23	1.42

*Nota: Descensos de agua medidos en metros desde la parte inferior de la losa superior del reservorio hasta el nivel de agua en una hora determinada.*

**TABLA 15**

*Consumo de agua (m) - Reservorio Lancheconga.*

Hora	Consumo de Agua por Hora (m)				
	Día				
	Lun.	Mar.	Mie.	Jue.	Vie.
6:00 - 7:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7:00 - 8:00	0.29	0.20	0.24	0.26	0.28
8:00 - 9:00	0.33	0.17	0.12	0.12	0.13
9:00 - 10:00	0.24	0.07	0.09	0.08	0.06
10:00 - 11:00	0.11	0.13	0.11	0.08	0.10
11:00 - 12:00	0.12	0.10	0.12	0.07	0.11
12:00 - 13:00	0.12	0.09	0.12	0.11	0.12
13:00 - 14:00	0.11	0.19	0.19	0.11	0.14
14:00 - 15:00			0.22	0.25	0.33
15:00 - 16:00					

*Nota: Consumo de agua medido en metros.*

El S.A.P. Lancheonga presenta un reservorio rectangular 2.70 x 2.70 m lo que representa un área de 7.290 m<sup>2</sup>.

**TABLA 16**

*Consumo de agua (m<sup>3</sup>) - Reservorio Lancheonga.*

<b>Consumo de Agua por Hora (m<sup>3</sup>)</b>					
<b>Hora</b>	<b>Día</b>				
	<b>Lun.</b>	<b>Mar.</b>	<b>Mie.</b>	<b>Jue.</b>	<b>Vie.</b>
6:00 - 7:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7:00 - 8:00	2.11	1.46	1.75	1.90	2.04
8:00 - 9:00	2.41	1.24	0.87	0.87	0.95
9:00 - 10:00	1.75	0.51	0.66	0.58	0.44
10:00 - 11:00	0.80	0.95	0.80	0.58	0.73
11:00 - 12:00	0.87	0.73	0.87	0.51	0.80
12:00 - 13:00	0.87	0.66	0.87	0.80	0.87
13:00 - 14:00	0.80	1.39	1.39	0.80	1.02
14:00 - 15:00			1.60	1.82	2.41
15:00 - 16:00					

*Nota: Consumo de agua medido en metros cúbicos.*

**TABLA 17**

*Consumo de agua (lt) - Reservorio Lancheonga.*

<b>Consumo en Litros</b>					
<b>Hora</b>	<b>Día</b>				
	<b>Lun.</b>	<b>Mar.</b>	<b>Mie.</b>	<b>Jue.</b>	<b>Vie.</b>
6:00 - 7:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7:00 - 8:00	2114.1	1458.0	1749.6	1895.4	2041.2
8:00 - 9:00	2405.7	1239.3	874.8	874.8	947.7
9:00 - 10:00	1749.6	510.3	656.1	583.2	437.4
10:00 - 11:00	801.9	947.7	801.9	583.2	729.0
11:00 - 12:00	874.8	729.0	874.8	510.3	801.9
12:00 - 13:00	874.8	656.1	874.8	801.9	874.8
13:00 - 14:00	801.9	1385.1	1385.1	801.9	1020.6
14:00 - 15:00			1603.8	1822.5	2405.7
15:00 - 16:00					
<b>Total</b>	9622.8	6925.5	8820.9	7873.2	9258.3

*Nota: Consumo de agua medido en litros.*

**TABLA 18***Variaciones de consumo - S.A.P. Lanheconga.*

	<b>Caudales</b>				
<b>Consumo (lt)</b>	9622.8	6925.5	8820.9	7873.2	9258.3
<b>Tiempo (horas)</b>	7	7	8	8	8
<b>Caudal (l/s)</b>	0.382	0.275	0.306	0.273	0.321
<b>Caudal Prom.</b>	0.312				
<b>Caudal máx. diario (l/s)</b>	0.382				
<b>Caudal máx. horario (l/s)</b>	0.668				
<b>K1</b>	1.226				
<b>K2</b>	2.145				

*Nota: Coeficientes y variaciones de consumo medidos en S.A.P. Lanheconga.***3.3.2.9. CHEQUEO HIDRÁULICO DE CAPTACIONES**

- S.A.P. Yanayacu.

**TABLA 19***Aforo de la captación La Cucharilla.*

<b>Aforo - Captación La Cucharilla</b>		
<b>Volumen (l)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
5.00	33.25	0.150
5.00	32.46	0.154
5.00	32.10	0.156
<b>Promedio</b>		0.153

*Nota: Aforo del caudal (l/s) de la captación La Cucharilla - S.A.P. Yanayacu.*

**TABLA 20**

*Capacidad de la cámara húmeda en la captación La Cucharilla.*

<b>Capacidad – Cámara húmeda</b>		
Gasto	0.15	l/s
Largo	0.60	m
Ancho	0.60	m
Altura	0.80	m
Altura de Canastilla	0.10	m
Diámetro de Canastilla	2.00	Pulgada
Desnivel Mínimo	0.00	m
Borde Libre	0.30	m
Diámetro Ingreso	2.25	Pulgada
Diámetro Salida	1.00	Pulgada
Coefficiente Descarga	0.80	
Gravedad	9.81	m/s <sup>2</sup>
Área Orificio de salida	0.0005	m <sup>2</sup>
<b>Velocidad</b>	0.060	m/s
<b>Carga de Agua</b>	0.0003	m
<b>Tiempo de Descarga</b>	6.761	s
<b>Volumen Calculado</b>	0.0010	m <sup>3</sup>
<b>Volumen Existente</b>	0.1349	m <sup>3</sup>
<b>Volumen Calculado &lt; Volumen Existente</b>		

*Nota: La tabla muestra el volumen calculado en comparación al existente de la cámara húmeda de la captación La Cucharilla.*

**TABLA 21**

*Número de orificios y ancho de pantalla en la captación La Cucharilla.*

<b>Orificios – Ancho de pantalla</b>		
Gasto	0.15	l/s
Velocidad	0.50	m/s
Coefficiente Descarga	0.80	
Diámetro Existente	0.75	Pulgada
Área estimada	0.0003	m <sup>2</sup>
<b>Área Total</b>	0.0004	m <sup>2</sup>
<b>Número Orificios Calculados</b>	3.00	Und
<b>Número Orificios Existentes</b>	3.00	Und
<b>Ancho Pantalla Calculado</b>	0.40	m
<b>Ancho Pantalla Existente</b>	0.60	m
<b>N° Orificios Calculados = N° Orificios Existentes</b>		
<b>Ancho Pantalla Calculado &lt; Ancho Pantalla Existente</b>		

*Nota: La tabla muestra el N° de orificios y ancho de pantalla calculado en comparación a los existentes de la captación La Cucharilla.*

**TABLA 22**

*Aforo de la captación El Pozo.*

<b>Aforo – Captación El Pozo</b>		
<b>Volumen (l)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
5.00	28.25	0.177
5.00	28.50	0.175
5.00	27.56	0.181
<b>Promedio</b>		0.178

*Nota: aforo del caudal (l/s) de la captación El Pozo - S.A.P. Yanayacu.*

**TABLA 23**

*Capacidad de la cámara húmeda en la captación El Pozo.*

<b>Capacidad – Cámara húmeda</b>		
Gasto	0.18	l/s
Largo	0.60	m
Ancho	0.60	m
Altura	0.80	m
Altura de Canastilla	0.10	m
Diámetro de Canastilla	2.00	Pulgada
Desnivel Mínimo	0.00	m
Borde Libre	0.30	m
Diámetro Ingreso	2.25	Pulgada
Diámetro Salida	1.00	Pulgada
Coefficiente Descarga	0.80	
Gravedad	9.81	m/s <sup>2</sup>
Área Orificio	0.0005	m <sup>2</sup>
<b>Velocidad</b>	0.069	m/s
<b>Carga de Agua</b>	0.0004	m
<b>Tiempo de Descarga</b>	7.844	s
<b>Volumen Calculado</b>	0.0014	m <sup>3</sup>
<b>Volumen Existente</b>	0.1349	m <sup>3</sup>
<b>Volumen Calculado &lt; Volumen Existente</b>		

*Nota: La tabla muestra el volumen calculado en comparación al existente de la cámara húmeda de la captación El Pozo.*

**TABLA 24**

*Número de orificios y ancho de pantalla en la captación El Pozo.*

<b>Orificios – Ancho de pantalla</b>		
Gasto	0.18	l/s
Velocidad	0.50	m/s
Coefficiente Descarga	0.80	
Diámetro Existente	0.75	Pulgada
Área estimada	0.0003	m <sup>2</sup>
<b>Área Total</b>	0.0004	m <sup>2</sup>
<b>Número Orificios Calculados</b>	3.00	Und
<b>Número Orificios Existentes</b>	3.00	Und
<b>Ancho Pantalla Calculado</b>	0.40	m
<b>Ancho Pantalla Existente</b>	0.60	m
<b>N° Orificios Calculados = N° Orificios Existentes</b>		
<b>Ancho Pantalla Calculado &lt; Ancho Pantalla Existente</b>		

*Nota: La tabla muestra el N° de orificios y ancho de pantalla calculado en comparación a los existentes de la captación El Pozo.*

- S.A.P. Bellavista.

**TABLA 25**

*Aforo de la captación El Lirio.*

<b>Aforo - Captación El Lirio</b>		
<b>Volumen (l)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>
5.00	18.10	0.276
5.00	18.55	0.270
5.00	17.40	0.287
<b>Promedio</b>		0.278

*Nota: aforo del caudal (l/s) de la captación El Lirio - S.A.P. Bellavista.*

**TABLA 26**

*Capacidad de la cámara húmeda en la captación El Lirio.*

<b>Capacidad – Cámara húmeda</b>		
Gasto	0.28	l/s
Largo	0.60	m
Ancho	0.60	m
Altura	0.80	m
Altura de Canastilla	0.10	m
Diámetro de Canastilla	2.00	Pulgada
Desnivel Mínimo	0.00	m
Borde Libre	0.30	m
Diámetro Ingreso	2.25	Pulgada
Diámetro Salida	1.00	Pulgada
Coefficiente Descarga	0.80	
Gravedad	9.81	m/s <sup>2</sup>
Área Orificio	0.0005	m <sup>2</sup>
<b>Velocidad</b>	0.108	m/s
<b>Carga de Agua</b>	0.0009	m
<b>Tiempo de Descarga</b>	12.241	s
<b>Volumen Calculado</b>	0.0034	m <sup>3</sup>
<b>Volumen Existente</b>	0.1349	m <sup>3</sup>
<b>Volumen Calculado &lt; Volumen Existente</b>		

*Nota: La tabla muestra el volumen calculado en comparación al existente de la cámara húmeda de la captación El Lirio.*

**TABLA 27**

*Número de orificios y ancho de pantalla en la captación El Lirio.*

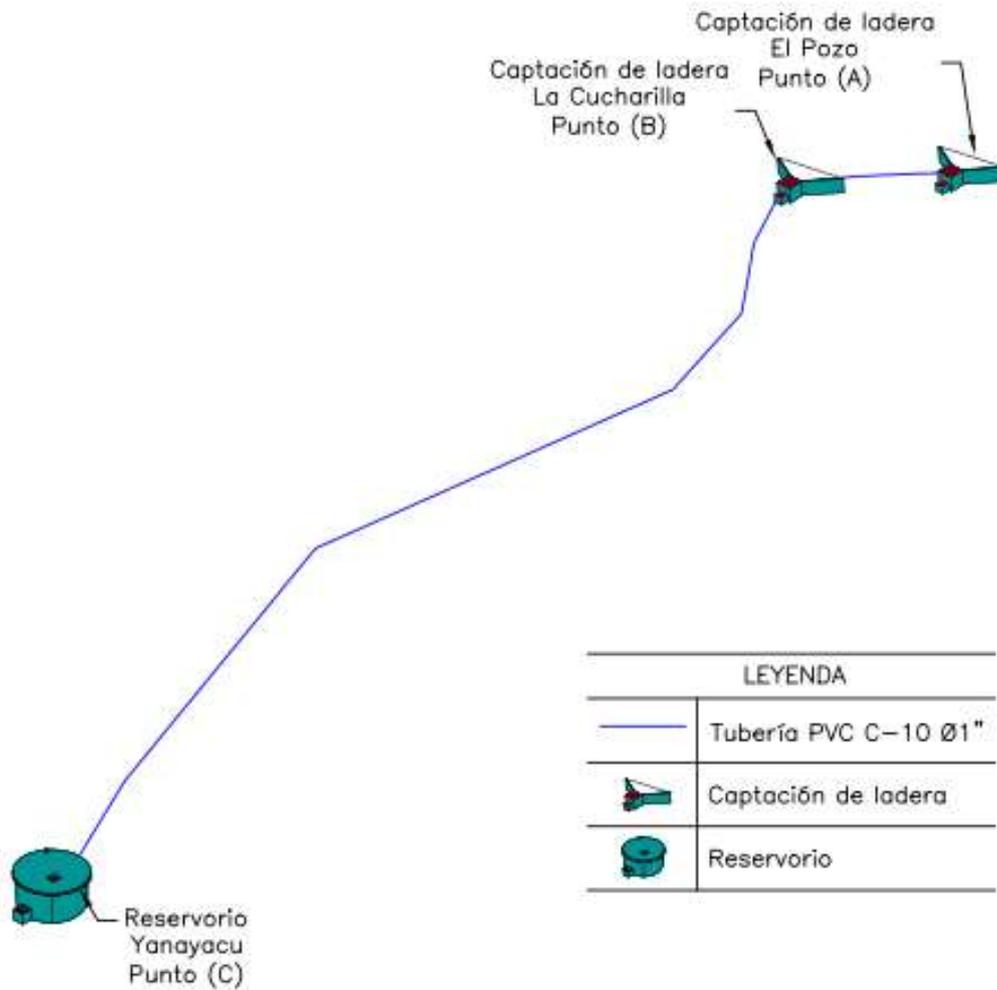
<b>Orificios – Ancho de pantalla</b>		
Gasto	0.28	l/s
Velocidad	0.50	m/s
Coefficiente Descarga	0.80	
Diámetro Existente	0.75	Pulgada
Área estimada	0.0003	m <sup>2</sup>
<b>Área Total</b>	0.0007	m <sup>2</sup>
<b>Número Orificios Calculados</b>	4.00	Und
<b>Número Orificios Existentes</b>	3.00	Und
<b>Ancho Pantalla Calculado</b>	0.48	m
<b>Ancho Pantalla Existente</b>	0.60	m
<b>N° Orificios Calculados &gt; N° Orificios Existentes</b>		
<b>Ancho Pantalla Calculado &lt; Ancho Pantalla Existente</b>		

*Nota: La tabla muestra el N° de orificios y ancho de pantalla calculado en comparación a los existentes de la captación El Lirio.*

### 3.3.2.10. CHEQUEO HIDRÁULICO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN

FIGURA 17

*Línea de conducción - Sistema de abastecimiento Yanayacu*



Nota: La figura muestra un esquema general de la línea de conducción del sistema de abastecimiento Yanayacu.

**TABLA 28***Velocidades en la línea de conducción – S.A.P. Yanayacu.*

Tramo	Longitud (m)	Caudal Qmd (l/s)	Cota del terreno (m.s.n.m)		Diámetro existente (Pulg.)	Velocidad (m/s)	Material
			Inicial	Final			
<b>A - B</b>	74.45	0.367	3,309.00	3,294.00	1.00	0.72	PVC C10
<b>B - C</b>	389.75	0.367	3,294.00	3,233.91	1.00	0.72	PVC C10

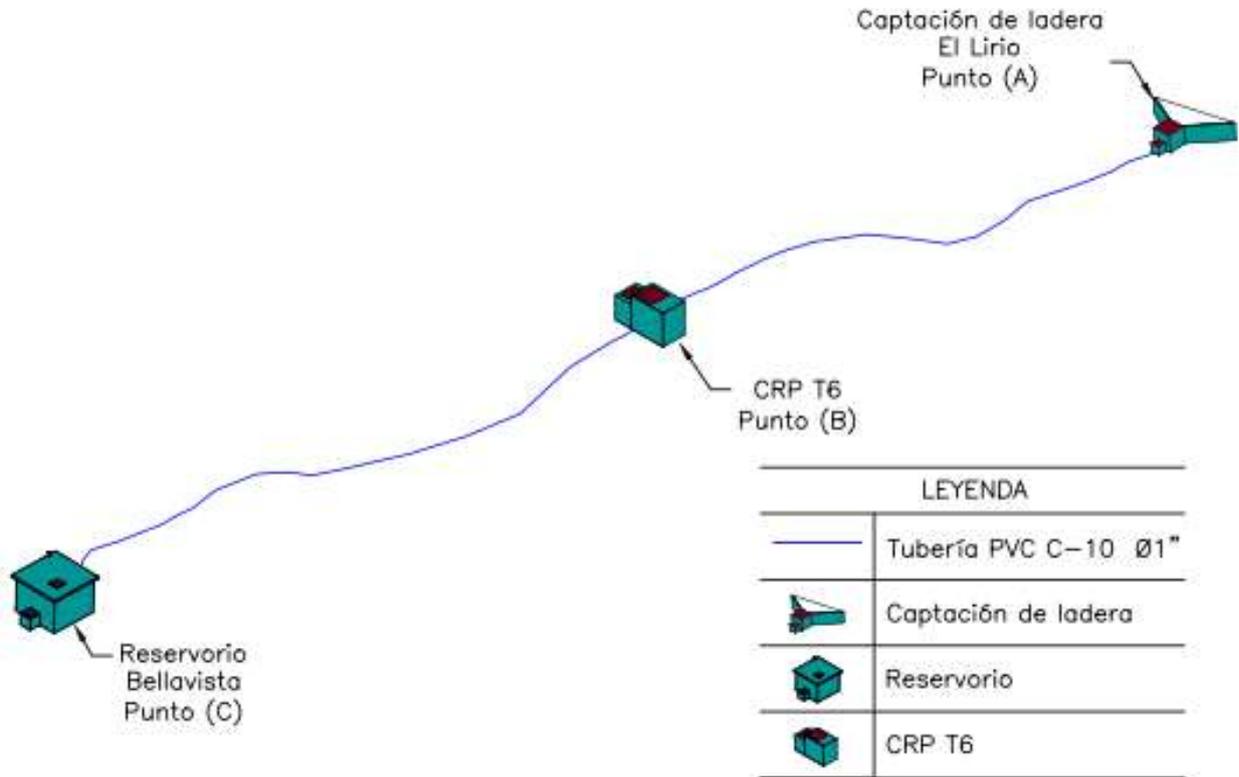
*Nota: La tabla muestra datos de la línea de conducción existente.***TABLA 29***Presiones en la línea de conducción – S.A.P. Yanayacu.*

Tramo	Coeficiente de fricción	Pérdida carga unitaria (m/m)	Pérdida carga tramo (m/m)	Cota piezométrica (m.s.n.m)		Presión (m.c.a)	
				Inicial	Final	Inicial	Final
<b>A - B</b>	0.0265	0.027895	2.08	3309.00	3306.92	0.00	12.92
<b>B - C</b>	0.0265	0.027895	10.87	3294.00	3283.13	0.00	49.22

*Nota: La tabla muestra datos de la línea de conducción existente.*

**FIGURA 18**

*Línea de conducción - Sistema de abastecimiento Bellavista.*



Nota: La figura muestra un esquema general de la línea de conducción del sistema de abastecimiento Bellavista.

