

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA HIDRÁULICA**



**TESIS**

**“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL  
CENTRO POBLADO PORCÓN BAJO, DISTRITO DE  
CAJAMARCA, 2023”**

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

Autor:

**Bach. CHILÓN ISHPILCO EDGAR**

Asesor:

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

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2024**

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

### - FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador:** Edgar Chilón Ishpilco  
**DNI:** 73795749  
**Escuela Profesional:** Ingeniería Hidráulica
- Asesor:** Gaspar Virilo Méndez Cruz  
**Facultad:** Ingeniería
- Grado académico o título profesional**  
 Bachiller       Título profesional       Segunda especialidad  
 Maestro       Doctor
- Tipo de Investigación:**  
 Tesis       Trabajo de investigación       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:**  
**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO PORCÓN BAJO,  
DISTRITO DE CAJAMARCA, 2023.**
- Fecha de evaluación:** 21/11/2024
- Software antiplagio:**       TURNITIN       URKUND (OURIGINAL) (\*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 15%
- Código Documento: Oide:** 3117:408187207
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**  
 APROBADO     PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: Cajamarca, 21 de noviembre de 2024




**FIRMA DEL ASESOR**

**Nombres y Apellidos:** Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz

**DNI:** 26631950

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



-----  
**Dra. Ing. Laura Sojta Bazán Díaz**  
DIRECTORA

**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI**



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



**ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.**

TITULO : "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO PORCÓN BAJO, DISTRITO DE CAJAMARCA, 2023"

ASESOR : Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0051-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 17 de enero de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **treinta días del mes de enero de 2025**, siendo las diez horas (10:00 a.m.) en la Sala de Audiovisuales (Ambiente 1A - Segundo Piso), de la facultad de Ingeniería, se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.  
Vocal : Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.  
Secretario : Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO PORCÓN BAJO, DISTRITO DE CAJAMARCA, 2023" presentado por el Bachiller en Ingeniería Hidráulica EDGAR CHILÓN ISHPILCO, asesorado por el Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz, para la obtención del Título Profesional

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

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

En consecuencia, se lo declara APROBADO con el calificativo de DIECIOCHO (18) acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las 12:00 horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.  
Presidente

Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.  
Vocal

Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez.  
Secretario

Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.  
Asesor




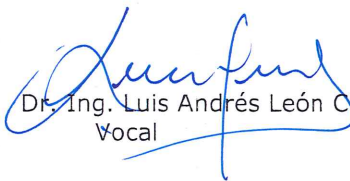
### EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

Bachiller en Ingeniería Hidráulica: EDGAR CHILÓN ISHPILCO.

Bachiller en Ingeniería <b>RUBRO</b>	<b>PUNTAJE</b>
	Máximo/Calificación
<b>2. DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA</b>	
2.1. Capacidad de síntesis	03.0
2.2. Dominio del tema	03.0
2.3. Consistencia de las alternativas presentadas	03.0
2.4. Precisión y seguridad en las respuestas	02.0
<b>PUNTAJE TOTAL (MÁXIMO 12 PUNTOS)</b>	<b>11.0</b>

Cajamarca, 30 de enero de 2025

  
Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.  
Presidente

  
Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.  
Vocal

  
Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez.  
Secretario

  
Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.  
Asesor

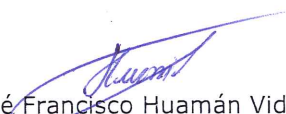


### EVALUACIÓN FINAL DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS.

Bachiller en Ingeniería Hidráulica: EDGAR CHILÓN ISHPILCO.

RUBRO	PUNTAJE
A.- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PRIVADA	07
B.- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA	11
<b>EVALUACIÓN FINAL</b>	
EN NÚMEROS ( A + B )	18
EN LETRAS ( A + B )	Dieciocho
- Excelente 20 - 19	(MUY BUENO)
- Muy Bueno 18 - 17	
- Bueno 16 - 14	
- Regular 13 a 11	
- Desaprobado 10 a menos	

Cajamarca, 30 de enero de 2025

  
Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.  
Presidente

  
Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.  
Vocal

  
Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez.  
Secretario

  
Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.  
Asesor

COPYRIGHT @ 2024 by  
EDGAR CHILÓN ISHPILCO  
Todos los derechos reservados.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis, primero y, ante todo, a Dios, cuya guía y bendiciones han sido mi mayor fortaleza y motivación a lo largo de este camino.

A mi querida familia, a mis hermanos Raúl, Yolanda e Isaac, a mis sobrinos Judith y Matteo por su amor incondicional, apoyo constante y por creer en mí en todo momento. Sus sacrificios y palabras de aliento han sido fundamentales para la culminación de este proyecto.

A mis amigos, por su amistad sincera, comprensión y por estar siempre a mi lado, brindándome su apoyo y motivación cuando más lo necesitaba.

A todos ustedes, con gratitud y cariño, dedico este esfuerzo y logro.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero y, ante todo, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino. Su amor y sabiduría han sido una fuente constante de inspiración y consuelo.

Agradezco de manera especial al Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz, mi asesor, por su invaluable orientación, paciencia y apoyo a lo largo de este proyecto. Sus conocimientos y experiencia han sido fundamentales para la realización de esta tesis.

Mi sincero reconocimiento y gratitud a la JASS del sistema de agua potable de Porcón Bajo, por su colaboración y disposición para proporcionar la información y facilidades necesarias para llevar a cabo esta evaluación.

A los comuneros del centro poblado Porcón Bajo, mi más sincero agradecimiento por su cooperación y por permitirme llevar a cabo esta investigación en su comunidad. Su participación y apoyo fueron esenciales para el desarrollo y la conclusión exitosa de este estudio.

Gracias a todos por su contribución y apoyo incondicional.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>PALABRAS CLAVE</b> .....	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xv</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>16</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema</b> .....	<b>16</b>
1.1.1. Contextualización .....	16
1.1.2. Descripción del problema .....	18
<b>1.2. Formulación del problema</b> .....	<b>18</b>
<b>1.3. Justificación de la investigación</b> .....	<b>18</b>
1.3.1. Justificación científica .....	19
1.3.2. Justificación técnica-practica.....	19
1.3.3. Justificación institucional .....	20
1.3.4. Justificación personal.....	20
<b>1.4. Alcances y delimitación de la investigación</b> .....	<b>20</b>
<b>1.5. Limitaciones</b> .....	<b>21</b>
<b>1.6. Objetivos</b> .....	<b>21</b>
1.6.1. Objetivo general.....	21
1.6.2. Objetivos específicos .....	21
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>22</b>
<b>2.1. Antecedentes teóricos de la investigación</b> .....	<b>22</b>
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	22
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	23
2.1.3. Antecedentes regionales .....	23
<b>2.2. Bases teóricas</b> .....	<b>24</b>
2.2.1. Sistema de abastecimiento de agua por gravedad sin planta de tratamiento .....	24
2.2.2. Diagnóstico del estado del sistema de abastecimiento de agua potable .....	29
2.2.3. Agua de manantial .....	31
2.2.4. Funcionamiento hidráulico .....	33

2.2.5. Operación y mantenimiento del SAP .....	37
2.2.6. Gestión administrativa del SAP.....	38
<b>2.3. Definición de términos básicos.....</b>	<b>40</b>
<b>CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>42</b>
<b>3.1. Descripción del área de estudio.....</b>	<b>42</b>
3.1.1. Ubicación geográfica del área de estudio .....	42
3.1.2. Topografía.....	43
3.1.3. Clima.....	43
<b>3.2. Metodología de la investigación .....</b>	<b>44</b>
3.2.1. Tipo, nivel de diseño y método de investigación .....	44
3.2.2. Población, muestra, unidad de análisis y unidad de observación .....	44
3.2.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de información .....	45
<b>3.3. Equipos, materiales, insumos, etc. ....</b>	<b>48</b>
<b>3.4. Procedimiento.....</b>	<b>49</b>
3.4.1. Diagnóstico del sistema .....	49
3.4.2. Estado de la infraestructura hidráulica .....	52
3.4.3. Análisis hidráulico del SAP.....	55
3.4.4. Análisis de la percepción de la operación y mantenimiento del SAP .....	63
3.4.5. Análisis de la gestión administrativa del SAP .....	63
<b>3.5. Tratamiento y análisis de datos .....</b>	<b>64</b>
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>66</b>
<b>4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....</b>	<b>66</b>
4.1.1. Caracterizar el centro poblado Porcón Bajo .....	66
4.1.2. Estado actual del SAP del centro poblado Porcón Bajo .....	73
4.1.3. Cantidad y calidad del agua en el SAP Porcón Bajo .....	81
4.1.4. Evaluación hidráulica del SAP del centro poblado Porcón Bajo .....	88
4.1.5. Operación y mantenimiento del SAP del centro poblado Porcón Bajo.....	99
4.1.6. Gestión administrativa del SAP del centro poblado Porcón Bajo .....	105
<b>4.2. Discusión de resultados.....</b>	<b>107</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>112</b>