**TABLA 30***Velocidades en la línea de conducción – S.A.P. Bellavista.*

Tramo	Longitud (m)	Caudal Qmd (l/s)	Cota del terreno (m.s.n.m)		Diámetro existente (Pulg.)	Velocidad (m/s)	Material
			Inicial	Final			
<b>A - B</b>	435.04	0.179	3,483.56	3,398.76	1.00	0.35	PVC C10
<b>B - C</b>	517.40	0.179	3,398.76	3,317.49	1.00	0.35	PVC C10

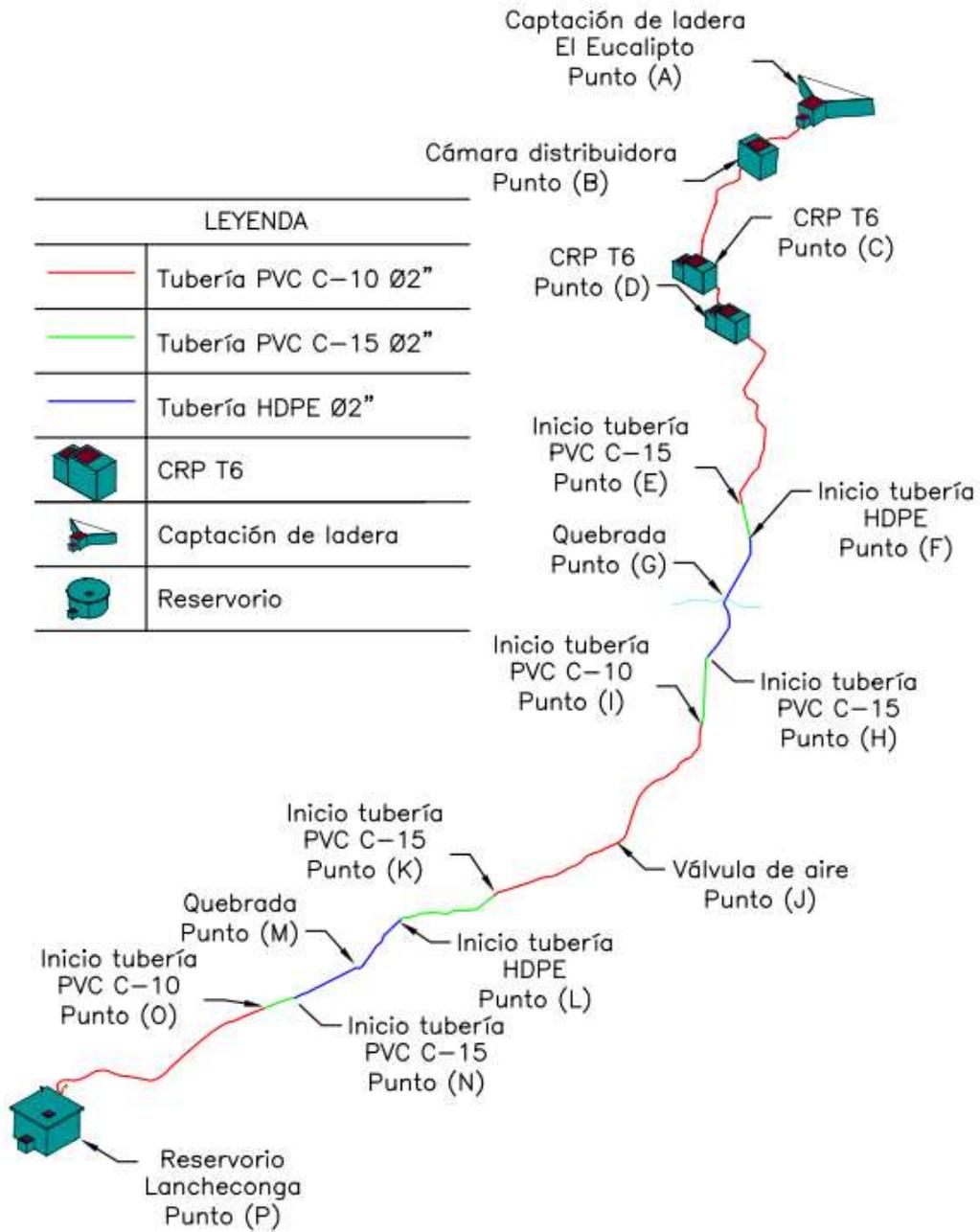
*Nota: La tabla muestra datos de la línea de conducción existente.***TABLA 31***Presiones en la línea de conducción – S.A.P. Bellavista.*

Tramo	Coeficiente de fricción	Pérdida carga unitaria (m/m)	Pérdida carga tramo (m/m)	Cota piezométrica (m.s.n.m)		Presión (m.c.a)	
				Inicial	Final	Inicial	Final
<b>A - B</b>	0.0319	0.007988	3.48	3483.56	3480.08	0.00	81.32
<b>B - C</b>	0.0319	0.007988	4.13	3398.76	3394.63	0.00	77.14

*Nota: La tabla muestra datos de la línea de conducción existente.*

**FIGURA 19**

*Línea de conducción - Sistema de abastecimiento Lancheconga.*



Nota: La figura muestra un esquema general de la línea de conducción del sistema de abastecimiento Bellavista.

**TABLA 32***Velocidades en la línea de conducción – S.A.P. Lanchecongá.*

Tramo	Longitud (m)	Caudal Qmd (l/s)	Cota del terreno (m.s.n.m)		Diámetro existente (Pulg.)	Velocidad (m/s)	Material
			Inicial	Final			
<b>A - B</b>	168.25	0.382	3,191.93	3,189.37	2.00	0.19	PVC C10
<b>B - C</b>	432.14	0.382	3,189.37	3,145.91	2.00	0.19	PVC C10
<b>C - D</b>	191.46	0.382	3,145.91	3,084.31	2.00	0.19	PVC C10
<b>D - E</b>	670.68	0.382	3,084.31	2,983.58	2.00	0.19	PVC C10
<b>E - F</b>	100.00	0.382	2,983.58	2,959.55	2.00	0.19	PVC C15
<b>F - G</b>	200.00	0.382	2,959.55	2,890.00	2.00	0.19	HDPE
<b>G - H</b>	200.00	0.382	2,890.00	2,960.00	2.00	0.19	HDPE
<b>H - I</b>	200.00	0.382	2,960.00	2,977.48	2.00	0.19	PVC C15
<b>I - J</b>	458.15	0.382	2,977.48	3,012.82	2.00	0.19	PVC C10
<b>J - K</b>	397.99	0.382	3,012.82	2,962.42	2.00	0.19	PVC C10
<b>K - L</b>	300.00	0.382	2,962.42	2,916.80	2.00	0.19	PVC C15
<b>L - M</b>	200.00	0.382	2,916.80	2,866.68	2.00	0.19	HDPE
<b>M - N</b>	200.00	0.382	2,866.68	2,893.98	2.00	0.19	HDPE
<b>N - O</b>	100.00	0.382	2,893.98	2,911.04	2.00	0.19	PVC C15
<b>O - P</b>	730.62	0.382	2,911.04	3,058.45	2.00	0.19	PVC C10

*Nota: La tabla muestra datos de la línea de conducción existente.*

**TABLA 33***Presiones en la línea de conducción – S.A.P. Lancheconga.*

Tramo	Coeficiente de fricción	Pérdida carga unitaria (m/m)	Pérdida carga tramo (m/m)	Cota piezométrica (m.s.n.m)		Presión (m.c.a)	
				Inicial	Final	Inicial	Final
<b>A - B</b>	0.0312	0.002824	0.48	3191.93	3191.45	0.00	2.08
<b>B - C</b>	0.0312	0.002824	1.22	3189.37	3188.15	0.00	42.24
<b>C - D</b>	0.0312	0.002824	0.54	3145.91	3145.37	0.00	61.06
<b>D - E</b>	0.0312	0.002824	1.89	3084.31	3082.42	0.00	98.84
<b>E - F</b>	0.0312	0.002824	0.28	3082.42	3082.13	98.84	122.58
<b>F - G</b>	0.0312	0.002824	0.56	3082.13	3081.57	122.58	191.57
<b>G - H</b>	0.0312	0.002824	0.56	3081.57	3081.00	191.57	121.00
<b>H - I</b>	0.0312	0.002824	0.56	3081.00	3080.44	121.00	102.96
<b>I - J</b>	0.0312	0.002824	1.29	3080.44	3079.15	102.96	66.33
<b>J - K</b>	0.0312	0.002824	1.12	3079.15	3078.02	66.33	115.60
<b>K - L</b>	0.0312	0.002824	0.85	3078.02	3077.17	115.60	160.37
<b>L - M</b>	0.0312	0.002824	0.56	3077.17	3076.61	160.37	209.93
<b>M - N</b>	0.0312	0.002824	0.56	3076.61	3076.04	209.93	182.06
<b>N - O</b>	0.0312	0.002824	0.28	3076.04	3075.76	182.06	164.72
<b>O - P</b>	0.0312	0.002824	2.06	3075.76	3073.70	164.72	15.25

*Nota: La tabla muestra datos de la línea de conducción existente.*

3.3.2.11. CHEQUEO HIDRÁULICO DE CÁMARAS ROMPE PRESIÓN TIPO 6

TABLA 34

*Capacidad de las CRP T6 – S.A.P. Bellavista.*

<b>CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO 6</b>	
Gasto	0.18 l/s
Largo	0.70 m
Ancho	0.70 m
Altura	0.80 m
Altura de Canastilla	0.10 m
Borde Libre	0.30 m
Diámetro Ingreso	1.00 Pulgada
Diámetro Salida	1.00 Pulgada
Coefficiente Descarga	0.80
Gravedad	9.81 m/s <sup>2</sup>
Área Orificio	0.001 m <sup>2</sup>
<b>Velocidad</b>	0.353 m/s
<b>Carga de Agua</b>	0.010 m
<b>Tiempo de Descarga</b>	53.311 s
<b>Volumen Calculado</b>	0.010 m <sup>3</sup>
<b>Volumen Existente</b>	0.196 m <sup>3</sup>
<b>Volumen Calculado &lt; Volumen Existente</b>	

*Nota: La tabla muestra el volumen calculado en comparación al existente de las cámaras rompe presión tipo 6 - S.A.P. Bellavista.*

**TABLA 35***Capacidad de las CRP T6 – S.A.P. Lancheconga.*

<b>CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO 6</b>		
Gasto	0.38	l/s
Largo	1.00	m
Ancho	0.60	m
Altura	0.90	m
Altura de Canastilla	0.10	m
Borde Libre	0.30	m
Diámetro Ingreso	2.00	Pulgada
Diámetro Salida	2.00	Pulgada
Coficiente Descarga	0.80	
Gravedad	9.81	m/s <sup>2</sup>
Área Orificio	0.002	m <sup>2</sup>
<b>Velocidad</b>	0.188	m/s
<b>Carga de Agua</b>	0.003	m
<b>Tiempo de Descarga</b>	8.707	s
<b>Volumen Calculado</b>	0.003	m <sup>3</sup>
<b>Volumen Existente</b>	0.300	m <sup>3</sup>
<b>Volumen Calculado &lt; Volumen Existente</b>		

*Nota: La tabla muestra el volumen calculado en comparación al existente de las cámaras rompe presión tipo 6 - S.A.P. Lancheconga.*

### 3.3.2.12. CHEQUEO HIDRÁULICO DE RESERVORIOS

**TABLA 36***Capacidad del Reservoirio – S.A.P. Yanayacu*

<b>VOLUMEN DE RESERVORIO CALCULADO</b>			<b>VOLUMEN DE RESERVORIO EXISTENTE</b>		
Caudal prom.	0.32	l/s	Radio	1.45	m
Consumo/día	27302.40	litros/día	Área	6.61	m <sup>2</sup>
V <sub>almacenamiento</sub>	6825.60	litros (25% Qm)	Altura	1.30	m
<b>V<sub>almacenamiento</sub></b>	<b>6.83</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	Borde libre	0.30	m
			<b>V<sub>almacenamiento</sub></b>	<b>8.59</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

*Nota: La tabla muestra el volumen calculado en comparación al existente del reservoirio Yanayacu.*

**TABLA 37***Capacidad del Reservoirio – S.A.P. Bellavista.*

<b>VOLUMEN DE RESERVORIO CALCULADO</b>			<b>VOLUMEN DE RESERVORIO EXISTENTE</b>		
Caudal prom.	0.09	l/s	Largo	2.20	m
Consumo/día	13392.00	litros/día	Ancho	2.20	m
V <sub>almacenamiento</sub>	3348.00	litros (25% Qm)	Altura	1.40	m
<b>V<sub>almacenamiento</sub></b>	<b>3.35</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	Borde libre	0.20	m
			<b>V<sub>almacenamiento</sub></b>	<b>6.78</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

*Nota: La tabla muestra el volumen calculado en comparación al existente del reservoirio Bellavista.*

**TABLA 38***Capacidad del Reservoirio – S.A.P. Lancheconga.*

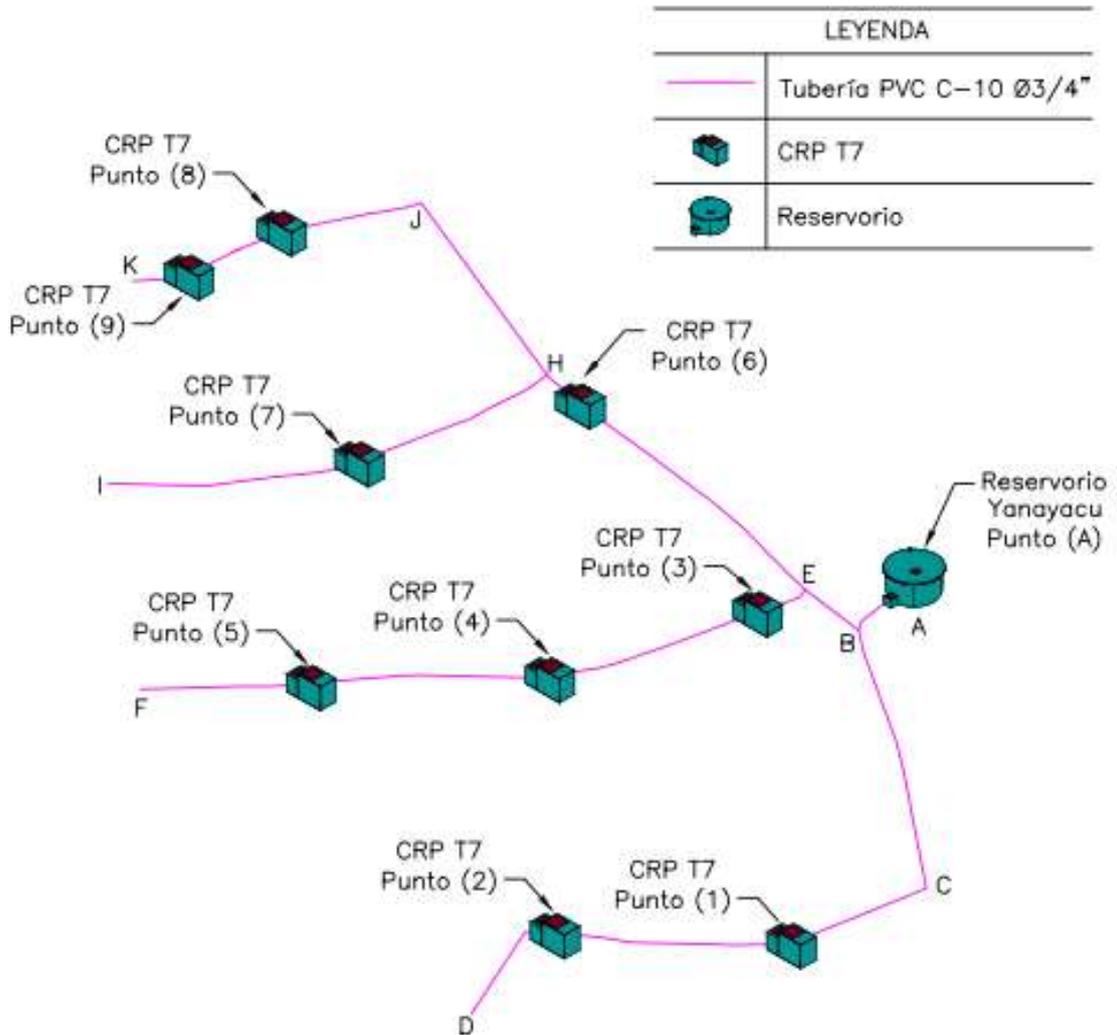
<b>VOLUMEN DE RESERVORIO CALCULADO</b>			<b>VOLUMEN DE RESERVORIO EXISTENTE</b>		
Caudal prom.	0.31	l/s	Largo	2.70	m
Consumo/día	26956.80	litros/día	Ancho	2.70	m
V <sub>almacenamiento</sub>	6739.20	litros (25% Qm)	Altura	1.75	m
<b>V<sub>almacenamiento</sub></b>	<b>6.74</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	Borde libre	0.15	m
			<b>V<sub>almacenamiento</sub></b>	<b>12.76</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

*Nota: La tabla muestra el volumen calculado en comparación al existente del reservoirio Lancheconga.*

### 3.3.2.13. CHEQUEO HIDRÁULICO DE RED DE DISTRIBUCIÓN

FIGURA 20

Red de distribución - Sistema de abastecimiento Yanayacu.



Nota: La figura muestra un esquema general de la red de distribución del sistema de abastecimiento Yanayacu.

**TABLA 39***Velocidades en la red de distribución – S.A.P. Yanayacu.*

Tramo	Gasto (l/s)		Longitud (m)	Diámetro (Pulg.)	Velocidad (m/s)	Material	Coeficiente de fricción
	Tramo	Diseño					
<b>A - B</b>	0.000000	0.440330	62.68	0.75	1.54	PVC C10	0.0238
<b>B - C</b>	0.024018	0.080060	345.43	0.75	0.28	PVC C10	0.0368
<b>C - 1</b>	0.024018	0.056042	185.07	0.75	0.20	PVC C10	0.0408
<b>1 - 2</b>	0.024018	0.032024	305.51	0.75	0.11	PVC C10	0.0484
<b>2 - D</b>	0.008006	0.008006	164.52	0.75	0.03	PVC C10	0.0791
<b>B - E</b>	0.000000	0.360270	85.87	0.75	1.26	PVC C10	0.0249
<b>E - 3</b>	0.000000	0.128096	45.13	0.75	0.45	PVC C10	0.0323
<b>3 - 4</b>	0.064048	0.128096	302.84	0.75	0.45	PVC C10	0.0323
<b>4 - 5</b>	0.048036	0.064048	306.44	0.75	0.22	PVC C10	0.0392
<b>5 - F</b>	0.016012	0.016012	218.49	0.75	0.06	PVC C10	0.0611
<b>E - 6</b>	0.016012	0.232174	413.75	0.75	0.81	PVC C10	0.0277
<b>6 - H</b>	0.000000	0.216162	18.98	0.75	0.76	PVC C10	0.0282
<b>H - 7</b>	0.072054	0.112084	265.54	0.75	0.39	PVC C10	0.0335
<b>7 - I</b>	0.040030	0.040030	326.11	0.75	0.14	PVC C10	0.0451
<b>H - J</b>	0.016012	0.104078	273.65	0.75	0.37	PVC C10	0.0342
<b>J - 8</b>	0.056042	0.088066	179.21	0.75	0.31	PVC C10	0.0358
<b>8 - 9</b>	0.024018	0.032024	135.75	0.75	0.11	PVC C10	0.0484
<b>9 - K</b>	0.008006	0.008006	71.63	0.75	0.03	PVC C10	0.0791

*Nota: La tabla muestra datos de la red de distribución existente.*

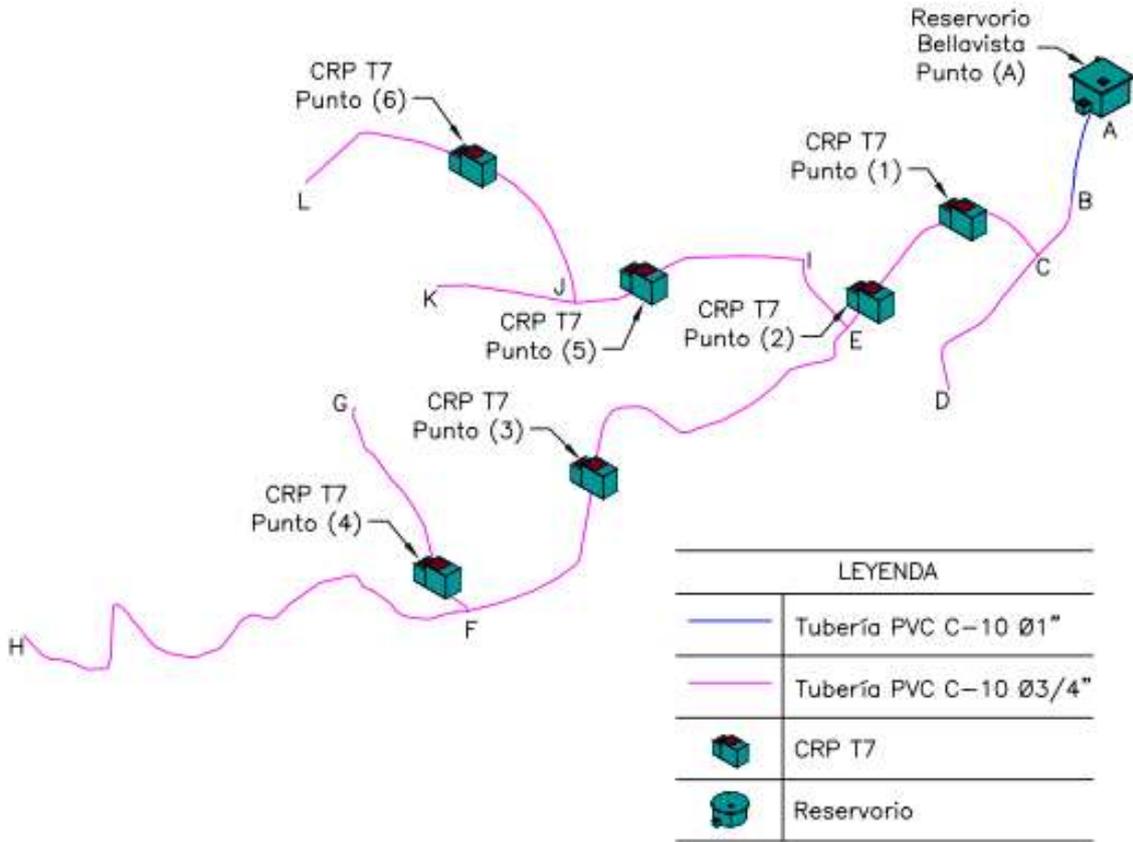
**TABLA 40***Presiones en la red de distribución – S.A.P. Yanayacu.*

Tramo	Pérdida de carga		Cota piezométrica (m.s.n.m)		Cota del terreno (m.s.n.m)		Presión (m)	
	Unitaria (m/m)	Tramo (m)	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
<b>A - B</b>	0.1520	9.52	3237.00	3227.48	3237.00	3217.58	0.00	9.90
<b>B - C</b>	0.0078	2.68	3227.48	3224.79	3217.58	3194.55	9.90	30.24
<b>C - 1</b>	0.0042	0.78	3224.79	3224.01	3194.55	3170.41	30.24	53.60
<b>1 - 2</b>	0.0016	0.50	3170.41	3169.91	3170.41	3112.41	0.00	57.50
<b>2 - D</b>	0.0002	0.03	3112.41	3112.38	3112.41	3078.37	0.00	34.01
<b>B - E</b>	0.1066	9.15	3227.48	3218.32	3217.58	3212.34	9.90	5.98
<b>E - 3</b>	0.0175	0.79	3218.32	3217.54	3212.34	3194.57	5.98	22.97
<b>3 - 4</b>	0.0175	5.29	3194.57	3189.28	3194.57	3132.27	0.00	57.01
<b>4 - 5</b>	0.0053	1.62	3132.27	3130.65	3132.27	3051.15	0.00	79.50
<b>5 - F</b>	0.0005	0.11	3051.15	3051.04	3051.15	2997.00	0.00	54.04
<b>E - 6</b>	0.0492	20.36	3218.32	3197.97	3212.34	3152.13	5.98	45.84
<b>6 - H</b>	0.0434	0.82	3152.13	3151.31	3152.13	3151.06	0.00	0.25
<b>H - 7</b>	0.0139	3.68	3151.31	3147.63	3151.06	3073.25	0.25	74.38
<b>7 - I</b>	0.0024	0.78	3073.25	3072.47	3073.25	2973.87	0.00	98.60
<b>H - J</b>	0.0122	3.34	3151.31	3147.97	3151.06	3122.41	0.25	25.56
<b>J - 8</b>	0.0091	1.64	3147.97	3146.33	3122.41	3076.73	25.56	69.60
<b>8 - 9</b>	0.0016	0.22	3076.73	3076.51	3076.73	3040.17	0.00	36.34
<b>9 - K</b>	0.0002	0.01	3040.17	3040.16	3040.17	3016.55	0.00	23.61

*Nota: La tabla muestra datos de la red de distribución existente.*

**FIGURA 21**

*Red de distribución - Sistema de abastecimiento Bellavista.*



Nota: La figura muestra un esquema general de la red de distribución del sistema de abastecimiento Bellavista.

**TABLA 41***Velocidades en la red de distribución – S.A.P. Bellavista.*

Tramo	Gasto (l/s)		Longitud (m)	Diámetro (Pulg.)	Velocidad (m/s)	Material	Coeficiente de fricción
	Tramo	Diseño					
<b>A - B</b>	0.004676	0.215096	164.63	1.00	0.42	PVC C10	0.0304
<b>B - C</b>	0.009352	0.210420	128.06	0.75	0.74	PVC C10	0.0284
<b>C - D</b>	0.014028	0.014028	330.03	0.75	0.05	PVC C10	0.0641
<b>C - 1</b>	0.004676	0.187040	173.51	0.75	0.66	PVC C10	0.0293
<b>1 - 2</b>	0.014028	0.182364	252.78	0.75	0.64	PVC C10	0.0295
<b>2 - E</b>	0.004676	0.168336	53.38	0.75	0.59	PVC C10	0.0301
<b>E - 3</b>	0.046760	0.084168	652.69	0.75	0.30	PVC C10	0.0362
<b>3 - F</b>	0.000000	0.037408	401.45	0.75	0.13	PVC C10	0.0461
<b>F - 4</b>	0.000000	0.009352	67.71	0.75	0.03	PVC C10	0.0745
<b>4 - G</b>	0.009352	0.009352	383.22	0.75	0.03	PVC C10	0.0745
<b>F - H</b>	0.028056	0.028056	1083.94	0.75	0.10	PVC C10	0.0506
<b>E - I</b>	0.004676	0.079492	157.41	0.75	0.28	PVC C10	0.0368
<b>I - 5</b>	0.037408	0.074816	308.58	0.75	0.26	PVC C10	0.0375
<b>5 - J</b>	0.009352	0.037408	139.77	0.75	0.13	PVC C10	0.0461
<b>J - K</b>	0.009352	0.009352	258.94	0.75	0.03	PVC C10	0.0745
<b>J - 6</b>	0.004676	0.018704	343.51	0.75	0.07	PVC C10	0.0579
<b>6 - L</b>	0.014028	0.014028	355.87	0.75	0.05	PVC C10	0.0641

*Nota: La tabla muestra datos de la red de distribución existente.*

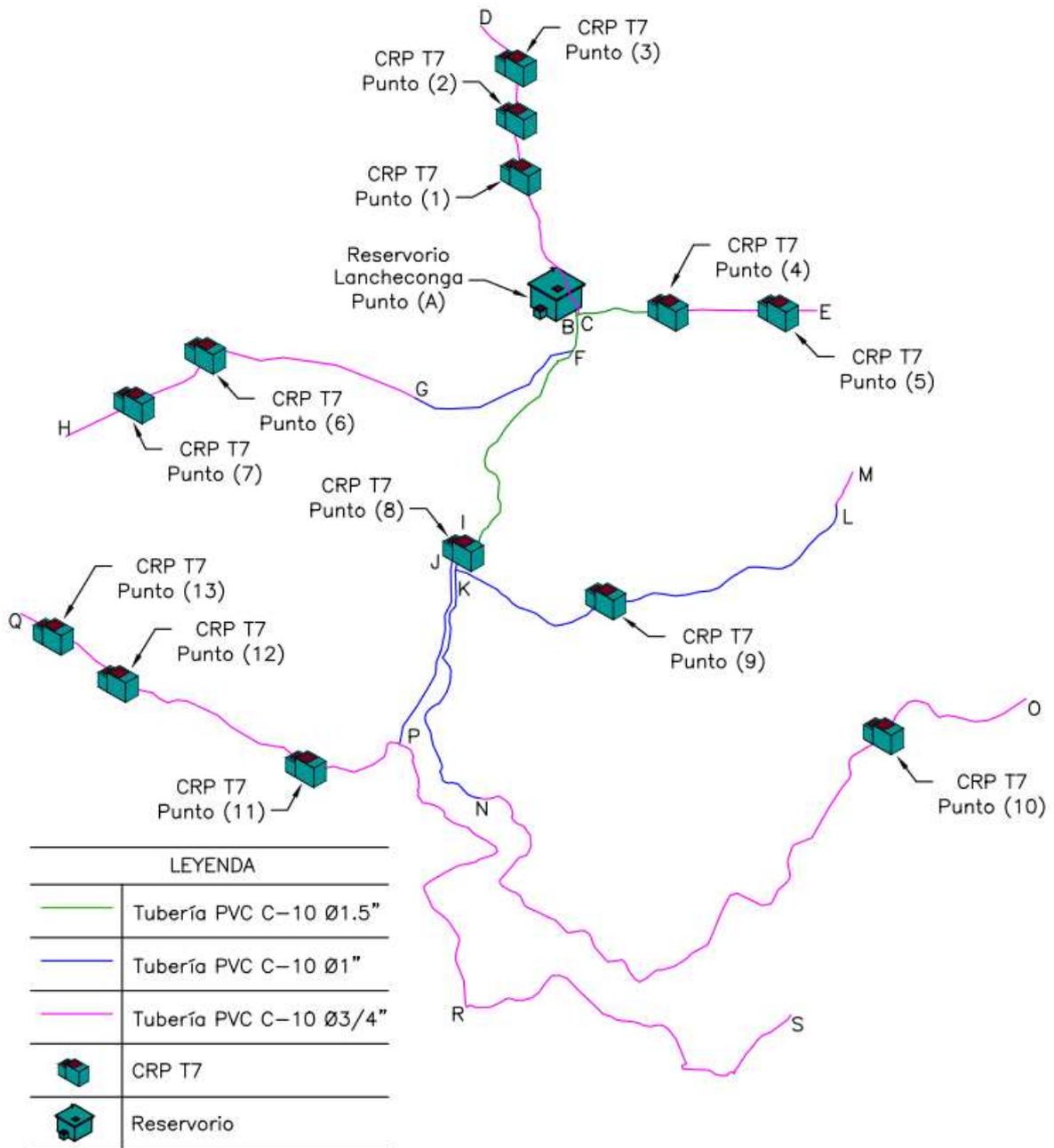
**TABLA 42***Presiones en la red de distribución – S.A.P. Bellavista.*

Tramo	Pérdida de carga		Cota piezométrica (m.s.n.m)		Cota del terreno (m.s.n.m)		Presión (m)	
	Unitaria (m)	Tramo (m)	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
<b>A - B</b>	0.0110	1.81	3317.49	3315.68	3317.49	3295.61	0.00	20.07
<b>B - C</b>	0.0414	5.30	3315.68	3310.38	3295.61	3282.00	20.07	28.38
<b>C - D</b>	0.0004	0.14	3310.38	3310.24	3282.00	3240.82	28.38	69.42
<b>C - 1</b>	0.0337	5.85	3310.38	3304.53	3282.00	3243.49	28.38	61.03
<b>1 - 2</b>	0.0323	8.16	3243.49	3235.34	3243.49	3197.84	0.00	37.50
<b>2 - E</b>	0.0281	1.50	3197.84	3196.34	3197.84	3182.40	0.00	13.94
<b>E - 3</b>	0.0085	5.52	3196.34	3190.82	3182.40	3140.82	13.94	50.00
<b>3 - F</b>	0.0021	0.85	3140.82	3139.97	3140.82	3079.29	0.00	60.68
<b>F - 4</b>	0.0002	0.01	3139.97	3139.96	3079.29	3062.02	60.68	77.94
<b>4 - G</b>	0.0002	0.08	3062.02	3061.94	3062.02	2990.75	0.00	71.19
<b>F - H</b>	0.0013	1.42	3139.97	3138.55	3079.29	3071.50	60.68	67.05
<b>E - I</b>	0.0077	1.21	3196.34	3195.13	3182.40	3165.06	13.94	30.07
<b>I - 5</b>	0.0069	2.13	3195.13	3193.00	3165.06	3116.33	30.07	76.67
<b>5 - J</b>	0.0021	0.30	3116.33	3116.03	3116.33	3090.93	0.00	25.11
<b>J - K</b>	0.0002	0.06	3116.03	3115.98	3090.93	3034.56	25.11	81.41
<b>J - 6</b>	0.0007	0.23	3116.03	3115.80	3090.93	3052.31	25.11	63.50
<b>6 - L</b>	0.0004	0.15	3052.31	3052.16	3052.31	2967.59	0.00	84.56

*Nota: La tabla muestra datos de la red de distribución existente.*

**FIGURA 22**

*Red de distribución - Sistema de abastecimiento Lancheconga.*



Nota: La figura muestra un esquema general de la red de distribución del sistema de abastecimiento Lancheconga.