<b>5.1. Conclusiones .....</b>	<b>112</b>
<b>5.2. Recomendaciones .....</b>	<b>114</b>
<b>CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>115</b>
<b>CAPÍTULO VII. ANEXOS .....</b>	<b>123</b>
Anexo 1. Cuestionario de operación y mantenimiento del SAP .....	123
Anexo 2. Escala de calificación de la gestión administrativa del SAP .....	126
Anexo 3. Análisis del agua del SAP .....	127
Anexo 4. Cálculo del caudal medio .....	131
Anexo 5. Presiones en Epanet .....	132
Anexo 6. Panel fotográfico .....	133

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos .....	32
<b>Tabla 2</b> Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica .....	32
<b>Tabla 3</b> Técnicas e instrumentos .....	48
<b>Tabla 4</b> Ponderación del Estado del SAP .....	51
<b>Tabla 5</b> Calificación del Estado Situacional del Sistema .....	51
<b>Tabla 6</b> Severidad de las Patologías en Concreto y Acero .....	54
<b>Tabla 7</b> Población en el centro poblado de Porcón Bajo por sexo .....	66
<b>Tabla 8</b> Población en el centro poblado de Porcón Bajo por edad .....	67
<b>Tabla 9</b> Tipo de Vivienda en el centro poblado de Porcón Bajo .....	67
<b>Tabla 10</b> Paredes de las Viviendas en el centro poblado de Porcón Bajo .....	67
<b>Tabla 11</b> Techos de las Viviendas en el centro poblado de Porcón Bajo .....	68
<b>Tabla 12</b> Pisos de las Viviendas en el centro poblado de Porcón Bajo .....	68
<b>Tabla 13</b> Abastecimiento de agua en Porcón Bajo .....	69
<b>Tabla 14</b> Servicios higiénicos en Porcón Bajo .....	69
<b>Tabla 15</b> Alumbrado eléctrico en Porcón Bajo.....	69
<b>Tabla 16</b> Centros educativos en el centro poblado de Porcón Bajo .....	70
<b>Tabla 17</b> Establecimientos de salud en Porcón Bajo .....	71
<b>Tabla 18</b> Locales de culto en Porcón Bajo .....	72
<b>Tabla 19</b> Rumbo de los productos agrícola en Porcón Bajo.....	72
<b>Tabla 20</b> Registro patológico en el concreto y/o acero en la captación.....	79
<b>Tabla 21</b> Registro patológico en el concreto y/o acero de los reservorios .....	80
<b>Tabla 22</b> Registro patológico en el concreto y/o acero de las Cámaras Rompe Presión	81

<b>Tabla 23</b>	Caudales de aforo en captaciones .....	81
<b>Tabla 24</b>	Caudales de aforo en el reservorio .....	82
<b>Tabla 25</b>	Análisis de la calidad del agua .....	86
<b>Tabla 26</b>	Diámetro de tubería de conducción de acuerdo a la velocidad del agua.....	88
<b>Tabla 27</b>	Diámetro de tubería de aducción de acuerdo a la velocidad del agua.....	94
<b>Tabla 28</b>	Presiones con manómetro Vs EPANET .....	98
<b>Tabla 29</b>	Tramos con presiones y velocidades y posible solución .....	98
<b>Tabla 30</b>	Gestión administrativa del SAP del centro poblado Porcón Bajo .....	106

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Partes del SAP por gravedad.....	25
<b>Figura 2</b>	Diagrama de la ley de Darcy.....	34
<b>Figura 3</b>	Ubicación de Porcón Bajo en el Distrito de Cajamarca.....	42
<b>Figura 4</b>	Vista Satelital de Porcón Bajo en Cajamarca.....	43
<b>Figura 5</b>	Viviendas de adobe en el centro poblado de Porcón Bajo.....	68
<b>Figura 6</b>	Escuela 82020 en la plazuela de Porcón Bajo.....	70
<b>Figura 7</b>	Colegio Parroquial Cristo Ramos .....	71
<b>Figura 8</b>	Posta de salud del centro poblado de Porcón Bajo .....	71
<b>Figura 9</b>	Vista exterior e interior de las captaciones .....	74
<b>Figura 10</b>	Reservorio N° 1.....	75
<b>Figura 11</b>	Reservorio N° 2.....	76
<b>Figura 12</b>	Reservorio N° 3.....	76
<b>Figura 13</b>	Vista exterior e interior de la CRP tipo 7 “01” .....	77
<b>Figura 14</b>	Vista exterior e interior de la CRP tipo 7 “02” .....	78
<b>Figura 15</b>	Vista exterior e interior de la CRP tipo 7 “03” .....	78
<b>Figura 16</b>	Medición de cloro residual y pH en la Muestra 01 .....	83
<b>Figura 17</b>	Medición de cloro residual y pH en la Muestra 02.....	84
<b>Figura 18</b>	Medición de cloro residual y pH en la Muestra 03.....	85
<b>Figura 19</b>	Parámetros fisicoquímicos vs LMP .....	87
<b>Figura 20</b>	Dimensiones del reservorio del SAP Porcón Bajo .....	91
<b>Figura 21</b>	Diagrama de masa de variaciones horarias.....	93
<b>Figura 22</b>	Mapa de presiones.....	96
<b>Figura 23</b>	¿Cómo calificaría la presión del agua en su hogar?.....	99

<b>Figura 24</b> ¿Ha experimentado algún problema con las tuberías o conexiones de agua en su hogar?.....	99
<b>Figura 25</b> ¿Con qué frecuencia experimenta interrupciones en el suministro de agua potable en su hogar? .....	100
<b>Figura 26</b> ¿Está satisfecho con la calidad y cantidad del agua potable suministrada por el sistema? .....	100
<b>Figura 27</b> ¿Recibe información clara sobre los posibles riesgos para la salud asociados al consumo de agua potable que no tenga las características adecuadas? .....	101
<b>Figura 28</b> ¿Recibe asistencia técnica y apoyo adecuado del proveedor de agua potable en caso de problemas o inquietudes relacionadas con el suministro de agua?.....	102
<b>Figura 29</b> ¿Cuánto tiempo ha estado utilizando el servicio de agua potable? ¿Ha notado algún cambio significativo en la calidad del servicio a lo largo de los años? .....	102
<b>Figura 30</b> ¿Ha notado alguna mejora en el SAP en los últimos años? ¿Cuáles?.....	103
<b>Figura 31</b> ¿Recibe notificaciones regulares y claras sobre cualquier mantenimiento programado del SAP?.....	104
<b>Figura 32</b> ¿Considera que los costos del servicio de agua potable son razonables en comparación con la calidad y el nivel de servicio recibido? .....	104

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1</b>	Identificación de Patologías en los Elementos del SAP .....	133
<b>Fotografía 2</b>	Análisis de presiones en las viviendas de Porcón Bajo .....	134
<b>Fotografía 3</b>	Análisis de presiones en otra de las viviendas de Porcón Bajo .....	134
<b>Fotografía 4</b>	Manómetro para el análisis de presiones en las viviendas del SAP Porcón Bajo.....	135
<b>Fotografía 5</b>	Tesista explicando el cuestionario a los usuarios del SAP Porcón Bajo	135
<b>Fotografía 6</b>	Aplicación del cuestionario a los usuarios del SAP en Porcón Bajo ....	136



## **PALABRAS CLAVE**

**Evaluación hidráulica.** Es el análisis y detallado técnico del funcionamiento de un sistema hidráulico, como el sistema de distribución de agua potable. Consiste en examinar aspectos como el caudal, la presión, la velocidad del agua y las pérdidas en la red de tuberías, con el fin de identificar problemas y determinar la eficiencia operativa.

**Operación y mantenimiento.** Se refiere al conjunto de actividades, procedimientos y prácticas destinadas a asegurar el funcionamiento continuo, seguro y eficiente de una infraestructura o equipo. Incluye como el monitoreo regular de la calidad del agua, la reparación de tuberías, la limpieza de tanques, el ajuste de válvulas y la supervisión de equipos de bombeo.