**TABLA 43**

*Velocidades en la red de distribución – S.A.P. Lancheonga.*

Tramo	Gasto (l/s)		Longitud (m)	Diámetro (Pulg.)	Velocidad (m/s)	Material	Coeficiente de fricción
	Tramo	Diseño					
<b>A - B</b>	0.000000	0.668224	9.93	1.50	0.59	PVC C10	0.0253
<b>B - C</b>	0.000000	0.189120	5.59	1.50	0.17	PVC C10	0.0350
<b>C - 1</b>	0.025216	0.056736	354.95	0.75	0.20	PVC C10	0.0406
<b>1 - 2</b>	0.000000	0.031520	140.19	0.75	0.11	PVC C10	0.0487
<b>2 - 3</b>	0.018912	0.031520	116.79	0.75	0.11	PVC C10	0.0487
<b>3 - D</b>	0.012608	0.012608	126.79	0.75	0.04	PVC C10	0.0666
<b>C - 4</b>	0.018912	0.132384	213.80	1.50	0.12	PVC C10	0.0388
<b>4 - 5</b>	0.075648	0.113472	251.57	0.75	0.40	PVC C10	0.0334
<b>5 - E</b>	0.037824	0.037824	79.28	0.75	0.13	PVC C10	0.0460
<b>B - F</b>	0.000000	0.479104	83.81	1.50	0.42	PVC C10	0.0274
<b>F - G</b>	0.012608	0.044128	408.48	1.00	0.09	PVC C10	0.0479
<b>G - 6</b>	0.018912	0.031520	490.90	0.75	0.11	PVC C10	0.0487
<b>6 - 7</b>	0.000000	0.012608	209.66	0.75	0.04	PVC C10	0.0666
<b>7 - H</b>	0.012608	0.012608	179.84	0.75	0.04	PVC C10	0.0666
<b>F - I</b>	0.044128	0.434976	552.98	1.50	0.38	PVC C10	0.0281
<b>I - J</b>	0.006304	0.390848	72.44	1.00	0.77	PVC C10	0.0261
<b>J - 8</b>	0.000000	0.271072	11.15	1.00	0.53	PVC C10	0.0286
<b>8 - K</b>	0.000000	0.271072	25.98	1.00	0.53	PVC C10	0.0286
<b>K - 9</b>	0.044128	0.126080	403.97	1.00	0.25	PVC C10	0.0351
<b>9 - L</b>	0.075648	0.081952	612.21	1.00	0.16	PVC C10	0.0397
<b>L - M</b>	0.006304	0.006304	84.53	0.75	0.02	PVC C10	0.0871
<b>K - N</b>	0.050432	0.144992	628.29	1.00	0.29	PVC C10	0.0337
<b>N - 10</b>	0.050432	0.094560	1644.02	0.75	0.33	PVC C10	0.0351
<b>10 - O</b>	0.044128	0.044128	391.20	0.75	0.15	PVC C10	0.0438
<b>J - P</b>	0.006304	0.113472	456.19	1.00	0.22	PVC C10	0.0361
<b>P - 11</b>	0.018912	0.063040	246.50	0.75	0.22	PVC C10	0.0394
<b>11 - 12</b>	0.025216	0.044128	506.94	0.75	0.15	PVC C10	0.0438
<b>12 - 13</b>	0.012608	0.018912	201.97	0.75	0.07	PVC C10	0.0577
<b>13 - Q</b>	0.006304	0.006304	51.22	0.75	0.02	PVC C10	0.0871
<b>P - R</b>	0.031520	0.044128	877.52	0.75	0.15	PVC C10	0.0438
<b>R - S</b>	0.012608	0.012608	956.37	0.75	0.04	PVC C10	0.0666

*Nota: La tabla muestra datos de la red de distribución existente.*

**TABLA 44**

*Presiones en la red de distribución – S.A.P. Lanchecongá.*

Tramo	Pérdida de carga		Cota piezométrica (m.s.n.m)		Cota del terreno (m.s.n.m)		Presión (m)	
	Unitaria (m)	Tramo (m)	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
A - B	0.0116	0.12	3060.00	3059.88	3060.00	3059.44	0.00	0.44
B - C	0.0013	0.01	3059.88	3059.88	3059.44	3057.61	0.44	2.27
C - 1	0.0043	1.53	3059.88	3058.35	3057.61	3004.33	2.27	54.02
1 - 2	0.0016	0.22	3004.33	3004.10	3004.33	2959.08	0.00	45.03
2 - 3	0.0016	0.19	2959.08	2958.89	2959.08	2912.70	0.00	46.19
3 - D	0.0003	0.04	2912.70	2912.66	2912.70	2899.44	0.00	13.22
C - 4	0.0007	0.15	3059.88	3059.73	3057.61	3007.22	2.27	52.51
4 - 5	0.0142	3.56	3007.22	3003.66	3007.22	2954.12	0.00	49.54
5 - E	0.0022	0.17	2954.12	2953.95	2954.12	2938.56	0.00	15.39
B - F	0.0065	0.54	3059.88	3059.34	3059.44	3048.34	0.44	11.00
F - G	0.0007	0.30	3059.34	3059.04	3048.34	3035.88	11.00	23.16
G - 6	0.0016	0.78	3059.04	3058.26	3035.88	2996.12	23.16	62.15
6 - 7	0.0003	0.07	2996.12	2996.04	2996.12	2932.25	0.00	63.79
7 - H	0.0003	0.06	2932.25	2932.19	2932.25	2880.60	0.00	51.59
F - I	0.0055	3.03	3059.34	3056.32	3048.34	3005.51	11.00	50.81
I - J	0.0312	2.26	3056.32	3054.05	3005.51	2994.25	50.81	59.80
J - 8	0.0164	0.18	3054.05	3053.87	2994.25	2993.82	59.80	60.05
8 - K	0.0164	0.43	2993.82	2993.39	2993.82	2985.10	0.00	8.30
K - 9	0.0044	1.76	2993.39	2991.63	2985.10	2951.66	8.30	39.97
9 - L	0.0021	1.27	2951.66	2950.38	2951.66	2932.80	0.00	17.59
L - M	0.0001	0.01	2950.38	2950.38	2932.80	2922.47	17.59	27.91
K - N	0.0055	3.48	2993.39	2989.91	2985.10	2988.00	8.30	1.91
N - 10	0.0103	16.99	2989.91	2972.92	2988.00	2942.50	1.91	30.42
10 - 0	0.0028	1.10	2942.50	2941.40	2942.50	2918.91	0.00	22.49
J - P	0.0036	1.66	3054.05	3052.40	2994.25	3000.95	59.80	51.45
P - 11	0.0052	1.27	3052.40	3051.13	3000.95	3003.86	51.45	47.27
11 - 12	0.0028	1.42	3003.86	3002.43	3003.86	2954.80	0.00	47.63
12 - 13	0.0007	0.14	2954.80	2954.66	2954.80	2912.18	0.00	42.49
13 - Q	0.0001	0.01	2912.18	2912.17	2912.18	2899.54	0.00	12.63
P - R	0.0028	2.47	3052.40	3049.93	3000.95	3021.86	51.45	28.07
R - S	0.0003	0.33	3049.93	3049.60	3021.86	3040.00	28.07	9.60

*Nota: La tabla muestra datos de la red de distribución existente.*

3.3.2.14. CHEQUEO HIDRÁULICO DE CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO 7

TABLA 45

Capacidad de las CRP T7 – S.A.P. Yanayacu.

<b>CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO 7</b>		
Gasto	0.44	l/s
Largo	1.00	m
Ancho	0.60	m
Altura	0.85	m
Altura de Canastilla	0.10	m
Borde Libre	0.30	m
Diámetro Ingreso	0.75	Pulgada
Diámetro Salida	0.75	Pulgada
Coefficiente Descarga	0.80	
Gravedad	9.81	m/s <sup>2</sup>
Área Orificio	0.0003	m <sup>2</sup>
<b>Velocidad</b>	1.544	m/s
<b>Carga de Agua</b>	0.182	m
<b>Tiempo de Descarga</b>	507.137	s
<b>Volumen Calculado</b>	0.223	m <sup>3</sup>
<b>Volumen Existente</b>	0.270	m <sup>3</sup>
<b>Volumen Calculado &lt; Volumen Existente</b>		

*Nota: La tabla muestra el volumen calculado en comparación al existente de las cámaras rompe presión tipo 7 - S.A.P. Yanayacu.*

**TABLA 46**

*Capacidad de las CRP T7 – S.A.P. Bellavista.*

<b>CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO 7</b>	
Gasto	0.19 l/s
Largo	0.90 m
Ancho	0.70 m
Altura	0.80 m
Altura de Canastilla	0.10 m
Borde Libre	0.30 m
Diámetro Ingreso	0.75 Pulgada
Diámetro Salida	0.75 Pulgada
Coefficiente Descarga	0.80
Gravedad	9.81 m/s <sup>2</sup>
Área Orificio	0.0003 m <sup>2</sup>
<b>Velocidad</b>	0.656 m/s
<b>Carga de Agua</b>	0.033 m
<b>Tiempo de Descarga</b>	226.310 s
<b>Volumen Calculado</b>	0.042 m <sup>3</sup>
<b>Volumen Existente</b>	0.252 m <sup>3</sup>
<b>Volumen Calculado &lt; Volumen Existente</b>	

*Nota: La tabla muestra el volumen calculado en comparación al existente de las cámaras rompe presión tipo 7 - S.A.P. Bellavista.*

**TABLA 47***Capacidad de las CRP T7 – S.A.P. Lancheconga.*

<b>CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO 7</b>		
Gasto	0.27	l/s
Largo	1.00	m
Ancho	0.80	m
Altura	0.80	m
Altura de Canastilla	0.10	m
Borde Libre	0.30	m
Diámetro Ingreso	1.00	Pulgada
Diámetro Salida	1.00	Pulgada
Coefficiente Descarga	0.80	
Gravedad	9.81	m/s <sup>2</sup>
Área Orificio	0.001	m <sup>2</sup>
<b>Velocidad</b>	0.535	m/s
<b>Carga de Agua</b>	0.022	m
<b>Tiempo de Descarga</b>	131.808	s
<b>Volumen Calculado</b>	0.036	m <sup>3</sup>
<b>Volumen Existente</b>	0.320	m <sup>3</sup>
<b>Volumen Calculado &lt; Volumen Existente</b>		

*Nota: La tabla muestra el volumen calculado en comparación al existente de las cámaras rompe presión tipo 7 - S.A.P. Lancheconga.*

### 3.3.2.15. CHEQUEO HIDRÁULICO DE CONEXIONES DOMICILIARIAS.

**TABLA 48**

*Presiones de servicio en conexiones domiciliarias – S.A.P. Yanayacu.*

N°	USUARIO - VIVIENDA	PRESIÓN - WATERCAD (m.c.a)	PRESIÓN - MANÓMETRO (m.c.a)
1	Santos Chilón Quispe	51	-
2	Jesús Soto Quispe	53	47
3	Casa Comunal	59	-
4	Demetrio Quispe Mendoza	39	-
5	Juan Antonio Quispe Mendoza	47	-
6	Esther Quispe Valdivia	48	-
7	Ítalo Quispe Valdivia	23	20
8	Roberto Quispe Mendoza	20	-
9	Luis Edilberto Quispe Mendoza	15	-
10	Hugo Homero Quispe Valdivia	74	-
11	María Bustamante Herrera	13	12
12	Olinda Cueva Pompa	17	-
13	Armando Quispe Bustamante	42	-
14	Eusebio Quispe Bustamante	41	-
15	María Rosa Valdez Tantalean	55	58
16	Mirian Esther Chilón Quispe	34	-
17	Javier Quispe Bustamante	31	-
18	Otilia Quispe Bustamante	42	35
19	Melva Tafur Quispe	41	-
20	Daniel Cueva Tanta	71	-
21	Ricardo Moza Quispe	63	-
22	Olinda Valdez Cholán	54	-
23	Manuela Quispe Moza	65	-
24	Modesto Quispe Moza	66	-
25	Horacio Prado Tafur	36	-
26	Dermalí Mendoza Quispe	43	-
27	Víctor Donato Terán	60	-
28	Roberto Chegne Valdez	14	-
29	Gloria Cholán Tongonbol	34	-
30	Aníbal Moza Chegne	34	-
31	Julián Moza Chuquimango	55	-
32	Dominga Moza Cholán	41	-
33	Desiderio Huamán Moza	38	-
34	Zenaida Cholán Cholán	103	-
35	Lidia Zambrano García	53	-
36	Cesar Vargas Villanueva	25	-

<b>N°</b>	<b>USUARIO - VIVIENDA</b>	<b>PRESIÓN - WATERCAD (m.c.a)</b>	<b>PRESIÓN - MANÓMETRO (m.c.a)</b>
37	Aurora Cholán Chilón	5	5
38	Juan Terrones Chilón	11	-
39	Esteban Cholán De La Cruz	13	10
40	Javier Quispe Chilón	13	-
41	Segundo Prado Cholán	6	-
42	Orlando Terrones Medina	8	-
43	Wilmer Moza Chegne	90	-
44	Eliseo Moza Cholán	90	-
45	Cenaida Bustamante Herrera	87	-
46	Elvia Terán Urteaga	19	-
47	Ciro Moza Tafur	46	-
48	Etelvina Tafur Flores	47	-
49	José David Cholán Gabriel	5	-
50	José Luciano Moza Huamán	27	-
51	Graciela Flores Terán	61	55
52	Claudio Cholán De La Cruz	65	-
53	Teodoro Cholán De La Cruz	68	-
54	María Villanueva Grabiél	102	-
55	Paulino Moza Vásquez	61	55

*Nota: La tabla muestra datos de las presiones de servicio calculadas mediante el software*

*Watercad y las presiones de servicio medidas con manómetro.*

**TABLA 49***Presiones de servicio en conexiones domiciliarias – S.A.P. Bellavista.*

<b>N°</b>	<b>USUARIO - VIVIENDA</b>	<b>PRESIÓN - WATERCAD (m.c.a)</b>	<b>PRESIÓN - MANÓMETRO (m.c.a)</b>
1	Victor Tafur Vilanueva	24	-
2	Juan Moza Cholán	21	-
3	María Donato Cholán	30	-
4	Marceliano Alva Terrones	20	-
5	Raúl Moza Tafur	32	-
6	Gilmer Chilón Tafur	50	-
7	Filomena Quispe Amambal	67	-
8	Santiago Chilón Tafur	70	-
9	Rusbel Moza Tafur	43	-
10	Segundo Isaías Alva Tafur	43	-
11	Manuel Ruitón Valdivia	40	-
12	Santiago Tafur Chilón	34	-
13	Artemio Terán Bustamante	37	35
14	Jorge Tafur Chavarri	46	40
15	Segundo Chilón Moza	39	37
16	Javier Terán Urteaga	9	-
17	Silvia Yanet Chilón Tafur	42	-
18	Abelino Valdés Cholán	40	-
19	Segundo Quispe Amambal	36	-
20	Amado Chilón Tafur	30	-
21	Juan Alberto Chilón Tafur	34	-
22	Isidro Celso Tafur Terán	64	55
23	Alejandro Chilón Moza	54	47
24	Maria Chilon Terán	80	-
25	Eduardo Moza Cholán	58	-
26	Anita Tafur Chilón	74	65
27	José Jesús Tafur Chilón	84	-
28	Manuel Moza Tafur	22	-
29	Wilmer Valdés Donato	83	-
30	Beatriz Chilón Moza	83	-
31	Miguel Valdés Moza	24	-
32	Aníbal Herrera Valqui	60	55
33	María Dorila Moza Chilón	70	-
34	Ricardina Chilón Quispe	14	-
35	Edilberto Hernández Quispe	67	-
36	Eladio Chilón Moza	67	-
37	José Quispe Valdés	96	-
38	Gilmer Merlo Chilón	71	-

<b>N°</b>	<b>USUARIO - VIVIENDA</b>	<b>PRESIÓN - WATERCAD (m.c.a)</b>	<b>PRESIÓN - MANÓMETRO (m.c.a)</b>
39	Dionicio Chilón Quispe	71	-
40	Flavio Chegne Cholán	83	-
41	Segundo Huamán Cholán	70	-
42	Santos Chilón Quispe	85	-
43	César Prado Tafur	52	-
44	Sebastián Moza Cholán	29	-
45	Horacio Prado Tafur	53	-
46	Elvia Tafur Chavarri	41	-

*Nota: La tabla muestra datos de las presiones de servicio calculadas mediante el software*

*Watercad y las presiones de servicio medidas con manómetro.*

**TABLA 50***Presiones de servicio en conexiones domiciliarias – S.A.P. Lancheconga.*

<b>N°</b>	<b>USUARIO - VIVIENDA</b>	<b>PRESIÓN - WATERCAD (m.c.a)</b>	<b>PRESIÓN - MANÓMETRO (m.c.a)</b>
1	Elvis Chavarry Cholán	23	-
2	Walter Asto Terán	18	-
3	Marina Huamán Castrejón	79	-
4	Ubaldo Huamán Castrejón	62	-
5	Benjamín Huamán Castrejón	52	-
6	Inocente Quispe Moza	50	-
7	Ciro Eloy Valdez Asto	40	-
8	Victoria Terán Bustamante	63	-
9	Cesar Vargas Villanueva	34	-
10	Elmer Chegne Vásquez	28	-
11	Claudio Cholan De La Cruz	26	-
12	Rosa De La Cruz Chilón	47	40
13	Felipa Vitalia Chegne Valdez	15	12
14	Beatriz Vásquez Cholán	49	-
15	Angelica Asto Cholán	30	-
16	Alfonso Huamán Castrejón	17	-
17	Bertila Romero Hernández	82	-
18	Dilberto Mendoza Castrejón	83	-
19	Luciano Chegne Valdez	54	45
20	Alejandrina Chilón Castrejón	49	-
21	Marilú Verastegui Bazán	76	-
22	Fernando Chilón Castrejón	39	-
23	Wilder Chilón Castrejón	42	-
24	Julio Gallardo Vásquez	31	-
25	Cleofe Moza Castrejón	14	10
26	Francisco Julca	7	-
27	Florinda Chávarry Casquín	32	-
28	Orfelinda Castrejón Vásquez	52	-
29	Alcides Quispe Valdez	46	-
30	Leónidas Valdez Aguilar	39	-
31	Felipe Zambrano Valdez	7	-
32	María Huamán Castrejón	10	-
33	Hilda Valdez Asto	28	-
34	Santos Zambrano Valdez	16	-
35	Juan Chilón Moza	20	-
36	Zenaida Terrones Yopla	31	-
37	Armando Valdez Merlo	38	-
38	Lucy Terán Cueva	22	-

<b>N°</b>	<b>USUARIO - VIVIENDA</b>	<b>PRESIÓN - WATERCAD (m.c.a)</b>	<b>PRESIÓN - MANÓMETRO (m.c.a)</b>
39	Edwin Valdez Terán	20	-
40	Flor Valdez Bustamante	25	-
41	Santos Zambrano Quispe	16	10
42	Félix Zambrano Valdez	13	-
43	Santos Huamán Cholán	59	-
44	Genaro Castrejón Moza	6	-
45	José Jacobo Valdez Terán	43	-
46	Consuelo Chilón Valdez	21	-
47	Reynerio Diaz Tejada	11	-
48	Sonia Valdez Cholán	62	-
49	Amado Huamán Cholán	53	-
50	Emilio Asto Chilón	67	-
51	Dominga Moza Cholán	7	-
52	Daniel Zambrano Valdez	15	-
53	Lucinda Zambrano Valdez	10	-
54	Grimaldo Cholán Quispe	12	-
55	Segundo Mendoza Castrejón	15	-
56	Silvia Pérez Saldaña	13	-
57	Alfonso Mendoza Castrejón	12	10
58	Brando Diaz Terán	16	-
59	Javier Diaz Tejada	33	-
60	Wilson Chávarry Zambrano	25	-
61	Raúl Cholán Quispe	31	-
62	Cesar Gallardo Castrejón	22	-
63	Nely Chávarry Valencia	20	-
64	Eufemia Diaz Tejada	27	20
65	Abraham Cholán Quispe	19	-
66	Miguel Chávarry Valencia	32	-
67	Wilder Cholán Moza	28	-
68	Segundo Chávarry Diaz	30	-
69	Esperanza Quispe Chilón	32	-
70	Francisco Cholán Quispe	29	-
71	Aidé Gonzales Mendoza	63	-
72	María Chilón Castrejón	51	-
73	Segundo Cholán Castrejón	64	-
74	Lisardo Chávarry Diaz	7	-
75	Augusto Chavar Diaz	12	-
76	Gloria Chávarry Zambrano	61	-
77	Rodolfo Chávarry Calua	69	-
78	Balbina Chávarry Diaz	74	-
79	Zoila Gallardo Cholán	17	-
80	Yovana Carrasco Cholán	23	-