**Sistema de agua potable.** Conjunto de infraestructuras, equipos y procedimientos diseñados para captar, tratar, almacenar, distribuir y suministrar agua que cumple con estándares de calidad adecuados para el consumo humano. Incluye fuentes de agua (como ríos, lagos o pozos), plantas de tratamiento donde se eliminan impurezas, tanques de almacenamiento para regular el flujo y redes de tuberías que distribuyen el agua.

## RESUMEN

El Sistema de Agua Potable (SAP) de Porcón Bajo presenta problemas de discontinuidad en el suministro, falta de control del consumo y posible sub dimensionamiento de la infraestructura por lo que, su evaluación era necesaria. El sistema está compuesto de seis captaciones y tres reservorios en su mayoría con más de 30 años de antigüedad, por lo que, presentan fisuras, agrietamiento y erosión del concreto. A pesar de esto, el sistema brinda su servicio, aunque intermitente, requiriendo mantenimiento constante. Los caudales promedio fueron 0.36 a 0.80 l/s, sin embargo, no cubren las necesidades del poblado, debido a que, el reservorio tiene capacidad de 10.75 m<sup>3</sup>, cuando en realidad se requieren 11.23 m<sup>3</sup> de agua. Así mismo, la cloración del agua mostró deficiencias con niveles de cloro residual por debajo de lo recomendado, comprometiendo la seguridad microbiológica. La evaluación hidráulica identificó áreas con presiones inferiores a 25 m.c.a. y superiores a 75 m.c.a., destacando la necesidad de ajustes en la red de distribución. Aun así, los usuarios reportaron regular nivel de satisfacción con la operación y mantenimiento del sistema, aunque sugieren mejorar la comunicación sobre riesgos para la salud asociados al agua potable. También, la gestión administrativa por parte de la JASS (Junta administradora de servicios de saneamiento) necesita reforzar la capacitación del personal y formalizar la documentación ante el ANA (Autoridad Nacional del Agua). El SAP (Sistema de Agua Potable) de Porcón Bajo se encuentra en estado regular, requiriendo mejoras específicas para garantizar un servicio óptimo y continuo a los habitantes.

## ABSTRACT

The Porcón Bajo Drinking Water System (SAP) presents problems of discontinuity in supply, lack of consumption control and possible undersizing of the infrastructure; therefore, its evaluation was necessary. The system is composed of six catchments and three reservoirs, most of which are more than 30 years old and therefore show cracks, cracking and erosion of the concrete. Despite this, the system provides service, albeit intermittently, and requires constant maintenance. The average flow rates were 0.36 to 0.80 l/s, but they do not meet the needs of the town, since the reservoir has a capacity of 10.75 m<sup>3</sup>, when in fact 11.23 m<sup>3</sup> of water is required. In addition, water chlorination showed deficiencies with residual chlorine levels below the recommended levels, compromising microbiological safety. The hydraulic evaluation identified areas with pressures below 25 m.w.c.a. and above 75 m.w.c.a., highlighting the need for adjustments in the distribution network. Even so, users reported a regular level of satisfaction with the operation and maintenance of the system, although they suggest improving communication on health risks associated with drinking water. Also, administrative management by the JASS (Sanitation services administrative board) needs to reinforce staff training and formalize documentation with ANA (National Water Authority). The Porcón Bajo SAP (Drinking Water System) is in fair condition, requiring specific improvements to ensure optimal and continuous service to the inhabitants.

# CAPÍTULO I.

## INTRODUCCIÓN

### **1.1. Planteamiento del problema**

#### ***1.1.1. Contextualización***

(Mishra, R. 2023) argumenta que, el acceso a agua limpia y segura es esencial para cubrir las necesidades básicas y prevenir enfermedades. Por lo tanto, es importante llevar a cabo evaluaciones periódicas y exhaustivas de los sistemas de abastecimiento de agua potable, con el fin de identificar posibles deficiencias y tomar medidas correctivas.

(Cesar, E. 2023) menciona que en el caso de Perú, un país con una gran diversidad geográfica y climática, resalta que, el estudio de los sistemas de agua potable adquiere una importancia aún mayor debido a la variabilidad de las fuentes de agua y los desafíos asociados a su tratamiento y distribución. Además, según Cervantes (2019) el 70% de los centros poblados rurales peruanos presentan problemas en la calidad del agua suministrada.

(Gonzales, E. 2023) destacó la necesidad de evaluar la infraestructura y el mantenimiento de los sistemas de agua potable en los centros poblados para garantizar la calidad del agua suministrada. Pero, es importante realizar un estudio detallado de cada uno de estos aspectos para obtener una visión completa de la situación del sistema.

(Cieza, J. 2022) la evaluación de un SAP debe considerar diferentes aspectos, como la calidad del agua suministrada, eficiencia de tratamiento, la infraestructura de distribución y la satisfacción de los usuarios. Y en caso de que el sistema no cumpla con las necesidades actuales o futuras de la población

(Santos, J. 2023) es importante evaluar la capacidad del sistema para satisfacer la demanda de agua durante períodos de alta demanda, como en temporadas secas o en momentos de aumento de la población; esto implica analizar la capacidad de los tanques de almacenamiento y la eficiencia de las bombas.

(Rodríguez, J. 2022) detalla asimismo que, es necesario evaluar la infraestructura de distribución del agua potable. Esto implica analizar el estado de las tuberías, válvulas y conexiones, así como la presión y caudal del agua en diferentes puntos del sistema encontró que la falta de mantenimiento y reparación de la infraestructura de distribución era uno de los principales problemas que afectaban la continuidad del suministro de agua potable.

(Rodríguez, J. 2022) argumenta que, en la gestión y el mantenimiento del SAP se deben revisar los procedimientos de limpieza y desinfección de los tanques de almacenamiento, así como la frecuencia de inspecciones y mantenimiento de la infraestructura. Es importante contar con personal capacitado y responsable, así como con los recursos financieros necesarios para realizar estas tareas de manera adecuada.

(Hernández, K. 2022), señala que es fundamental evaluar la satisfacción de los usuarios con el SAP. Esto se puede lograr a través de encuestas y entrevistas a la población para conocer su percepción sobre la calidad y regularidad del suministro, así como su nivel de satisfacción con los servicios prestados. Este aspecto es crucial para garantizar la participación activa de la comunidad en la gestión y cuidado del sistema.

### **1.1.2. Descripción del problema**

El Sistema de Agua Potable (SAP) del centro poblado Porcón Bajo opera mediante gravedad, pero la comunidad ha expresado preocupación por la discontinuidad en el suministro, lo que ha generado inquietudes sobre si la infraestructura actual aún cumple con su propósito original, Además, la comunidad ha señalado que en algunas casas el agua llega con mucha fuerza, mientras que en otras lo hace con muy poca.

Ante esta realidad, se tiene la intención de realizar un estudio exhaustivo que permita identificar las dificultades que enfrenta el sistema de suministro de agua potable en la localidad de Porcón Bajo. Este análisis busca ofrecer una comprensión integral de la situación actual y los desafíos presentes en dicho sistema.

### **1.2. Formulación del problema**

La presión del sistema en determinados puntos es inferior a 25mca y en otras superiores a 75mca, lo que impide el buen funcionamiento hidráulico del sistema de agua potable del centro poblado de Porcón Bajo.

### **1.3. Justificación de la investigación**

El agua, siendo un recurso escaso y de gran valor, es fundamental para la población. Por ello, es imprescindible disponer de información actualizada y precisa que permita implementar acciones concretas en Porcón Bajo.

La presente investigación se realizó para obtener datos actualizados sobre el estado del SAP en Porcón Bajo, dado que no existen registros ni estadísticas recientes. La obtención de esta información es esencial para tomar decisiones bien fundamentadas en cuanto a mejoras en la infraestructura, gestión administrativa, y operación y mantenimiento del sistema. Con los resultados de esta

investigación, será posible desarrollar estrategias y acciones específicas para abordar las deficiencias identificadas y optimizar el funcionamiento del SAP.

Además, esta investigación busca fomentar la participación y el compromiso tanto de la comunidad como de las organizaciones encargadas de la gestión de los servicios de agua potable. Al promover nuevas prácticas y enfoques orientados a la sostenibilidad, se pretende concienciar sobre la importancia del uso responsable y eficiente de este recurso vital.

### ***1.3.1. Justificación científica***

La investigación aportó teóricamente al conocimiento al proporcionar datos actualizados y específicos sobre la calidad, eficiencia y sostenibilidad del sistema de agua de Porcón. Este estudio llenó un vacío en el conocimiento respecto a las condiciones actuales del SAP Porcón Bajo de Cajamarca, abordando la carencia de información sistemática y detallada sobre la infraestructura hídrica y su funcionamiento. La investigación se apoyó en teorías sobre gestión del agua, permitiendo evaluar la infraestructura a partir de principios técnicos y normativos vigentes. La investigación incrementó el conocimiento científico al proporcionar una metodología replicable, incluyendo variables como la calidad del agua y eficiencia hidráulica del sistema. Hasta la fecha, la investigación en este campo había avanzado de manera limitada en la región, centrando sus esfuerzos en áreas urbanas y descuidando el entorno rural, lo que hace relevante este estudio.

### ***1.3.2. Justificación técnica-práctica***

La elección del tema se basó en lo urgente de evaluar la infraestructura del SAP en Porcón Bajo, donde la población ha enfrentado problemas de acceso del agua. El estudio es original, ya que representa una de las primeras evaluaciones sistemáticas de este tipo en la zona rural específica del distrito de Cajamarca.

Abordó el problema de la falta de información detallada sobre el estado del sistema de agua, lo que dificultaba la toma de decisiones informadas para su mejora. La investigación fue conveniente al permitir identificar fallas técnicas y operativas que afectan el servicio, facilitando que las autoridades locales propongan soluciones adecuadas para mejorar la calidad del agua y su distribución. Los principales beneficiarios son los pobladores de Porcón Bajo, quienes podrán contar con un acceso más seguro y continuo al agua potable, lo que a su vez favorece el desarrollo social de la comunidad.

### ***1.3.3. Justificación institucional***

Estos trabajos competen a la Ingeniería Hidráulica ya que es una disciplina profesional exclusiva en Perú, específicamente en la Universidad Nacional de Cajamarca. Esta carrera tiene la responsabilidad de abordar y resolver problemas relacionados con el uso y gestión del agua, considerando las necesidades de todas las comunidades, tanto rurales como urbanas.

### ***1.3.4. Justificación personal***

En el ámbito personal, la realización de esta tesis brindará al estudiante la oportunidad de avanzar en su desarrollo académico, lo que le permitirá obtener su título profesional. Además, completar una tesis puede fortalecer la confianza del estudiante en sus capacidades y abrir puertas a nuevas oportunidades laborales en su campo.

## **1.4. Alcances y delimitación de la investigación**

Este estudio se enfocó en determinar el estado del SAP del Centro Poblado Porcón Bajo, en Cajamarca, durante un periodo planificado de 12 meses. Se limitó a una evaluación desde una perspectiva hidráulica.



## **1.5. Limitaciones**

Se restringió a una evaluación descriptiva del estado actual del SAP Porcón Bajo, en Cajamarca. Se llevó a cabo un diagnóstico de la infraestructura, la gestión, la operación y el mantenimiento a lo largo de doce meses, de los cuales dos se dedicaron a trabajo de campo, incluyendo la realización de aforos y la toma de presión en las viviendas.

## **1.6. Objetivos**

### ***1.6.1. Objetivo general***

Evaluar el sistema de agua potable del Centro Poblado Porcón Bajo, Distrito de Cajamarca.

### ***1.6.2. Objetivos específicos***

- a. Caracterizar el centro poblado Porcón Bajo, distrito de Cajamarca.
- b. Describir el estado actual del sistema de agua potable del centro poblado Porcón Bajo.
- c. Determinar la calidad y cantidad de agua que dispone el sistema de agua potable del centro poblado Porcón Bajo.
- d. Evaluar hidráulicamente la infraestructura hidráulica del sistema de agua potable del Centro Poblado Porcón Bajo, distrito de Cajamarca.
- e. Analizar la percepción de la operación y mantenimiento del sistema de Agua Potable del Centro Poblado Porcón Bajo, distrito de Cajamarca.
- f. Analizar la gestión administrativa del sistema de agua potable del Centro Poblado de Porcón Bajo, distrito de Cajamarca.

## CAPÍTULO II.

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes teóricos de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

(Avilés, C & Baque, R. 2023) llevaron a cabo un estudio con el propósito de evaluar el sistema de suministro de agua potable en la Parroquia San José Del Tambo de Guayaquil. Durante la evaluación del sistema actual, se encontró que el suministro se obtiene de tres fuentes diferentes, con un caudal promedio de 10l/s. El caudal requerido en la actualidad es de 8.16 lt/s, el cual es suficiente tanto en la época seca como en la temporada de lluvias. Sin embargo, se encontraron inconvenientes relacionados con la calidad del agua durante la temporada de lluvias, debido a la falta de protecciones adecuadas en las obras de captación, como tapas sanitarias y cercados para evitar la contaminación. Además, el tanque de reserva existente no tiene la capacidad idónea, lo que resulta en escasez de agua en épocas secas. Como solución, se realizó el dimensionamiento de un nuevo tanque de 390m<sup>3</sup>, de 5 m y diámetro de 10 m. En cuanto a la red de distribución, se observó que no está en buenas condiciones debido a su vida útil agotada, lo que provoca fugas en el flujo de agua y cortes eventuales del sistema por mantenimiento. Además, ciertos tramos no están siendo abastecidos por la red actual. Por tanto, se propuso una nueva red de distribución. Las presiones en diferentes puntos de la parroquia cumplen con la normativa vigente. Por último, se rediseñó la red de distribución utilizando el software AutoCAD y se evaluó utilizando EPANET, analizando los caudales en los nodos, los diámetros de las tuberías y la presión del agua.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

(Gutiérrez, O. 2023) llevó a cabo un estudio para evaluar el SAP en el Caserío El Sauco, La Libertad, utilizando el método de gradiente hidráulico. El objetivo de esta evaluación era beneficiar a 86 familias que residen en la comunidad. Se identificaron cuatro captaciones y se realizaron mediciones de caudal en cada una. Tres de las captaciones (Vira Vira1, 2 y 3 respectivamente con 0.10, 0.08 y 0.50 lps) abastecen al caserío El Sauco, sumando un caudal total de 0.68 lps. La cuarta captación, “El Alumbre”, con 0.80 lps, solo abastece a los organismos públicos. Al analizar el sistema de abastecimiento de agua existente en el caserío El Sauco, utilizando el método del gradiente hidráulico, se pudo evaluar la red de tuberías de conducción, aducción y distribución. Como resultado de este análisis, se planteó CRP T-6 y T-7, así como la instalación de válvulas de purga y aire, con el fin de evitar el colapso de las tuberías y garantizar la continuidad. Determinó que la presión dinámica en el reservorio era de 148.90 m.c.a., lo cual representa un riesgo de colapso para la tubería de PVC SAP 1 ½” C-10, debido a la falta de CRP T-6. Además, al evaluar la red de distribución encontró presiones superiores a 70 m.c.a., debido a la ausencia de CRP T-7.

### **2.1.3. Antecedentes regionales**

(Julca, J. 2023) se propuso evaluar el estado del sistema de suministro de agua potable en Tongod, San Miguel. La estructura de captación presenta evidente desgaste en sus componentes hidráulicos, aunque aún está funcionando, y se observa una discrepancia entre las dimensiones medidas en el campo y las dimensiones calculadas. Parece que la línea de conducción de Ø4" está en buenas condiciones, siendo la velocidad de flujo es de 0.23 m/s. Se identificaron al menos 3 conexiones a lo largo de la conducción, y el tramo aéreo está en buen estado. El

reservorio N°1 es aceptable, pero los reservorios N°02 y N°03 requieren rehabilitación en sus elementos hidráulicos. Se llevó a cabo un estudio del SAP mediante la medición de descensos en los reservorios, y se estimaron los valores de  $K_1$  y  $2 = 1.186$  y  $1.802$ . Los volúmenes en los reservorios R1, R2 y R3 son de  $5.01 \text{ m}^3$ ,  $10.15 \text{ m}^3$  y  $16.13 \text{ m}^3$ , respectivamente, y son inferiores a los volúmenes medidos en campo ( $8.50 \text{ m}^3$ ,  $14.88 \text{ m}^3$ ,  $25.08 \text{ m}^3$ ). Además, se obtuvieron los valores de cloro residual en el reservorio, 1era, intermedia y última vivienda que son de  $1.00$ ,  $1.00$ ,  $0.80$  y  $0.60 \text{ mg/l}$ , correspondientemente. En toda la localidad estudiada, la presión dinámica mínima es de  $1.63 \text{ mca}$  y la presión estática máxima es de  $48.82 \text{ mca}$ . Los diámetros de las líneas de aducción en el sector 1, 2 y 3 son de  $1''$ ,  $1''$  y  $1 \frac{1}{2}''$ , respectivamente, y el  $2.19\%$ ,  $14.3\%$  y  $6.9\%$  de las velocidades en las redes (N°01, N°02 y N°03) cumplen con los requisitos establecidos.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Sistema de abastecimiento de agua por gravedad sin planta de tratamiento**

(Tacilla, M. 2022) el sistema de abastecimiento de agua potable se refiere a todas las estructuras, redes y componentes necesarios para captar, tratar, almacenar y distribuir agua potable de manera segura y eficiente a la población.