<b>N°</b>	<b>USUARIO - VIVIENDA</b>	<b>PRESIÓN - WATERCAD (m.c.a)</b>	<b>PRESIÓN - MANÓMETRO (m.c.a)</b>
81	Margarita Chilón Chávarry	24	-
82	Polonia Bustamante Chilón	26	-
83	Telmo Huamán Cholán	68	-
84	Consuelo Carrasco Tantalean	50	-
85	Abel Carrasco Castrejón	43	-
86	Manuel Carrasco De La Cruz	30	-
87	Sandra Chávarry Valencia	49	-
88	Sebastián Carrasco Murrugarra	53	-
89	Miguel Carrasco Castrejón	10	-
90	Alcibíades Valdez Quispe	71	-
91	David Carrasco Chalan	38	-
92	Rubén Carrasco Chalan	4	-
93	Osias Carrasco Chalan	21	-
94	Walter Carrasco Tantalean	18	-
95	David Chilón Castrejón	48	-
96	Juana Chávarry Calua	17	-
97	Josefina Ayay Huaripata	80	-
98	Eliza Castrejón Vargas	8	5
99	Amílcar Valdez Asto	16	-
100	Wilson Asto Chilón	47	-
101	Emilio Asto Chilón	6	-
102	Lucia Castrejón Moza	17	-
103	Cruz Moza Vásquez	13	-
104	Juan Quispe Moza	70	-
105	Amelia Huamán Castrejón	48	-
106	Baute Valdez Cholán	7	-

*Nota: La tabla muestra datos de las presiones de servicio calculadas mediante el software*

*Watercad y las presiones de servicio medidas con manómetro.*

### 3.3.3. EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO

Se refiere al funcionamiento correcto del sistema de abastecimiento de agua a través de acciones en forma permanente y sistemática en las instalaciones y equipos para asegurar a la comunidad agua de buena calidad, servicio y cantidad suficiente. En las visitas técnicas a campo programadas con el presidente y operador de cada J.A.S.S. se obtuvo:

- S.A.P. Yanayacu
  - El funcionamiento está a cargo del Sr. Armando Quispe Bustamante, operador del sistema de agua potable.
  - El mantenimiento correctivo (daños o desgaste en las instalaciones), es realizado por el operador, las personas que conforman la J.A.S.S. y en otras ocasiones por comuneros invitados por el operador o presidente de la J.A.S.S.
  - El mantenimiento preventivo lo realizan cada 3 meses y está a cargo del operador y una comisión designada por la J.A.S.S. de forma rotativa, de tal manera que, puedan participar todos los usuarios, previo aviso a la comunidad.
  - En la limpieza y desinfección de la captación, se realiza el desbroce de hierbas, plantas, se retira la tierra u otro material extraño adyacente a la captación. En el interior de la cámara húmeda se retira los sedimentos acumulados, se limpia paredes, losa superior, canastilla de salida, tubería de rebose y tapa de inspección con un trapo o escobilla y agua, se desinfecta con cloro y se enjuaga con abundante agua, para esto, previamente se retira la tubería de rebose de la cámara. Las captaciones del S.A.P. Yanayacu no cuentan con caja de válvulas.
  - Desde su construcción hasta la actualidad, en las captaciones no se han reparado rajaduras o fisuras.
  - La línea de conducción se inspecciona el mismo día que se da mantenimiento a la captación, además, se busca si existe posibles fugas. Este sistema no cuenta

con válvulas de purga, cámaras de reunión o CRP T6; los sedimentos existentes se depositan en el reservorio de donde posteriormente se los retira. La desinfección de la línea de conducción lo realizan con hipoclorito de calcio, en un valde de 20 litros se diluye el hipoclorito, aguas abajo se cierra la válvula compuerta, se vierte la solución en la cámara húmeda de la captación y se cierra su válvula compuerta. Después de un tiempo prudencial se desagua el tramo desinfectado.

- En la limpieza y desinfección del reservorio, se realiza el desbroce de hierbas, plantas, se retira la tierra u otro material extraño adyacente al reservorio. En el interior del reservorio se retira los sedimentos acumulados, se limpia paredes, losa superior, canastilla de salida, tubería de rebose y tapa de inspección con un trapo o escobilla y agua, se desinfecta con cloro y se enjuaga con abundante agua, para esto, previamente se retira la tubería de rebose de la cámara y se cierra la válvula de ingreso y salida existente en su caja de válvulas.
- El reservorio funciona durante el día con las válvulas de ingreso y salida abiertas, todos los días al promediar las 6:30 de la tarde se cierra la válvula de salida para llenar el reservorio y asegurar el abastecimiento de la comunidad durante el día.
- La cloración se realiza mediante un sistema de desinfección por goteo. La dosificación la realizan cada 21 días y consta de 1400 gramos de hipoclorito de calcio diluidos en 700 litros de agua.
- La red de distribución se inspecciona el mismo día que se da mantenimiento al reservorio, encontrando en muchas ocasiones que los usuarios usan el agua potable como agua para regadío o para dar de beber a sus animales, además, se busca si existe posibles fugas. Este sistema no cuenta con válvulas de purga. Las CRP T7, se limpian y desinfectan de la misma manera que las cámaras húmedas de las captaciones. La desinfección de la red de distribución es de la misma

manera que la línea de conducción, el día del mantenimiento los usuarios son avisados de los trabajos a realizarse y no cuentan con agua potable.

- La cuota familiar es de S/ 3.00 mensual.
- El ingreso para tener una conexión de agua en este sistema es de 700.00 soles.
- S.A.P. Bellavista:
  - El funcionamiento está a cargo del Sr. Javier Terán Urteaga, operador del sistema de agua potable.
  - El mantenimiento correctivo (daños o desgaste en las instalaciones), es realizado por el operador, las personas que conforman la J.A.S.S. y en otras ocasiones por comuneros invitados por el operador o presidente de la J.A.S.S.
  - El mantenimiento preventivo lo realizan en un solo día de manera mensual y está a cargo del operador y una comisión designada por la J.A.S.S. de forma rotativa, de tal manera, que puedan participar todos los usuarios.
  - En la limpieza y desinfección de la captación, se realiza el desbroce de hierbas, plantas, se retira la tierra u otro material extraño adyacente a la captación. En el interior de la cámara húmeda se retira los sedimentos acumulados, se limpia paredes, losa superior, canastilla de salida, tubería de rebose y tapa de inspección con un trapo o escobilla y agua, se desinfecta con cloro y se enjuaga con abundante agua, para esto, previamente se retira la tubería de rebose de la cámara.
  - Desde su construcción hasta la actualidad, en las captaciones no se han reparado rajaduras o fisuras.
  - La línea de conducción se inspecciona el mismo día que se da mantenimiento a la captación, se busca si existe posibles fugas. Este sistema no cuenta con válvulas de purga o cámaras de reunión. Las CRP T6 se limpian y desinfectan de la misma manera que las cámaras húmedas de las captaciones. La desinfección

de la línea de conducción lo realizan con hipoclorito de calcio, en un valde de 20 litros se diluye el hipoclorito, aguas abajo se cierra la válvula compuerta, se vierte la solución en la cámara húmeda de la captación y se cierra su válvula compuerta. Después de un tiempo prudencial se desagua el tramo desinfectado.

- En la limpieza y desinfección del reservorio, se realiza el desbroce de hierbas, plantas, se retira la tierra u otro material extraño adyacente al reservorio. En el interior del reservorio se retira los sedimentos acumulados, se limpian paredes, losa superior, canastilla de salida, tubería de rebose y tapa de inspección con un trapo o escobilla y agua, se desinfecta con cloro y se enjuaga con abundante agua, para esto, previamente se retira la tubería de rebose de la cámara y se cierra la válvula de ingreso y salida existente en su caja de válvulas.
- El reservorio permanece con las válvulas de ingreso y salida abiertas, durante todo el día.
- Actualmente, no se clora el agua.
- La red de distribución se inspecciona el mismo día que se da mantenimiento al reservorio, además, se busca si existe posibles fugas. Este sistema no cuenta con válvulas de purga. Las CRP T7, se limpian y desinfectan de la misma manera que las cámaras húmedas de las captaciones. La desinfección de la red de distribución es de la misma manera que la línea de conducción, el día del mantenimiento los usuarios son avisados de los trabajos a realizarse y no cuentan con agua potable.
- La cuota familiar es de S/ 4.00 mensual.
- El ingreso para tener una conexión de agua en este sistema es de 500.00 soles.
- S.A.P. Lancheconga:
  - El funcionamiento está a cargo del Sr. Leónidas Valdés Aguilar, operador del sistema de agua potable.

- El mantenimiento correctivo (daños o desgaste en las instalaciones), es realizado por el operador, las personas que conforman la J.A.S.S. y en otras ocasiones por comuneros invitados por el operador o presidente de la J.A.S.S.
- El mantenimiento preventivo lo realizan en un solo día de manera trimestral y está a cargo del operador y una comisión designada por la J.A.S.S. de forma rotativa, de tal manera, que puedan participar todos los usuarios.
- En la limpieza y desinfección de la captación, se realiza el desbroce de hierbas, plantas, se retira la tierra u otro material extraño adyacente a la captación. En el interior de la cámara húmeda se retira los sedimentos acumulados, se limpia paredes, losa superior, canastilla de salida, tubería de rebose y tapa de inspección con un trapo o escobilla y agua, se desinfecta con cloro y se enjuaga con abundante agua, para esto, previamente se retira la tubería de rebose de la cámara.
- Desde su construcción hasta la actualidad, en las captaciones no se han reparado rajaduras o fisuras.
- La línea de conducción se inspecciona el mismo día que se da mantenimiento a la captación, además, se busca si existe posibles fugas. Este sistema no cuenta con válvulas de purga o cámaras de reunión. Las CRP T6 se limpian y desinfectan de la misma manera que las cámaras húmedas de las captaciones. La desinfección de la línea de conducción lo realizan con hipoclorito de calcio, en un valde de 20 litros se diluye el hipoclorito, aguas abajo se cierra la válvula compuerta, se vierte la solución en la cámara húmeda de la captación y se cierra su válvula compuerta. Después de un tiempo prudencial se desagua el tramo desinfectado.
- En la limpieza y desinfección del reservorio, se realiza el desbroce de hierbas, plantas, se retira la tierra u otro material extraño adyacente al reservorio. En el

interior del reservorio se retira los sedimentos acumulados, se limpia paredes, losa superior, canastilla de salida, tubería de rebose y tapa de inspección con un trapo o escobilla y agua, se desinfecta con cloro y se enjuaga con abundante agua, para esto, previamente se retira la tubería de rebose de la cámara y se cierra la válvula de ingreso y salida existente en su caja de válvulas.

- El reservorio permanece con las válvulas de ingreso y salida abiertas, durante todo el día.
- La cloración se realiza mediante un sistema de desinfección por goteo. La dosificación la realizan cada 14 días y consta de 1400 gramos de hipoclorito de calcio diluidos en 700 litros de agua.
- La red de distribución se inspecciona el mismo día que se da mantenimiento al reservorio, además, se busca si existe posibles fugas. Este sistema no cuenta con válvulas de purga. Las CRP T7, se limpian y desinfectan de la misma manera que las cámaras húmedas de las captaciones. La desinfección de la red de distribución es de la misma manera que la línea de conducción, el día del mantenimiento los usuarios son avisados de los trabajos a realizarse y no cuentan con agua potable.
- La cuota familiar es de S/ 2.50 mensual.
- El ingreso para tener una conexión de agua en este sistema es de 1185.00 soles.

## CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 4.1. EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

#### g) Captación:

De las cuatro captaciones evaluadas, El Pozo, La cucharilla, El Lirio y El Eucalipto, El 50% cuenta con protección del afloramiento, cámara húmeda y cámara seca, el 50% restante obvia la cámara seca (El Pozo, La Cucharilla). No se identificó fisuras ni filtraciones a nivel estructural garantizando su estanqueidad, el tarrajeo interior de la captación El Eucalipto se encuentra desgastada a causa de la acidez que presenta el agua. La captación El Pozo y La Cucharilla presentan tapas en mal estado (sin pintar y oxidadas), el 50% restante están en buenas condiciones. La captación El Eucalipto que representa el 25% no presenta canastilla en la tubería de salida. El 100% de las captaciones presenta tubería de limpieza y rebose, faltando en todas estas el dado de protección, el tapón perforado y la piedra asentada en la parte final de esta tubería. Respecto al material filtrante de la protección del afloramiento, todas las captaciones presentan gravas con diámetros de 2" a 10", el 50% de estas captaciones tienen este material extendido en el afloramiento y el 50% restante asentada con mortero, provocando de esta manera que este material no funcione de la manera adecuada. El 75% de las captaciones (El Pozo, La Cucharilla, El Lirio) están con la pintura deteriorada en mal estado; el 25% restante están pintadas en regular estado. Respecto al cerco perimétrico, la única captación que presenta las recomendaciones del MVCS es El Eucalipto, el 75% restante cuenta con cerco perimétrico a base de postes de madera deteriorados y alambre de púas en mal estado.

- S.A.P. Yanayacu: La captación La Cucharilla oferta un caudal de 0.18 l/s a través de tres tuberías de 3/4 de pulgada de diámetro, resultando que la cantidad de orificios existentes es igual a los calculados. A partir de este dato, el ancho de pantalla existente es mayor al

calculado. La carga de agua necesaria en la cámara húmeda es igual a 0.0004 m y el tiempo en descargarlo es igual a 7.844 s, tal y como, muestran las tablas 19 y 20. El volumen de agua constante en la cámara húmeda resulta de multiplicar el caudal por el tiempo de vaciado, siendo este, la capacidad calculada de la cámara húmeda la cual es menor a la capacidad existente. Por otra parte, La captación El Pozo oferta un caudal de 0.15 l/s a través de tres tuberías de 3/4 de pulgada de diámetro, resultando que la cantidad de orificios existentes es igual a los calculados. A partir de este dato, el ancho de pantalla existente es mayor al calculado. La carga de agua necesaria en la cámara húmeda es igual a 0.0003 m y el tiempo en descargarlo es igual a 6.761 s, tal y como, muestran las tablas 22 y 23. El volumen de agua constante en la cámara húmeda resulta de multiplicar el caudal por el tiempo de vaciado, siendo este, la capacidad calculada de la cámara húmeda la cual es menor a la capacidad existente, concluyendo que la capacidad de las dos estructuras sigue siendo funcionales.

- S.A.P. Bellavista: La captación El Lirio oferta un caudal de 0.23 l/s a través de tres tuberías de 3/4 de pulgada de diámetro, resultando que la cantidad de orificios existentes es menor a los calculados. A partir de este dato, el ancho de pantalla existente es mayor al calculado. La carga de agua necesaria en la cámara húmeda es igual a 0.0006 m y el tiempo en descargarlo es igual a 10.138 s, tal y como, muestran las tablas 25 y 26. El volumen de agua constante en la cámara húmeda resulta de multiplicar el caudal por el tiempo de vaciado, siendo este, la capacidad calculada de la cámara húmeda la cual es menor a la capacidad existente, concluyendo que la capacidad de la estructura sigue siendo funcional.

**h) Línea de conducción:**

Se evaluó 5965.93 m de línea de conducción, el 100% se encuentra enterrada. se identificó 2 pases aéreos pertenecientes al S.A.P. Lancheconga, los cuales están en regular estado

- S.A.P. Yanayacu: traslada un caudal máximo diario de 0.367 l/s a través 464.20 m de tubería PVC de una pulgada C-10. La línea de conducción inicia en la captación El Pozo, 74.45 m adelante ingresa en la cámara húmeda de la captación La Cucharilla, que funciona como cámara de reunión, con una presión de 13.11 m.c.a y velocidad de 0.72 m/s, 389.75 m después la línea de conducción llega al reservorio con presión igual a 50.18 m.c.a y velocidad de 0.72 m/s. En línea de conducción la norma recomienda velocidades mínimas de 0.60 m/s y presiones menores a 50 m.c.a.
- S.A.P. Bellavista: traslada un caudal máximo diario de 0.179 l/s a través 952.44 m de tubería PVC de 1 pulgada C-10. La línea de conducción inicia en la captación El Lirio; 435.04 m adelante, con una velocidad de 0.35 m/s y presión de 81.87 m.c.a ingresa a una cámara rompe presión tipo 6, 517.40 m después la línea de conducción llega al reservorio con presión igual a 77.79 m.c.a y velocidad de 0.35 m/s. En línea de conducción la norma recomienda velocidades mínimas de 0.60 m/s y presiones menores a 50 m.c.a.
- S.A.P. Lancheconga: Se desarrolla en una topografía accidentada trasladando un caudal máximo diario de 0.382 l/s a una velocidad de 0.19 m/s a lo largo de 4549.29 m de tubería de dos pulgadas de diferentes materiales y clases. La línea de conducción inicia en la captación El Eucalipto con cota igual a 3191.93 m.s.n.m.; 168.25 m adelante, con una velocidad de 0.19 m/s y presión de 2.40 m.c.a ingresa a una cámara repartidora de caudales donde el agua se distribuye para el S.A.P. Lancheconca y para el mismo centro poblado de Callancas, más adelante la tubería llega a la CRP (C) y a la CRP (D), tal y

como indica la figura 19, con presiones de 43.06 m.c.a. y 61.43 m.c.a. respectivamente. A partir de este punto la línea de conducción forma 2 sifones con tuberías de diferentes materiales y clases tal como indica la tabla 23, el primero conformado por los puntos D, E, F, G, H, I y J donde la presión dinámica llega hasta 193.41 m.c.a. en el punto más bajo (G) y el material utilizado es tubería HDPE PN20 y el segundo conformado por los puntos J, K, L, M, N, O y el reservorio donde la presión dinámica llega hasta 215.11 m.c.a. en el punto más bajo (M), el material utilizado es tubería HDPE PN20, y 22.39 m.c.a. de presión dinámica en el punto más alto (reservorio). En línea de conducción la norma recomienda velocidades mínimas de 0.60 m/s y presiones menores a 50 m.c.a.

**i) Cámaras Rompe Presión en Línea de Conducción:**

De 5965.93 m de línea de conducción evaluadas se identificó tres C.R.P. No se identificó fisuras ni filtraciones a nivel estructural garantizando su estanqueidad, el tarrajeo interior de las C.R.P pertenecientes al S.A.P. Lancheonga (66.6%) se encuentran desgastadas a causa de la acidez que presenta el agua. Respecto a las tapas de inspección el 100% se encuentran pintadas y en buenas condiciones. El 100% no presenta canastilla en la tubería de salida. El 100% de las C.R.P. presenta tubería de ventilación y de limpieza y rebose, faltando en el 33.3% el dado de protección y en el 100% el tapón perforado y la piedra asentada en la parte final de esta tubería. El 100% están pintadas en buen estado. Respecto al cerco perimétrico, todas cuenta con cerco perimétrico a base de postes de madera deteriorados y alambre de púas en mal estado.

- S.A.P. Bellavista: La línea de conducción traslada un caudal máximo diario de 0.179 l/s a través de una tubería de 1 pulgada de diámetro, la carga de agua necesaria en la CRP es igual a 0.010 m y el tiempo en descargarlo es igual a 53.311 s, tal y como, muestra la tabla 33. El volumen de agua constante en la CRP resulta de multiplicar el caudal máximo diario por el tiempo de vaciado, siendo este, la capacidad calculada de la CRP la cual es

menor a la capacidad existente, concluyendo que estas estructuras siguen siendo funcionales.

- S.A.P. Lancheconga: La línea de conducción traslada un caudal máximo diario de 0.382 l/s a través de una tubería de 2 pulgada de diámetro, la carga de agua necesaria en la CRP es igual a 0.003 m y el tiempo en descargarlo es igual a 8.707 s, tal y como, muestra la tabla 34. El volumen de agua constante en la CRP resulta de multiplicar el caudal máximo diario por el tiempo de vaciado, siendo este, la capacidad calculada de la CRP la cual es menor a la capacidad existente, concluyendo que estas estructuras siguen siendo funcionales.

**j) Planta de tratamiento:**

Destinada a regular el PH ácido del agua. Compuesta por tres cámaras con piedra caliza de diferentes diámetros en el fondo de cada una y una cámara seca destinada a las válvulas de control. No se identificó fisuras ni filtraciones a nivel estructural garantizando su estanqueidad, el tarrajeo interior se identificó desgastado en la primera cámara a causa de la acidez que presenta el agua, desapareciendo en las cámaras adyacentes. Respecto a las tapas de inspección, el 100% se encuentran pintadas y en buenas condiciones. No presenta canastilla en la tubería de salida. Presenta tubería de ventilación y de limpieza y rebose, faltando el dado de protección, el tapón perforado y la piedra asentada en la parte final de esta tubería. La planta reguladora de P.H. se encuentra pintada en buen estado. No cuenta con cerco perimétrico.

**k) Reservorio:**

De los tres reservorios evaluados, todos cuentan con cámara de válvulas. Se identificó fisuras y filtraciones a nivel estructural en el reservorio del S.A.P. Bellavista, los dos restantes no presentan dichas patologías garantizando su estanqueidad. Respecto a las tapas de inspección tanto de la cámara de válvulas como las de almacenamiento el

100% están en buenas condiciones. El reservorio del S.A.P. Yanayacu que representa el 33.3% no presenta canastilla en la tubería de salida. El 100% de los reservorios presenta tubería de limpieza y rebose, faltando en todas estas el dado de protección, el tapón perforado y la piedra asentada en la parte final de esta tubería. El 33.3% de los reservorios (Yanayacu) están con la pintura deteriorada en mal estado; otro 33.3% (Bellavista) no se encuentra pintado y el 33.3% restante están pintadas en buen estado. Respecto al cerco perimétrico, ningún reservorio presenta las recomendaciones del MVCS, el 33.3% (Reservorio Yanayacu) cuenta con cerco perimétrico a base de postes de madera deteriorados y alambre de púas en mal estado el porcentaje restante no cuenta con cerco perimétrico. Respecto a la cámara de válvulas solo 33.3% (Bellavista) presenta bypass, el porcentaje restante obvia esta conexión.

- S.A.P. Yanayacu: La norma plantea que, el volumen de almacenamiento sea igual al 25% de la demanda diaria promedio anual. Para un caudal igual a 0.316 l/s el volumen de almacenamiento calculado según norma es igual 6.83 m<sup>3</sup>, tal y como muestra la tabla 35. Dicho volumen de almacenamiento en comparación con el existente (8.59 m<sup>3</sup>), sigue siendo funcional.
- S.A.P. Bellavista: La norma plantea que, el volumen de almacenamiento sea igual al 25% de la demanda diaria promedio anual. Para un caudal igual a 0.16 l/s el volumen de almacenamiento calculado según norma es igual 3.35 m<sup>3</sup>, tal y como muestra la tabla 36. Dicho volumen de almacenamiento en comparación con el existente (6.78 m<sup>3</sup>), sigue siendo funcional.
- S.A.P. Lanchecongá: La norma plantea que, el volumen de almacenamiento sea igual al 25% de la demanda diaria promedio anual. Para un caudal igual a 0.31 l/s el volumen de almacenamiento calculado según norma es igual 6.74 m<sup>3</sup>, tal y como muestra la tabla 37.

Dicho volumen de almacenamiento en comparación con el existente (12.76 m<sup>3</sup>), sigue siendo funcional.

**I) Red de Distribución:**

Se evaluó 19357.13 m de red de distribución, el 100% se encuentra enterrada.

- S.A.P. Yanayacu: traslada un caudal máximo horario 0.440 l/s, la red de distribución está conformada por 3706.60 m de tubería PVC de 3/4 de pulgada C-7.5, el 84.3% de red presenta velocidades inferiores a 0.30 m/s. Según la tabla 38, parte de los tramos: C - CRP1, CRP3 - CRP4, CRP4 - CRP5, H - CRP7, CRP7 - I Y J - CRP8 presentan presiones dinámicas mayores a 50 m.c.a., la norma menciona que en red de distribución se debe cumplir que la velocidad mínima no debe ser menor de 0.60 m/s, en ningún caso puede ser inferior a 0.30 m/s, y que la presión estática no debe ser mayor de 60 m.c.a.
- S.A.P. Bellavista: traslada un caudal máximo horario 0.215 l/s, la red de distribución está conformada por 5255.47 m de tubería PVC de 1 y 3/4 de pulgada C-7.5, el 85.3% de red presenta velocidades inferiores a 0.30 m/s. Según la tabla 30, parte de los tramos: C - D, C - CRP1, CRP3 - F, F - CRP4, CRP4 - G, F - H, I - CRP5, J - K, J - CRP6 Y CRP6 - L presentan presiones dinámicas mayores a 60 m.c.a., la norma menciona que en red de distribución se debe cumplir que la velocidad mínima no debe ser menor de 0.60 m/s, en ningún caso puede ser inferior a 0.30 m/s, y que la presión estática no debe ser mayor de 60 m.c.a.
- S.A.P. Lancheonga: traslada un caudal máximo horario 0.668 l/s, la red de distribución está conformada por 10395.06 m de tubería PVC de 1 1/2, 1 y 3/4 de pulgada C-7.5, el 75.5% de red presenta velocidades inferiores a 0.30 m/s. Según la tabla 31, parte de los tramos: G - CRP6, CRP6 - CRP7, I - J y J - CRP8 presentan presiones dinámicas mayores a 60 m.c.a., la norma menciona que en red de distribución se debe cumplir que la

velocidad mínima no debe ser menor de 0.60 m/s, en ningún caso puede ser inferior a 0.30 m/s, y que la presión estática no debe ser mayor de 60 m.c.a.

**m) Cámaras Rompe Presión en Red de distribución:**

De 19357.13 m de red de distribución evaluadas se identificó 28 C.R.P. El 100% obvia la caja de válvulas. No se identificó fisuras ni filtraciones a nivel estructural garantizando su estanqueidad. Respecto a las tapas de inspección el 100% se encuentran pintadas y en buenas condiciones. El 46.43% de C.R.P. pertenecientes al S.A.P. Lancheonga no presenta canastilla en la tubería de salida. El 100% de las captaciones presenta tubería de ventilación y de limpieza y rebose, faltando en todo el dado de protección, el tapón perforado y la piedra asentada en la parte final de esta tubería. El 100% están pintadas en buen estado. Respecto al cerco perimétrico, todas cuenta con cerco perimétrico a base de postes de madera deteriorados y alambre de púas en mal estado.

- S.A.P. Yanayacu: La red de distribución traslada diferentes caudales a través de sus ramales, los cuales dependen de la cantidad de usuarios por ramal. Se realizó el chequeo hidráulico a la cámara que presenta mayor caudal y tubería más desfavorable. Teniendo claro esta recomendación, para un caudal máximo horario de 0.232 l/s a través de una tubería de 3/4 de pulgada de diámetro, la carga de agua necesaria en la CRP es igual a 0.051 m y el tiempo en descargarlo es igual a 267.400 s, tal y como, muestra la tabla 44. El volumen de agua constante en la CRP resulta de multiplicar el caudal máximo diario por el tiempo de vaciado, siendo este, la capacidad calculada de la CRP la cual es menor a la capacidad existente, concluyendo que estas estructuras siguen siendo funcionales.
- S.A.P. Bellavista: La red de distribución traslada diferentes caudales a través de sus ramales, los cuales dependen de la cantidad de usuarios por ramal. Se realizó el chequeo hidráulico a la cámara que presenta mayor caudal y tubería más desfavorable. Teniendo

claro esta recomendación, para un caudal máximo horario de 0.187 l/s a través de una tubería de 3/4 de pulgada de diámetro, la carga de agua necesaria en la CRP es igual a 0.033 m y el tiempo en descargarlo es igual a 226.310 s, tal y como, muestra la tabla 45. El volumen de agua constante en la CRP resulta de multiplicar el caudal máximo diario por el tiempo de vaciado, siendo este, la capacidad calculada de la CRP la cual es menor a la capacidad existente, concluyendo que estas estructuras siguen siendo funcionales.

- S.A.P. Lancheconga: La red de distribución traslada diferentes caudales a través de sus ramales, los cuales dependen de la cantidad de usuarios por ramal. Se realizó el chequeo hidráulico a la cámara que presenta mayor caudal y tubería más desfavorable. Teniendo claro esta recomendación, para un caudal máximo horario de 0.271 l/s a través de una tubería de 1 pulgada de diámetro, la carga de agua necesaria en la CRP es igual a 0.022 m y el tiempo en descargarlo es igual a 131.808 s, tal y como, muestra la tabla 46. El volumen de agua constante en la CRP resulta de multiplicar el caudal máximo diario por el tiempo de vaciado, siendo este, la capacidad calculada de la CRP la cual es menor a la capacidad existente, concluyendo que estas estructuras siguen siendo funcionales.

**n) Conexiones domiciliarias.**

La mayor cantidad de piletas presentan fisuras a nivel estructural, debido a los años de antigüedad que estas presentan. Los grifos se encuentran en buen estado y funcionales.

- S.A.P. Yanayacu: El 40.0% de conexiones domiciliarias, presenta presiones dinámicas mayores a 50 m.c.a.
- S.A.P. Bellavista: El 50.0% de conexiones domiciliarias, presenta presiones dinámicas mayores a 50 m.c.a.
- S.A.P. Lancheconga: El 23.6% de conexiones domiciliarias, presenta presiones dinámicas mayores a 50 m.c.a.

#### **4.2. EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO**

De los tres sistemas evaluados tanto los operadores como las juntas administrativas de servicios de saneamiento tienen conocimiento del mantenimiento correctivo y preventivo de cada componente. La limpieza y desinfección de los sistemas se realiza durante un día completo, para esto, la J.A.S.S. de cada sistema comunica a los usuarios la interrupción del suministro de agua. La adquisición de materiales, herramientas, repuestos o insumos lo realiza la J.A.S.S. de cada sistema, a través, del pago de la cuota familiar. En el S.A.P. Bellavista se identificó que su reservorio no cuenta con dosificador de cloro, por lo cual, no se está realizando la cloración de agua adecuada, lo cual puede ocasionar que su población este consumiendo agua con algún tipo de bacteria u otro microorganismo. Además, se identificó que algunos usuarios usan el agua potable para regadío de sus pastos o para dar de beber a sus animales, ocasionando la interrupción del suministro de agua potable en otro ramal.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- De la infraestructura y el funcionamiento hidráulico de los sistemas de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Callancas, se concluye que son funcionales, pero se encuentran en proceso de deterioro debido a los años de servicio prestados.
- Hidráulicamente la infraestructura de los sistemas de abastecimiento, presenta dimensiones y capacidades de almacenamiento funcionales en comparación con las disposiciones actuales de la norma técnica, tal y como, se muestra en el capítulo IV (Análisis y discusión de resultados). Aproximadamente el 92% de la línea de conducción y ciertos tramos de la red de distribución, presentan 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. 43.6% en el S.A.P. Yanayacu, 50.0% en el S.A.P. Bellavista y 23.6% en el S.A.P. Lancheconga.
- Se evaluaron cuatro captaciones, tres 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. Además, se evaluó 5965.93m de línea de conducción y 19357.13m de red de distribución, encontrándose el 100% enterrada. Respecto a los reservorios de almacenamiento, el S.A.P. Bellavista presenta un reservorio con una antigüedad de 23 años, hallándose fisuras y filtraciones a nivel estructural, lo cual, representa un riesgo para la población usuaria, ya que existe la probabilidad de colapsar.
- Funcionalmente, la dotación promedio por habitante es aproximadamente 85 lt/hab/día, valor un poco mayor al señalado en la norma, esto debido a que, algunos usuarios usan el agua potable para regadío de pastos o para consumo de animales, generando el desperdicio del líquido elemento. La acumulación de sedimentos en las tuberías debido

a las bajas velocidades, la 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. Por otra parte, la escasez de válvulas de purga, aire y de control generan una reconexión tardía del servicio y un mayor costo en la operación y mantenimiento.

- El proceso de filtración en los manantiales es deficiente, el agua cruda nace y se escurre por encima de un lecho de piedra chancada que se encuentra en el fondo de la cámara de afloramiento o atraviesa piedras de 4° asentadas con mortero en las paredes. Con la disposición actual del material filtrante, no se consigue la retención de impurezas, impidiendo su buen funcionamiento.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda completar la colocación de accesorios en las estructuras, por ejemplo, la colocación de los tapones perforados en las tuberías de ventilación y limpieza, con el fin de impedir el ingreso de animales al interior de estas.
- Realizar un mejoramiento en el tarrajeo interior del reservorio del S.A.P. Bellavista, para impedir filtraciones del agua a través de la estructura.
- Se recomienda realizar el mantenimiento de los cercos perimétricos en las estructuras, para mejorar la seguridad en estas.
- Se recomienda realizar el mejoramiento del material filtrante en las captaciones y poder impedir la filtración de impurezas existentes en el agua.
- Se recomienda realizar la construcción de válvulas de aire y de purga en el sistema.
- Se recomienda la inspección rutinaria de los sistemas de agua potable, para evitar su desperdicio y mal manejo.
- Se recomienda realizar un análisis de los límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos en los sistemas de abastecimiento de Yanayacu y Bellavista.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüero Pittman, R. (1997). Agua Potable para Poblaciones Rurales. Asociación Servicios Educativos Rurales.  
<https://www.ircwash.org/sites/default/files/221-16989.pdf>
- Carmona Mantilla, N. (2014). Sostenibilidad de los Sistemas de Agua Potable del Centro Poblado Otuzco – Distrito de los Baños del Inca, 2018. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional.  
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/73>
- Cieza Silva, J. M. (2021). Evaluación de los Sistemas de Agua Potable de las Localidades que Conforman el Centro Poblado Chilimpampa Baja – Cajamarca, 2018. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional.  
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/4137>
- García Trisolini, E. (2009). Manual de Proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales.  
[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/GARCIA%202009.%20Manual%20de%20proyectos%20de%20agua%20potable%20en%20poblaciones%20rurales.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/GARCIA%202009.%20Manual%20de%20proyectos%20de%20agua%20potable%20en%20poblaciones%20rurales.pdf)
- Gobierno del Perú. (2004). Parámetros de diseños de Infraestructura de agua y Saneamiento para centro poblados rurales.  
[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/instrumentos\\_metod/saneamiento/3\\_Parametros\\_de\\_dise\\_de\\_infraestructura\\_de\\_agua\\_y\\_saneamiento\\_CC\\_PP\\_rurales.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/3_Parametros_de_dise_de_infraestructura_de_agua_y_saneamiento_CC_PP_rurales.pdf)
- Lentini, E. (2021). Hacia una Agenda de Seguridad Hídrica para América Latina y el Caribe 2030. Contribuciones a partir de la Conferencia de Finanzas y Gobernanza del Agua en América Latina y el Caribe: Rumbo a Dakar 2022. CAF.  
<https://aidisnet.org/event/9-wwf-dakar-2022/>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). Norma Técnica de Diseño:

Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1743222/ANEXO%20RM%20192-2018-VIVIENDA%20B.pdf.pdf>

Ministerio de Salud. (2011). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

[http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento\\_Calidad\\_Agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf)

Ministerio de Salud. (1994). Abastecimiento de Agua y Saneamiento para Poblaciones Rurales y Urbano – Marginales.