(Loyola, R. 2022) un SAP por gravedad sin planta de tratamiento es aquel en el que el suministro de agua potable se realiza utilizando la fuerza de la gravedad como principal medio de transporte, sin la necesidad de utilizar una planta de tratamiento para purificar el agua.

(Torrez, A. 20223) el agua se recoge de una fuente natural como un manantial, un río o un pozo, y se canaliza a través de tuberías hacia las viviendas o puntos de consumo. La gravedad permite que el agua fluya de manera natural y constante. Tras ello, el agua potable se almacena en tanques de almacenamiento,

cisternas o depósitos subterráneos. Estas estructuras permiten regular el suministro de agua y asegurar un abastecimiento continuo en momentos de alta demanda o interrupciones en el suministro. Además, también se utilizan para mantener reservas estratégicas de agua en caso de emergencias, como sequías o desastres naturales.

(Torrez, A. 2023) se realiza a través de redes de tuberías que conectan los depósitos con los distintos usuarios. Estas redes pueden ser de diferentes tipos, como redes de distribución de presión o redes de distribución por gravedad. También se deben incluir válvulas, bombas y otros dispositivos para controlar y regular el flujo de agua a lo largo de la red.

(Falcón, D. 2019) de estos componentes principales, la infraestructura hidráulica puede incluir otras estructuras secundarias, como válvulas e hidrantes. Estos elementos son fundamentales para garantizar la entrega de agua de manera segura y eficiente.

### Figura 1

*Partes del SAP por gravedad*



Fuente: (Organización Panamericana de la Salud, 2011).

### **a) Obras de captación de agua de manantial**

(García, T. 2019) la captación de manantiales consta de dos cajas. La primera caja tiene la función de recibir el agua del manantial, mientras que la segunda actúa como una caja de válvulas. Ambas cajas deben estar equipadas con tapas metálicas herméticas para garantizar la protección y el control del flujo de agua.

(Artola, N. 2018) la captación de agua de manantial de ladera se realiza mediante un muro en una colina o montaña. Este muro dirige el flujo natural del agua hacia una zanja o canal que la conduce hacia un punto de almacenamiento o distribución. En este tipo de captación, el agua se encuentra en movimiento y se aprovecha su fuerza y caída natural para su captación.

(Artola, N. 2018) menciona que la captación de agua de manantial de fondo se realiza excavando un pozo en el terreno, de manera que se llegue al nivel freático, es decir, al punto donde el suelo está saturado de agua. Este tipo de captación aprovecha el agua subterránea que se encuentra en el acuífero, garantizando un suministro constante y estable de agua.

### **b) Línea de conducción**

(García, T. 2019) es el conducto responsable de transportar el agua desde el punto de captación hasta la entrega, reservorio de regulación.

**Válvula de aire.** (Agüero, R. 2004) la acumulación de aire en los puntos altos de la conducción puede reducir la superficie efectiva de los desagües, incrementar la pérdida de carga y disminuir el caudal. Para evitar estos problemas, es esencial instalar válvulas automáticas o manuales. Estas válvulas permiten la liberación de aire acumulado, asegurando un flujo eficiente y continuo del agua a través del sistema de conducción.

**Válvula de purga.** (Chanhualla, J. 2022) los sedimentos depositados en los puntos bajos de las tuberías con topografía irregular pueden reducir el área de flujo de agua, por lo que es necesario instalar válvulas de drenaje y limpiar la tubería con regularidad.

**Cámara rompe presión.** (Colque, J. 2017) permite que el agua drene a la atmósfera, disminuyendo la presión hasta cero y generando una nueva línea hidrostática.

**c) Reservorio de almacenamiento de agua**

(Rivera, L. 2021) es una estructura específicamente para acumular y almacenar agua potable en grandes cantidades antes de su distribución, permiten mantener una reserva suficiente para satisfacer la demanda en situaciones de emergencia.

(Berrios, A. 2009) indica que es asegurar un suministro constante de agua a la comunidad o área que sirve el sistema de abastecimiento, incluso durante períodos de demanda alta o interrupción del suministro. Los reservorios pueden ser construidos en forma de tanques elevados, tanques subterráneos o embalses, y están equipados con dispositivos de entrada y salida de agua, así como sistemas de medición y control para monitorear el nivel y calidad del agua almacenada.

(Rivera, L. 2022) indica que a desinfección del agua por cloración es un proceso químico que se utiliza para eliminar o inactivar los microorganismos patógenos presentes en el agua, como bacterias, virus y parásitos. La cloración es el método más común y efectivo de desinfección del agua a nivel mundial. Consiste en agregar una dosis medida de cloro al agua, ya sea en forma de gas, líquido o sólido, para que reaccione con los microorganismos y los elimine o neutralice. El cloro mata los microorganismos y previene el crecimiento y

reproducción de otros. El cloro residual restante después de la desinfección también actúa como un agente protector durante el recorrido, evitando la contaminación y asegurando la calidad del agua hasta el punto de consumo.

#### **d) Línea de aducción**

(García, T. 2009) es el conducto que conecta el reservorio con el inicio de la red de distribución, facilitando así el transporte eficiente del agua. Una línea de aducción puede ser una tubería o conducto diseñado para transportar agua desde fuentes como ríos, lagos o pozos, hacia una PTAP o directamente al reservorio. Esta infraestructura es importante para asegurar que el agua recolectada sea tratada adecuadamente o almacenada de manera eficiente antes de ser distribuida a la comunidad.

La función principal de una línea de aducción es conducir grandes volúmenes de agua de manera eficiente y continua a través de largas distancias, evitando pérdidas y contaminaciones. Normalmente, las líneas de aducción están construidas con materiales resistentes y duraderos, como acero, hierro fundido o tuberías de concreto, y pueden ser enterradas bajo tierra o instaladas en áreas expuestas.

#### **e) Red de distribución**

(García, T. 2009) es el conjunto de líneas destinadas al suministro de agua a los usuarios, asegurando tanto la cantidad como la calidad del agua. Es una infraestructura compuesta por una serie interconectada de tuberías, válvulas y conexiones. Esta red tiene la responsabilidad de transportar agua potable desde un reservorio hasta los usuarios finales, que pueden ser hogares, empresas e instituciones. El diseño y mantenimiento adecuado de esta red son fundamentales para garantizar un suministro continuo y confiable de agua potable, cumpliendo



con los estándares de calidad y seguridad necesarios para la salud pública y el bienestar de la comunidad.

### **2.2.2. *Diagnóstico del estado del sistema de abastecimiento de agua potable***

(Albarrán, L. 2019) es un proceso que se realiza para evaluar y analizar las condiciones en las que se encuentra dicho sistema. Consiste en identificar y comprender los diversos componentes y aspectos del sistema, como infraestructura, tecnología, funcionamiento, operación, mantenimiento, gestión y calidad del agua. El diagnóstico del estado del SAP implica evaluar la situación actual del sistema para determinar su funcionamiento, eficiencia y calidad.

(Albarrán, L. 2019) tiene como objetivo principal obtener una visión clara y detallada del sistema, incluyendo la identificación de posibles problemas, deficiencias o áreas de mejora. Para llevar a cabo este proceso, se pueden emplear diferentes metodologías y herramientas, como inspecciones visuales, muestreo de agua, pruebas de laboratorio, entrevistas con personal responsable, revisión de documentación y análisis de datos.

#### **a) *Inspección del estado del sistema de abastecimiento***

(Espinoza, E. 2009) argumenta que es un proceso sistemático y exhaustivo que se realiza para evaluar el funcionamiento y las condiciones físicas, operativas y estructurales de todas las partes y elementos que componen dicho sistema.

(Albarrán, L. 2019) Esta inspección de acuerdo tiene como objetivo identificar y diagnosticar cualquier deficiencia, daño o problema que pueda estar afectando el suministro de agua, así como también garantizar que el sistema esté operando de manera eficiente, segura y acorde a las regulaciones y normas establecidas.