<https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/353337-abastecimiento-de-agua-y-saneamiento-para-poblaciones-rurales-y-urbano-marginales-norma-tecnica>

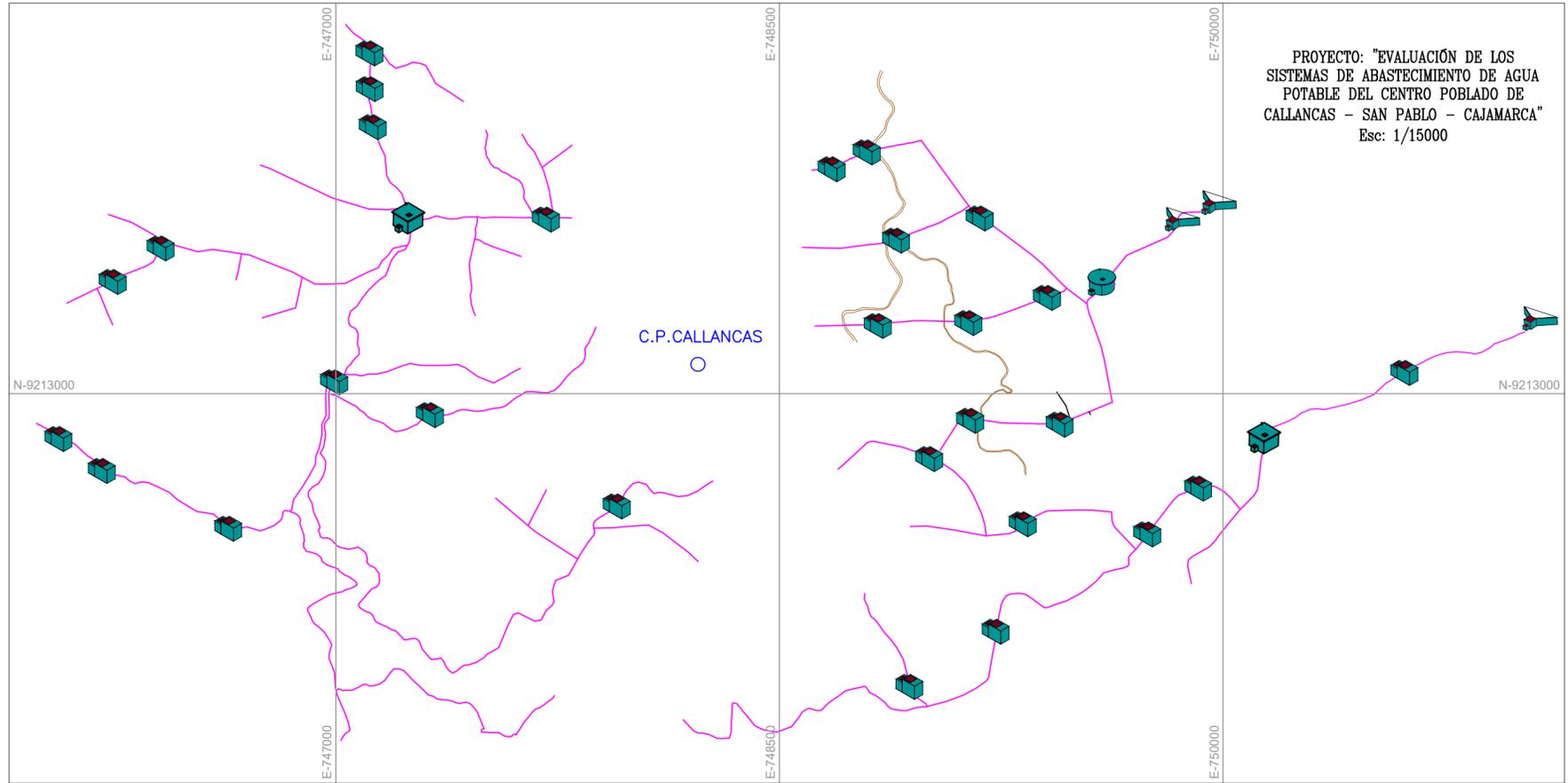
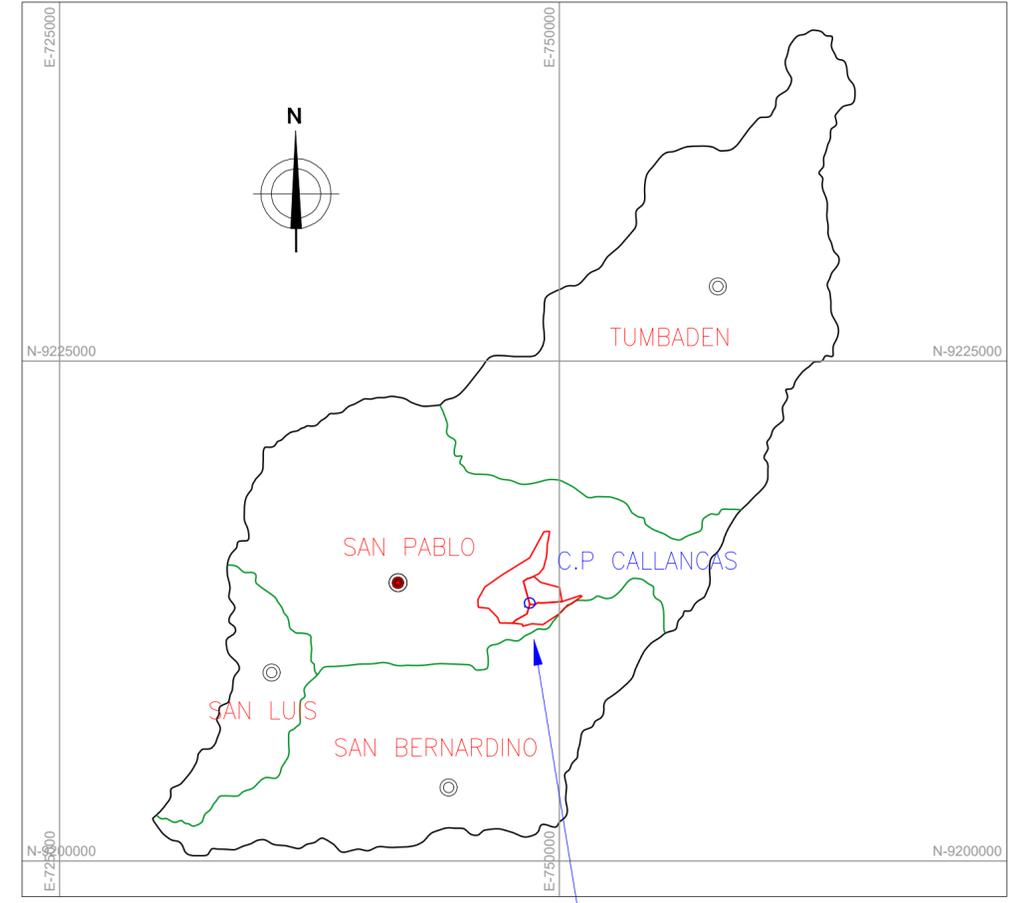
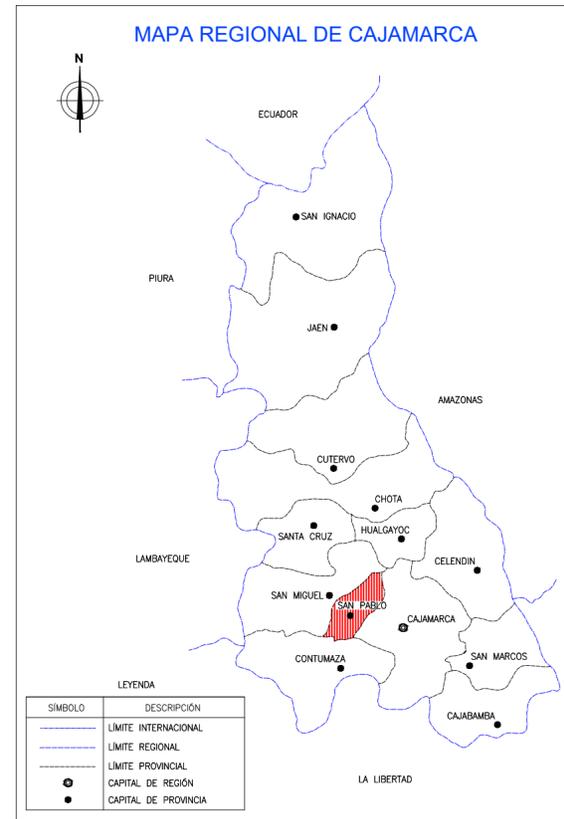
Vásquez Soto, M. M. (2019). Índice de Sostenibilidad de los Sistemas de Agua Potable en el

Distrito de Sucre, Provincia Celendín – Cajamarca, 2018. [Tesis de pregrado,

Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional.

<http://hdl.handle.net/20.500.14074/3582>

## ANEXOS



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE CALLANCAS - SAN PABLO - CAJAMARCA"  
Esc: 1/15000

UBICACIÓN:  
PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE CALLANCAS - SAN PABLO - CAJAMARCA". Esc:1/250000

#### LEYENDA

	CAPTACIÓN
	RESERVORIO
	CÁMARA ROMPE PRESIÓN
	CÁMARA DISTRIBUIDORA
	TUBERÍA

#### LEYENDA

	CAPITAL PROVINCIAL		CARPETERA ATRIBUIDA
	CAPITAL DISTRITAL		CAMINO CARROZABLE
	CENTRO POBLADO		RÍO, QUEBRADA
	LÍMITE PROVINCIAL		
	LÍMITE DISTRITAL		

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

TESIS: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE CALLANCAS, SAN PABLO - CAJAMARCA"

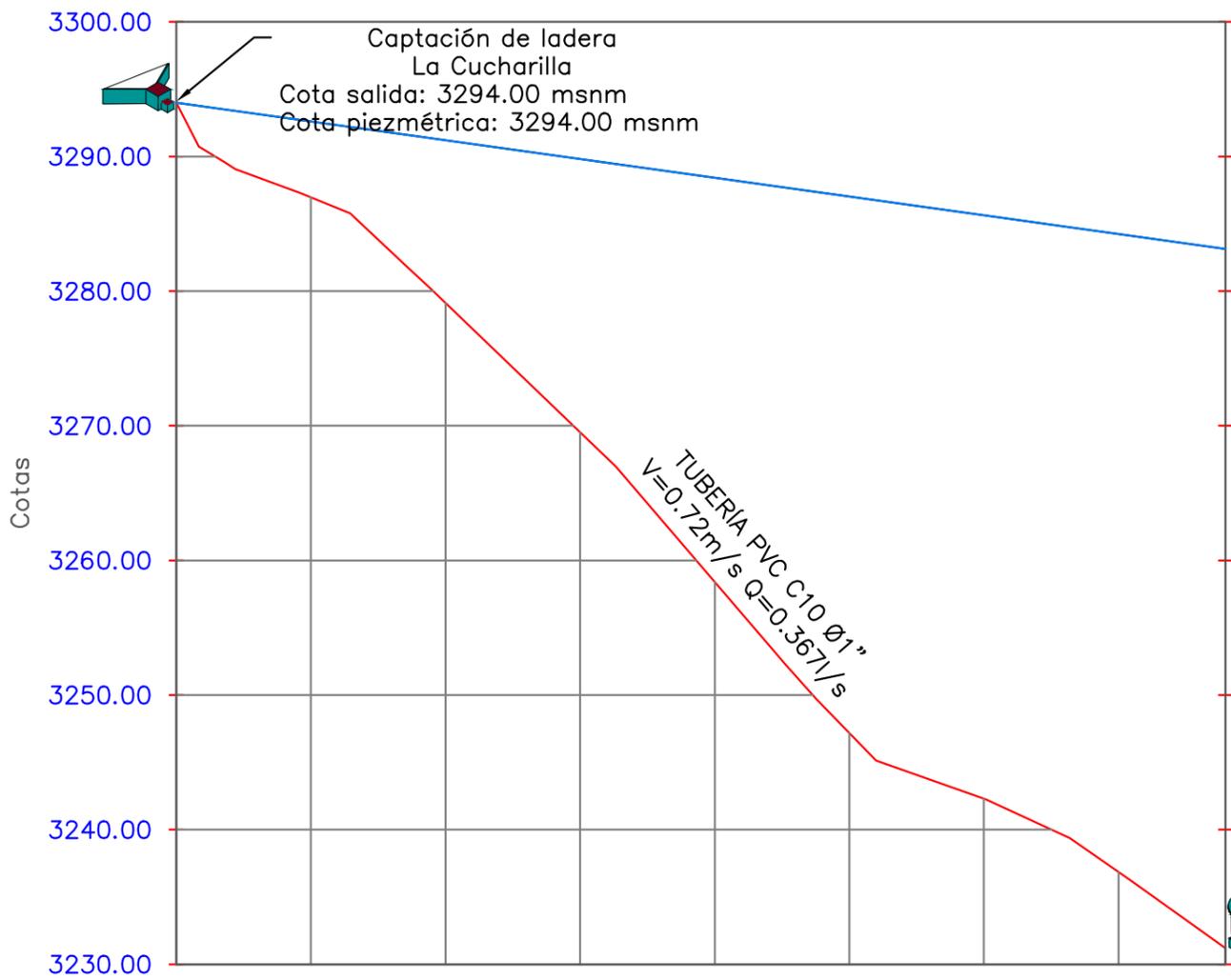
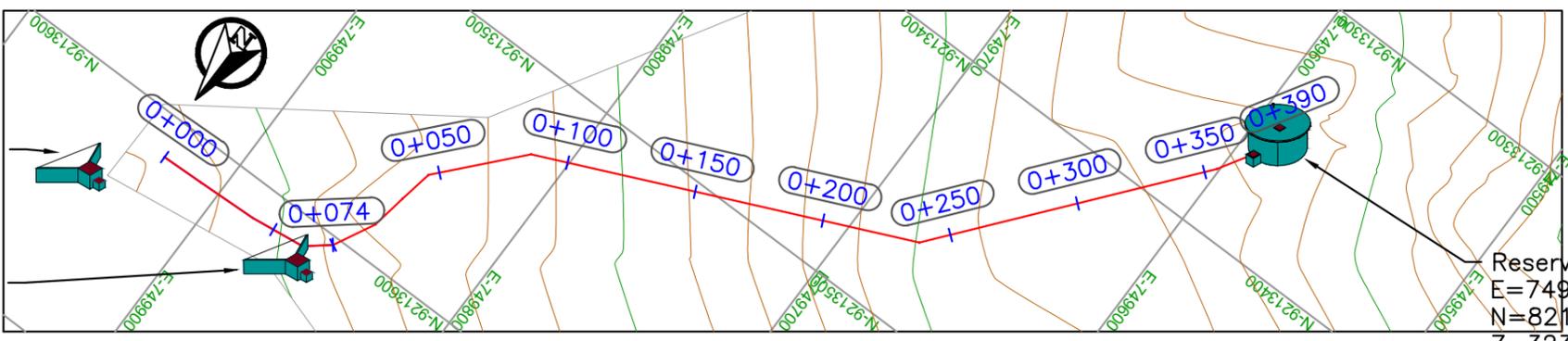
PLANO: UBICACIÓN - SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
BACHILLER: CRISTIAN EDINSON SÁNCHEZ CORTEZ ESCALA: INDICADA

PLANTA  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN YANAYACU  
Esc. 1:2500

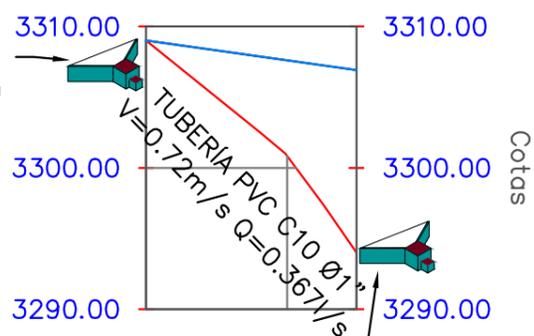
Captación de ladera  
El Pozo  
E=749924.898  
N=9213614.850  
Z=3309.00

Captación de ladera  
La Cucharilla  
E=749853.242  
N=9213602.951  
Z=3294

Reservorio Yanayacu  
E=749584.582  
N=8213344.218  
Z=3231.190



3300.00 Captación de ladera  
El Pozo  
Cota salida: 3309.00 msnm  
Cota piezométrica: 3309.00 msnm



PROGRESIVA	0+000.00	0+050.00	0+074.45
COTA TUBERÍA	3309.00	3300.83	3294.00
COTA PIEZOMÉTRICA	3309.00	3307.60	3306.92
PRESIÓN	0.00	6.78	12.92

Captación de ladera  
La Cucharilla  
Cota salida: 3294.00 msnm  
Cota piezométrica: 3306.92 msnm

PERFIL LONGITUDINAL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN YANAYACU  
TRAMO I  
Esc. V:200 H:1000

LEYENDA	
	CAPTACIÓN
	RESERVORIO
	TUBERÍA C10
	GRADIENTE
	CURVA DE NIVEL

PROGRESIVA	0+000.00	0+050.00	0+100.00	0+150.00	0+200.00	0+250.00	0+300.00	0+350.00	0+389.75
COTA TUBERÍA	3294.00	3286.96	3279.11	3269.51	3258.40	3247.18	3242.30	3236.85	3233.91
COTA PIEZOMÉTRICA	3294.00	3292.61	3291.21	3289.82	3288.42	3287.03	3285.63	3284.24	3283.13
PRESIÓN	0.00	5.64	12.11	20.30	30.03	39.85	43.33	47.39	49.22

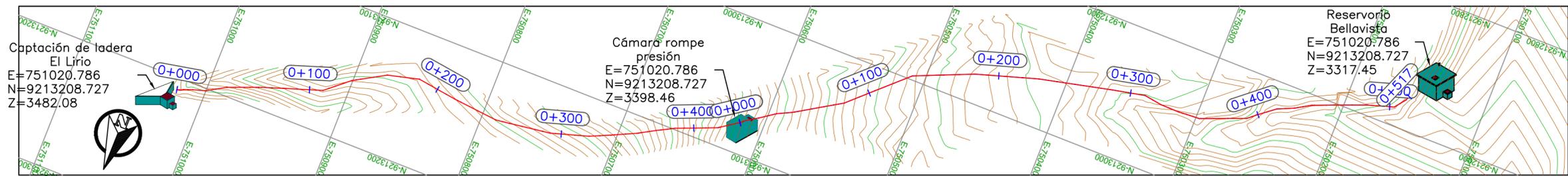
Reservorio Yanayacu  
Cota salida: 3233.91 msnm  
Cota piezométrica: 3383.13 msnm

PERFIL LONGITUDINAL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN  
YANAYACU – TRAMO II  
Esc. V:200 H:1000

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

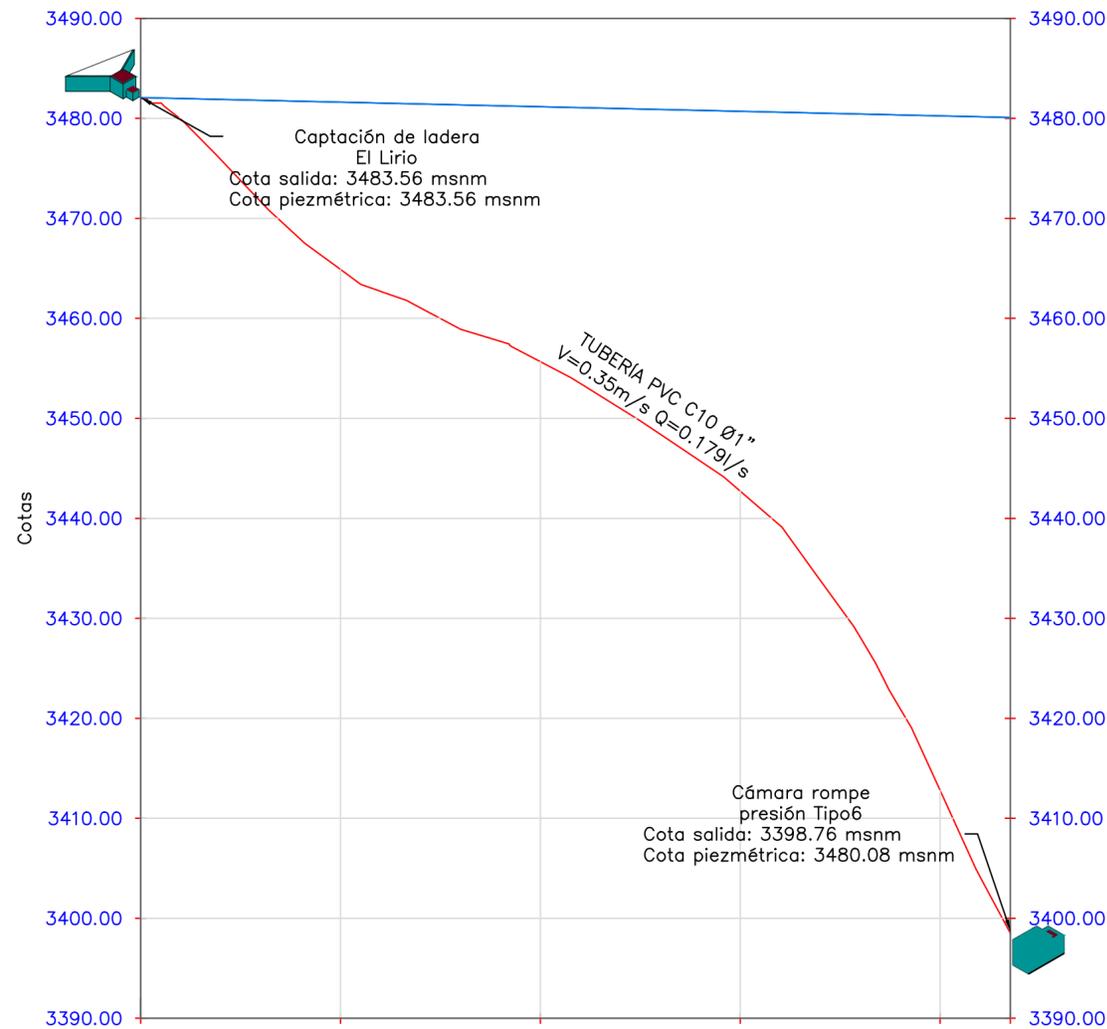
TESIS: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE CALLANCAS, SAN PABLO – CAJAMARCA"