(Espinoza, E. 2009) Durante el proceso de inspección se llevan a cabo diferentes actividades, como la revisión de la infraestructura y los equipos utilizados. También se realizan pruebas y mediciones para evaluar la calidad del agua y la presión, así como la detección de fugas o averías en las tuberías y conexiones. Se deben identificar posibles daños, fugas, obstrucciones u otros problemas físicos que afecten el funcionamiento del sistema.

**b) Análisis de patologías en elementos de concreto y acero de la infraestructura hidráulica del sistema de abastecimiento**

(Aguilar, L. 2023) El análisis de patologías en elementos de concreto y acero de un sistema de abastecimiento es un proceso conceptual que implica la identificación y evaluación de posibles problemas o defectos que puedan afectar la integridad y funcionamiento de los elementos estructurales.

(Aguilar, L. 2023) El objetivo de este análisis es detectar y diagnosticar las posibles patologías que puedan estar presentes en los elementos de concreto y acero, tanto en su etapa de construcción como durante su ciclo de vida útil. Esto incluye inspeccionar los elementos en busca de grietas, corrosión, erosión, desgaste, fallos en las uniones, deformaciones, entre otros posibles problemas.

(Aguilar, L. 2023) Con base en los resultados obtenidos se realiza un diagnóstico de las patologías encontradas, determinando su severidad, origen y posibles consecuencias. Esto permite establecer las medidas de corrección y reparación que se deben tomar, así como las acciones preventivas y de mantenimiento que se deben implementar a fin de garantizar la seguridad y funcionamiento adecuado.

### 2.2.3. *Agua de manantial*

(Torres, A. 2023) El agua de manantial es el agua naturalmente filtrada y purificada que surge de forma natural en la tierra, procedente de acuíferos subterráneos. Este tipo de agua se caracteriza por su sabor fresco y cristalino, su contenido mineral y su pH equilibrado. Suele estar libre de productos químicos y conservantes, lo que la convierte en una opción saludable y natural para hidratarse.

#### **a) Cantidad de agua por el método volumétrico**

(Agüero, R. 2004) En este tipo de métodos el caudal se expresa en función del volumen y del tiempo. Dos de estos métodos son el volumétrico y el de gravedad. Para aplicar uno de estos métodos, el volumétrico, hay que dirigir el agua creando un flujo continuo de líquido. Este método determina el caudal (l/s) midiendo el tiempo necesario para llenar un volumen conocido de un recipiente y dividiendo el volumen por el tiempo medio.

$$Q = v/s \quad (1)$$

Dónde, Q caudal en l/s, V volumen del recipiente, T tiempo promedio.

#### **b) Calidad del agua**

(Agüero, R 2004) el agua potable es el agua que es inofensiva para el cuerpo humano cuando se consume y no daña los materiales que componen el sistema.

Las exigencias según el Ministerio de Salud son: No presentar microorganismos patógenos que pongan en peligro la salud de los usuarios, no presentar compuestos químicos, ser clara, así como aquellos detallados en el DS N° 031-2010-SA.

El reglamento de calidad de agua para consumo humano según el Ministerio de Salud establece los parámetros máximos permisibles para avalar la calidad de agua, como se detalla en el DS. N° 031-2010-SA

**Tabla 1**

*Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos*

N°	Parámetros	Unidad de medida	LMP
1	Coliformes totales	UFC/100 mL a 35 °C	0 (*)
2	Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0
3	Escherichia coli	UFC/100 mL a 44.5 °C	0 (*)
4	Bacterias heterotróficas	UFC/100 mL a 35 °C	500
5	Coliformes termotolerantes o fecales	UFC/100 mL a 44.5 °C	0 (*)

Fuente: DS. N° 031-2010-SA (MINSA, 2011). Humano UFC= Unidad tomadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples < 1.8/100 ml.

**Tabla 2**

*Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica*

N°	Parámetros	Unidad de medida	LMP
1	Olor	-	Aceptable
2	Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200
3	Sabor	-	Aceptable
4	Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3.0
5	Color	UCV escala Pt/Co	15
6	Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2.0
7	Turbiedad	UNT	5
8	Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0.2
9	pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
10	Manganeso	mg Mn L <sup>-1</sup>	0.4
11	Conductividad (25 °C)	umho/cm	1500
12	Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0.3
13	Sólidos totales disueltos	mgL <sup>-1</sup>	1000
14	Amoniaco	mg N L <sup>-1</sup>	1.5
15	Cloruros	mg Cl L <sup>-1</sup>	250
16	Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
17	Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> L <sup>-1</sup>	250

Fuente: DS. N° 031-2010-SA (MINSA, 2011).

#### 2.2.4. *Funcionamiento hidráulico*

(Perez, G. 2017) el análisis del funcionamiento hidráulico es el estudio técnico que evalúa cómo circula el agua a través de la infraestructura del sistema, desde la captación hasta la distribución final. Este análisis incluye la evaluación de parámetros clave como caudales, presiones, velocidades de flujo, pérdidas de energía por fricción, y el comportamiento de elementos como tuberías, bombas, válvulas y reservorios. Su objetivo es asegurar que el agua llegue a los usuarios con el caudal y presión adecuados, optimizando la eficiencia del sistema y garantizando su capacidad.

##### 2.2.4.1. Generalidades

###### a) Caudal de diseño

(Perez, G. 2017) el diseño de sistemas hidráulicos utiliza tres tipos de caudales. Si hay control de caudal, se diseña para el caudal máximo diario; de lo contrario, la red de transporte y la distribución se dimensionan para el caudal máximo horario.

$$Q_{prom} = \frac{Pf * dotación}{86\ 400} \quad (2)$$

Donde,  $Q_{prom}$  consumo promedio diario (lt/seg),  $Pf$ : Población futura, la dotación en lt/hab./día.

$$Q_{md} = Q_{prom} \times K_1 \quad (3)$$

Donde,  $Q_{md}$  es el consumo máximo diario. Se tomó el valor  $k_1 = 1.3$ .

$$Q_{mh} = Q_{prom} \times K_2 \quad (4)$$

Donde,  $Q_{mh}$  es el consumo máximo horario. Se tomó el valor  $k_1 = 2$ .

###### b) Variaciones de consumo

En la norma OS 100 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006) la demanda diaria ( $K_1$ ) tiene un coeficiente máximo anual de

1.30, mientras que la demanda horaria (K2) tiene un coeficiente máximo anual de 1.80 a 2.50.

**c) Fórmula de Darcy**

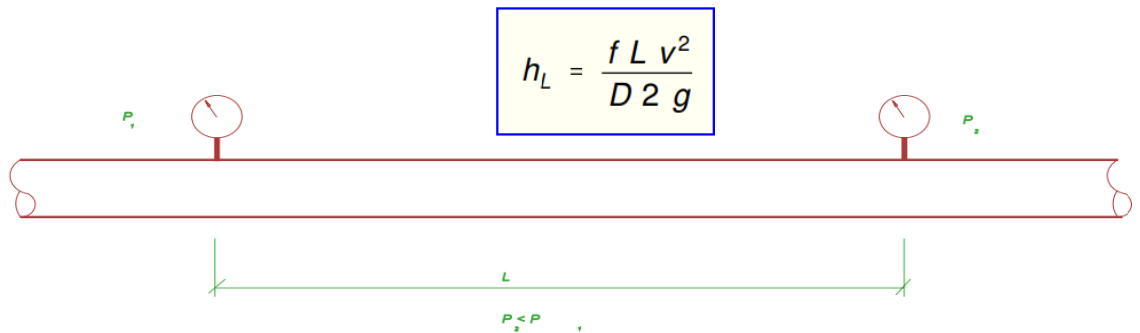
(Pajón, D. 2000) la Ley de Darcy-Weisbach es una fórmula utilizada para calcular las pérdidas de energía debidas a la fricción en el flujo de agua a través de tuberías. La fórmula general es.

$$h_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} \tag{5}$$

Donde:  $h_f$  es la carga de fricción,  $f$  es el coeficiente de fricción,  $L$  es la longitud de la tubería,  $D$  es el diámetro de la tubería,  $V$  es la velocidad del flujo,  $g$  gravedad.

**Figura 2**

*Diagrama de la ley de Darcy*



Fuente: (Pajón, et al., 2000).

**2.2.4.2. Captación**

**a) Dimensionamiento de la captación**

$$h_0 = \frac{V_1^2}{2g} \tag{6}$$

$$V_1 = \frac{V_2}{cd} \tag{7}$$

$$h_0 = 1.56 * \frac{V_2}{2g} \tag{8}$$

$$H_f = H - h_0 \tag{9}$$

$$L = \frac{H_f}{0.30} \tag{10}$$

Dónde: “H altura,  $H_f$  Perd. Carga,  $H_0$  Carga necesaria,  $V_1$  Velocidad teórica en m/s,  $V_2$  Velocidad  $\leq 0.6$  m/s,  $C_d$  Coeficiente de descarga 1 (se asume 0.8),  $G$  Aceleración por gravedad,  $L$  Longitud entre el afloramiento y la cámara húmeda”.

$$Ht = A + B + H + D + E \quad (11)$$

Donde: Ht altura de la cámara húmeda, A corresponde a la altura mínima de 10 cm necesaria para permitir la sedimentación de la arena, B representa el diámetro de salida, H indica la altura de agua sobre la canastilla, D se refiere al desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua del afloramiento y el nivel del agua en la cámara húmeda (mínimo 5 cm), y E denota el borde libre, con un mínimo de 30 cm.

### 2.2.4.3.Línea de conducción y aducción

#### a) Velocidades

En la norma OS 100 se especifica que, la velocidad mínima no puede ser menor a 0.60 m/s, mientras que, la máxima depende del tipo de tubería, siendo 3 m/s para tuberías de concreto y 5 m/s para tuberías de PVC.

#### b) Selección de diámetros

La Norma OS.010 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006) no especifica un diámetro mínimo para las tuberías, pero se determina está a través de:

$$D = \sqrt{\frac{4Qmd}{\pi V}} \quad (12)$$

#### c) Pérdidas de carga

$$H_f = h_f * L \quad (13)$$

Donde,  $H_f$ : Carga disponible,  $h_f$ : Pérdida de carga unitaria en m/m,  $L$ : Longitud de la tubería (m).

#### 2.2.4.4. Reservoirio

##### a) Dimensionamiento

$$V_T = V_{reg} + V_I + V_R \quad (14)$$

Donde,  $V_T$ : “Volumen total de almacenamiento” (m<sup>3</sup>),  $V_{reg}$ . “Volumen de regulación” (m<sup>3</sup>),  $V_I$ : “Volumen de agua contra incendio” (m),  $V_R$ : “Volumen de regulación” (m<sup>3</sup>).

$$V_{reg} = \frac{Q_p \times 86400 \times \%Regulación}{1000} \quad (15)$$

Donde:  $V_{reg}$  Volumen de regulación,  $Q_p$  Caudal promedio, % regulación (20%).

$L$ : Longitud de la tubería (m).

##### b) Diagrama de masas

Un diagrama de masas, también conocido como diagrama de acumulación o curva de demanda, se utiliza en la ingeniería hidráulica para evaluar la capacidad del tanque de almacenamiento. Este diagrama representa gráficamente la acumulación de agua en función del tiempo, comparando la entrada de agua al sistema con la demanda o salida. Permite analizar cómo el reservorio responde a variaciones en la demanda, para cubrir los picos de consumo y los periodos de baja entrada de agua.

#### 2.2.4.5. Red de distribución

##### a) Presiones mínimas y máximas

Según la Norma OS.050 (MVCS, 2009), establece que, la presión estática no debe superar los 50 m y la presión dinámica debe ser al menos 10 m.

##### b) Diámetro mínimo

De acuerdo a la norma OS.050 (MVCS, 2009). los diámetros mínimos recomendados son 25 mm para tuberías principales, 20 mm para conexiones de servicio y 15 mm para conexiones residenciales.



### **2.2.5. Operación y mantenimiento del SAP**

(Agüero, R. 2004) se refiere a todas las actividades necesarias para garantizar el suministro continuo y seguro de agua potable a una comunidad o área determinada. Esto implica la gestión y supervisión de todas las etapas del proceso, desde la captación del agua hasta su distribución a los consumidores finales.

(Agüero, R. 2004) La operación implica realizar acciones adecuadas y oportunas para garantizar que todas las partes del sistema funcionen de manera continua, conforme a las especificaciones de diseño. En términos operativos, implica el control de los diferentes componentes del sistema, esto incluye la supervisión de los caudales, la presión y calidad del agua.

(Agüero, R. 2004) En términos de mantenimiento implica la realización regular de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar el buen funcionamiento de los componentes del sistema. Esto incluye la limpieza y desinfección de los tanques de almacenamiento, la reparación de tuberías y equipos defectuosos, la calibración de los sistemas de medición y la actualización de los equipos obsoletos. El mantenimiento se lleva a cabo para evitar o corregir cualquier daño que pueda surgir en las instalaciones.

- **Mantenimiento correctivo:** se realiza de manera regular para evitar problemas futuros en el funcionamiento del sistema. Incluye actividades como la limpieza y desinfección periódica de los tanques de almacenamiento de agua, la calibración de los sistemas de medición, y la actualización de equipos obsoletos. Este tipo de mantenimiento ayuda a prevenir averías.
- **Mantenimiento preventivo:** se lleva a cabo para corregir problemas o daños imprevistos que puedan surgir en las instalaciones. Esto incluye la reparación

de tuberías rotas, la sustitución de equipos defectuosos, y la solución de problemas que afecten el sistema de distribución. El mantenimiento correctivo es esencial para mantener la operatividad continua del sistema y minimizar interrupciones en el suministro de agua potable a los usuarios.

Ambos tipos de mantenimiento son fundamentales para garantizar la eficiencia, seguridad y durabilidad del sistema, cumpliendo así con los estándares necesarios para la protección de la salud pública y el bienestar de la comunidad.

#### **2.2.6. *Gestión administrativa del SAP***

(Comisión Nacional del Agua. 2024) Engloba todas las acciones y procesos necesarios para asegurar un suministro continuo y seguro de agua, este proceso abarca la planificación, organización, supervisión y control de actividades relacionadas con la captación, tratamiento, distribución y gestión de los recursos hídricos. Es un proceso continuo y participativo que implica la implementación de medidas técnicas, políticas y regulaciones.

La gestión del sistema de abastecimiento de agua potable puede llevarse a cabo de dos formas principales.

**Gestión comunal.** En este modelo, la comunidad participa activamente en la operación y mantenimiento del sistema de agua potable. Esto incluye el pago de cuotas, participación en asambleas comunitarias, gestión del agua en términos de consumo y conservación, mantenimiento de conexiones domiciliarias y promoción de prácticas de higiene personal. La gestión comunal fortalece la responsabilidad colectiva y el compromiso de los usuarios con la sostenibilidad y eficiencia del servicio de agua potable en su comunidad.

**Gestión dirigencial.** Esta modalidad implica la administración del servicio por parte de un comité o junta de agua designada, responsable de la organización y

operación del sistema. Este comité se encarga de la gestión administrativa, la certificación de la organización del servicio, y en muchos casos, la gestión de calidad del agua a nivel fisicoquímico y bacteriológico. La percepción de la eficacia de esta gestión puede variar entre los usuarios, y suele incluir la formación de organizaciones más amplias para la cooperación y mejora continua del servicio.

En términos conceptuales, la gestión implica:

**Planificación:** Esta etapa consiste en definir las estrategias y objetivos a largo plazo para garantizar un suministro sostenible. Incluye la evaluación de las condiciones de la comunidad, la identificación de fuentes de agua, el diseño de infraestructuras necesarias y la elaboración de planes de contingencia.

**Organización:** En esta fase, se establecen las estructuras organizativas que permitirán llevar a cabo las operaciones necesarias para asegurar el suministro. Esto implica la creación de departamentos o áreas de trabajo específicas y la designación de responsabilidades y roles adecuados.

**Supervisión:** consiste en la vigilancia constante de todas las actividades relacionadas para asegurar el cumplimiento de estándares de calidad, el adecuado funcionamiento de las instalaciones y la eficiencia en la gestión. Esto incluye la supervisión continua del agua mediante análisis fisicoquímicos y bacteriológicos, el mantenimiento preventivo y correctivo de las infraestructuras como tuberías y plantas de tratamiento, así como la gestión eficiente del personal involucrado en la operación del sistema. La supervisión es crucial para detectar y abordar cualquier problema o irregularidad a tiempo, asegurando así un suministro de agua potable seguro y confiable a la comunidad.