PLANO: LÍNEA DE CONDUCCIÓN – S.A.P. YANAYACU  
BACHILLER: CRISTIAN EDINSON SÁNCHEZ CORTEZ  
ESCALA: 1/2500



PLANTA  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN BELLAVISTA  
Esc. 1:2500

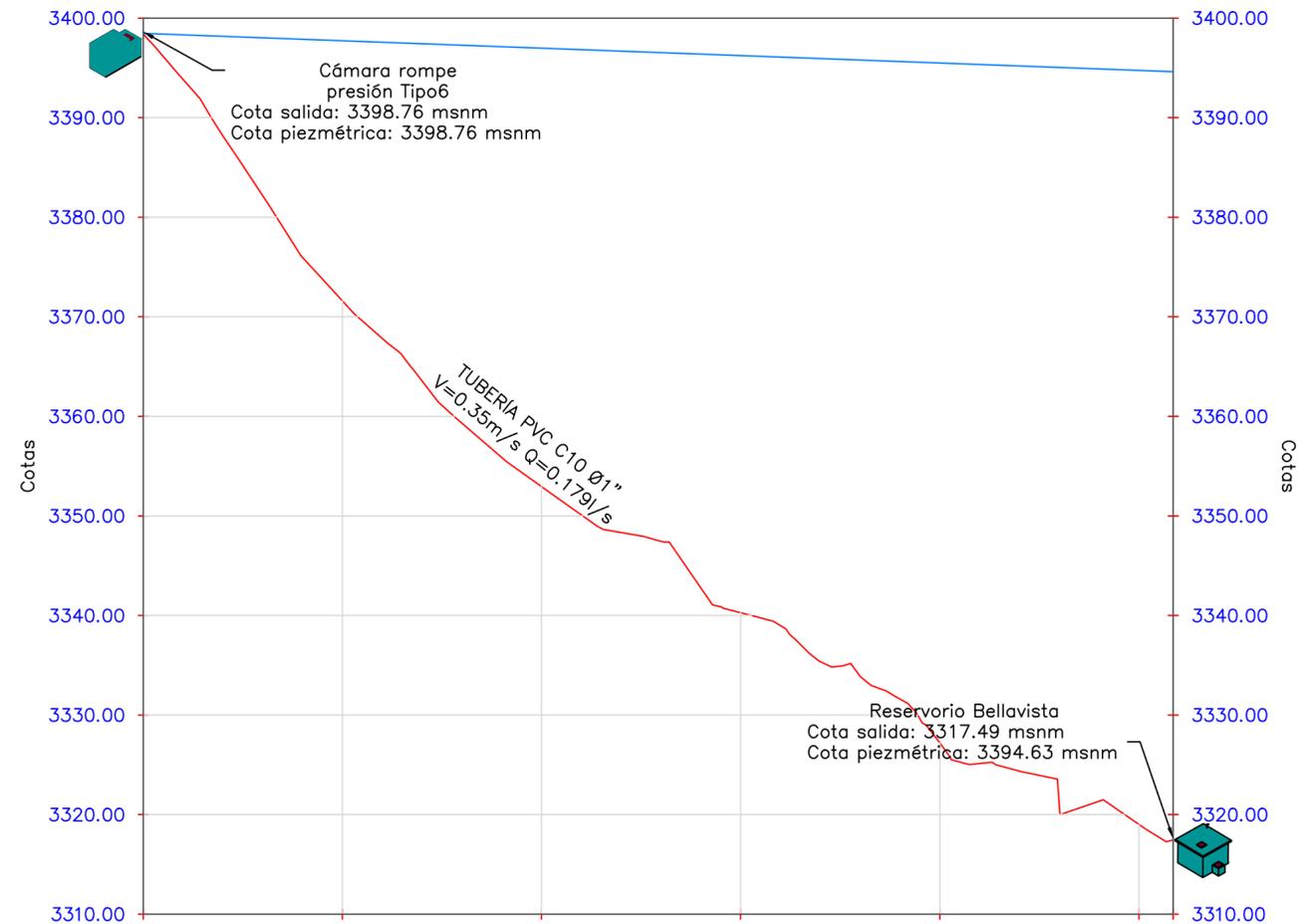
PERFIL LONGITUDINAL



PROGRESIVA	0+000.00	0+100.00	0+200.00	0+300.00	0+400.00	0+500.00
COTA TUBERÍA	3483.56	3464.88	3455.67	3442.72	3412.79	3398.76
COTA PIEZOMÉTRICA	3483.56	3481.62	3481.16	3480.70	3480.24	3480.08
PRESIÓN	0.00	16.74	25.49	37.98	67.46	81.56

PERFIL LONGITUDINAL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN BELLAVISTA  
TRAMO I  
Esc. V:200 H:1000

PERFIL LONGITUDINAL



PROGRESIVA	0+000.00	0+100.00	0+200.00	0+300.00	0+400.00	0+500.00
COTA TUBERÍA	3398.76	3371.59	3352.95	3340.28	3327.20	3317.49
COTA PIEZOMÉTRICA	3398.76	3397.72	3396.98	3396.24	3395.50	3394.63
PRESIÓN	0.00	26.13	44.03	55.96	68.29	77.18

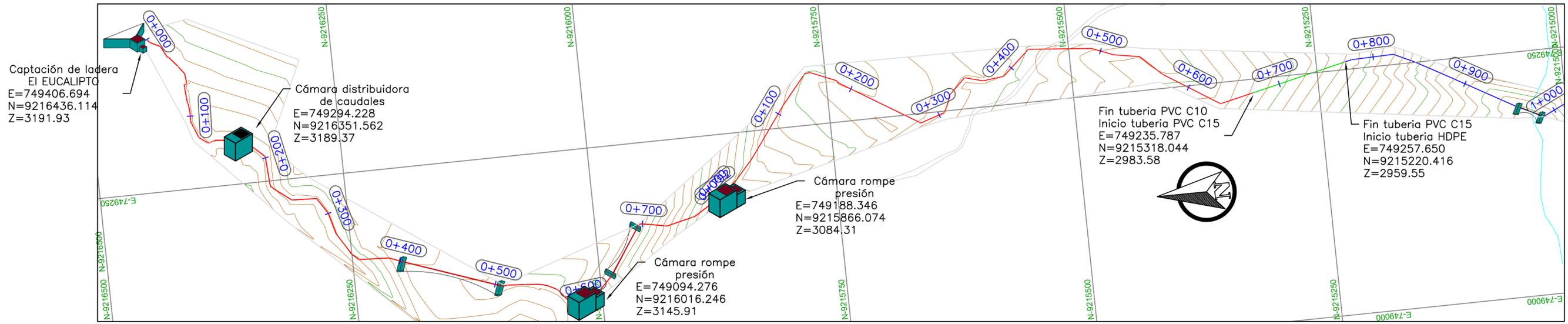
PERFIL LONGITUDINAL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN BELLAVISTA  
TRAMO II  
Esc. V:200 H:1000

LEYENDA	
	CAPTACIÓN
	RESERVORIO
	TUBERÍA C10
	GRADIENTE
	CURVA DE NIVEL

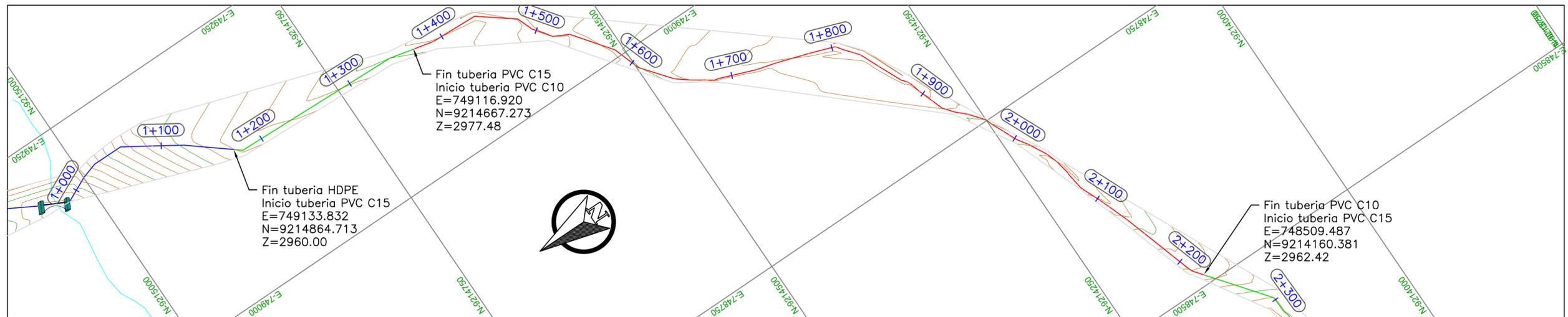
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE CALLANCAS, SAN PABLO – CAJAMARCA"

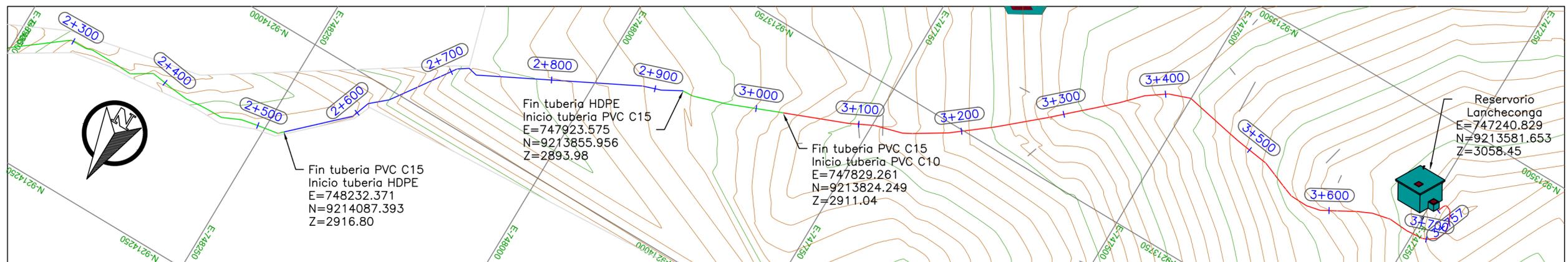
PLANO: LÍNEA DE CONDUCCIÓN – S.A.P. BELLAVISTA  
BACHILLER: CRISTIAN EDINSON SÁNCHEZ CORTEZ ESCALA: 1/2500



PLANTA  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN LANCHECONGA  
Esc. 1:3000



PLANTA  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN LANCHECONGA  
Esc. 1:3000



PLANTA  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN LANCHECONGA  
Esc. 1:3000

LEYENDA	
	CAPTACIÓN
	RESERVORIO
	CÁMARA ROMPE PRESIÓN
	CÁMARA DISTRIBUIDORA
	CURVA DE NIVEL

LEYENDA	
	TUBERÍA C10
	TUBERÍA C15
	TUBERÍA HDPE
	QUEBRADA

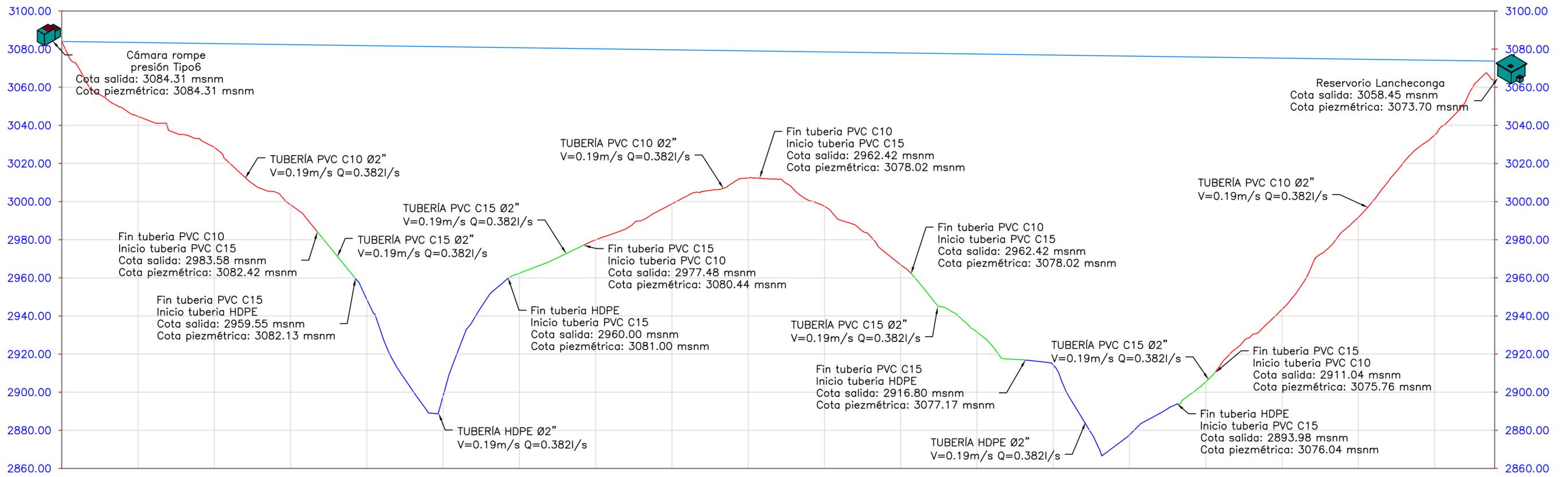
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE CALLANCAS, SAN PABLO – CAJAMARCA"

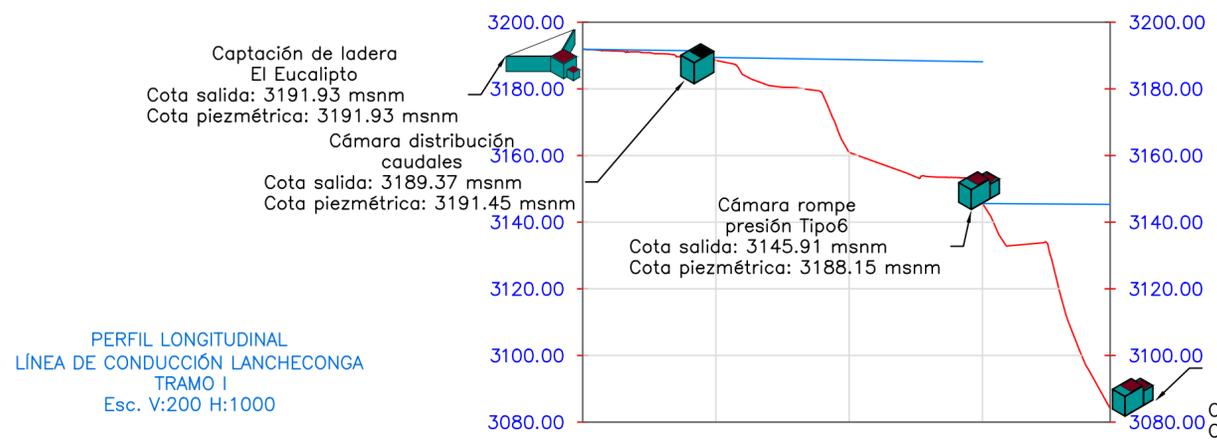
PLANO: LÍNEA DE CONDUCCIÓN – S.A.P. LANCHECONGA

BACHILLER: CRISTIAN EDINSON SÁNCHEZ CORTEZ

ESCALA: 1/3000



PROGRESIVA	0+000.00	0+200.00	0+400.00	0+600.00	0+800.00	1+000.00	1+200.00	1+400.00	1+600.00	1+800.00	2+000.00	2+200.00	2+400.00	2+600.00	2+800.00	3+000.00	3+200.00	3+400.00	3+600.00	3+757.44
COTA TUBERÍA	3084.01	3044.71	3028.53	2998.35	2948.68	2898.02	2962.46	2979.94	2998.78	3012.35	2997.56	2966.84	2931.65	2914.28	2877.54	2905.49	2943.52	2991.69	3034.95	3058.45
COTA PIEZOMÉTRICA	3084.01	3083.46	3082.91	3082.36	3081.81	3081.26	3080.72	3080.17	3079.62	3079.07	3078.52	3077.97	3077.42	3076.87	3076.33	3075.78	3075.23	3074.68	3074.13	3073.70
PRESIÓN	0.00	-38.75	-54.38	-84.01	-133.13	-183.24	-118.26	-100.23	-80.84	-66.72	-80.96	-111.13	-145.78	-162.60	-198.78	-170.29	-131.71	-82.99	-39.18	-15.25



PROGRESIVA	0+000.00	0+200.00	0+400.00	0+600.00	0+791.85
COTA TUBERÍA	3191.93	3188.54	3160.97	3145.85	3084.31
COTA PIEZOMÉTRICA	3191.93	3189.46	3188.81	3188.15	3145.37
PRESIÓN	0.00	0.92	-27.84	-42.30	-61.36

PERFIL LONGITUDINAL  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN LANCHECONGA  
TRAMO II  
Esc. V:200 H:1000

LEYENDA	
	CAPTACIÓN
	RESERVORIO
	CÁMARA ROMPE PRESIÓN
	CÁMARA DISTRIBUIDORA
	CURVA DE NIVEL

LEYENDA	
	TUBERÍA C10
	TUBERÍA C15
	TUBERÍA HDPE
	QUEBRADA
	GRADIENTE