**Control:** se enfoca en evaluar y monitorizar el desempeño del sistema a través de indicadores clave de rendimiento, la recopilación sistemática de datos operativos

y la aplicación de medidas correctivas cuando se detectan desviaciones o problemas. Esta etapa incluye la implementación de herramientas y procedimientos para medir la eficiencia del sistema, como la eficacia del tratamiento del agua, la distribución equitativa del recurso, y la reducción de pérdidas y desperdicios. Además, el control implica la coordinación activa con entidades reguladoras y normativas para asegurar el cumplimiento de los requisitos legales y normativos vigentes.

Ambas funciones, supervisión y control, son fundamentales para la gestión integral y efectiva del sistema de agua potable, asegurando su operación eficiente y sostenible.

### **2.3. Definición de términos básicos**

**Abastecimiento de agua:** Es el proceso mediante el cual se suministra agua a una comunidad o área geográfica específica para satisfacer diversas necesidades, como consumo humano, industrial, agrícola y otros usos.

**Agua potable:** Agua que cumple con los estándares de calidad necesarios para ser segura y apta para el consumo humano, sin representar un riesgo para la salud.

**Caudal:** Cantidad de agua que fluye por un punto específico en un determinado período de tiempo. Se expresa en unidades de volumen por unidad de tiempo.

**Continuidad del servicio:** Hace referencia a la disponibilidad constante de agua potable para los usuarios, sin interrupciones prolongadas. Es crucial para garantizar el suministro básico y mejorar la calidad de vida de las comunidades.

**Demanda de agua potable:** Es la cantidad de agua que los usuarios requieren en una región determinada durante un período específico.

**Dotación:** Cantidad de agua asignada a cada persona o unidad de consumo, considerando sus necesidades básicas y específicas.

**Oferta de agua potable:** Cantidad de agua disponible para ser suministrada a los usuarios. Dependiendo de la disponibilidad de fuentes de agua, las capacidades de tratamiento y distribución, la oferta puede variar y debe gestionarse eficientemente para satisfacer la demanda de manera sostenible.

**Presión estática:** Es la presión ejercida por el agua en un sistema de abastecimiento cuando no hay flujo. Se mide en litros por unidad de superficie.

**Presión dinámica:** Presión ejercida por el agua en un sistema de abastecimiento cuando hay flujo. Se debe tener en cuenta para garantizar un correcto funcionamiento de las instalaciones y una distribución equitativa del agua a los usuarios.

**Sistema de abastecimiento:** Conjunto integral de infraestructuras, instalaciones y procesos diseñados para captar, tratar, almacenar, distribuir y gestionar el agua potable de manera segura y eficiente. El objetivo principal del sistema de abastecimiento es asegurar que el agua suministrada cumpla con los estándares de calidad requeridos para el consumo humano, garantizando así la salud pública y el bienestar de las comunidades servidas.

**Velocidad:** Se refiere a la rapidez con la que el agua fluye por un conducto en un sistema de abastecimiento. Se expresa en metros por segundo o litros por segundo y puede afectar el rendimiento y la eficiencia del sistema.

## CAPÍTULO III.

### MATERIALES Y MÉTODOS

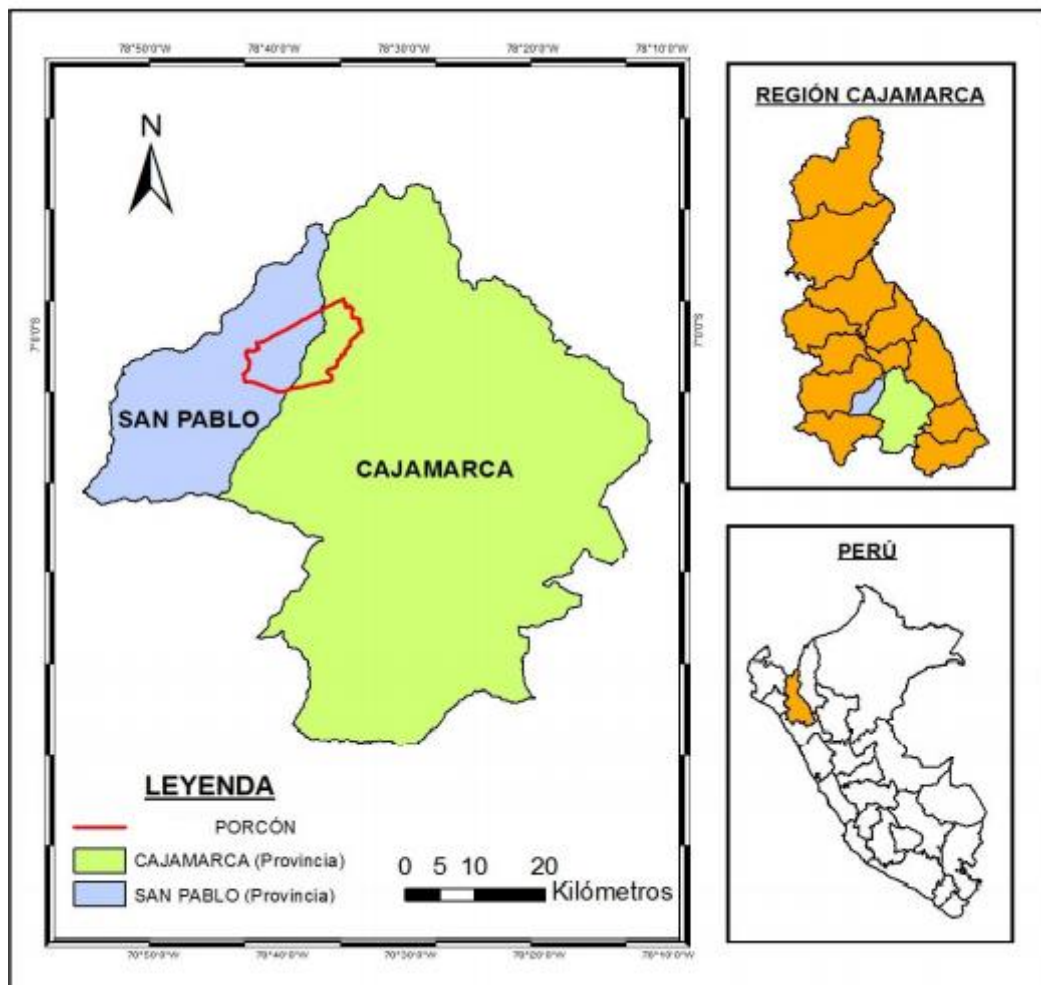
#### 3.1. Descripción del área de estudio

##### 3.1.1. Ubicación geográfica del área de estudio

El centro poblado de Porcón Bajo se sitúa en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca y departamento de Cajamarca. A 3180 msnm en las coordenadas UTM WGS84 17S 767419.52 m E, 9215661.90 m S. De acuerdo a Ayay (2017) se puede acceder al lugar por la Carretera asfaltada 3N Cajamarca a Bambamarca del km 10 al km 16, en 35 minutos.

#### Figura 3

*Ubicación de Porcón Bajo en el Distrito de Cajamarca*



### 3.1.2. Topografía

La configuración del terreno es predominantemente abrupta, con pendientes que superan el 30%. No obstante, también se encuentran áreas con relieve ondulado y llano.

#### Figura 4

Vista Satelital de Porcón Bajo en Cajamarca



Fuente: (Google earth, 2023).

### 3.1.3. Clima

El período de lluvias ocurre de octubre a abril, con mayor intensidad en febrero y marzo, generalmente en horas de la tarde, provocando derrumbes en las zonas pendientes y ligera acumulación de neblina. La temporada seca, de mayo a septiembre, tiene escasas precipitaciones, siendo julio y agosto los meses más secos, con fuertes vientos, especialmente en agosto. La temperatura máxima alcanza los 18°C y la mínima los 6°C en madrugadas y épocas secas. La humedad

relativa varía significativamente, siendo muy baja en la temporada seca (menos del 20%) y alta en la época de lluvias (hasta 100% con neblina persistente).

## **3.2. Metodología de la investigación**

### **3.2.1. Tipo, nivel de diseño y método de investigación**

El enfoque fue cuantitativo porque buscaba medir y cuantificar datos sobre el SAP en Porcón Bajo. Se utilizaron técnicas y herramientas estadísticas para recopilar y analizar información numérica.

Fue de tipo aplicada porque su objetivo principal fue proporcionar información y soluciones prácticas para mejorar el SAP en ese centro poblado. La investigación se enfocó en identificar problemas y proponer mejoras concretas.

Fue de nivel explicativo porque se buscó comprender las causas y razones detrás de los problemas identificados en el SAP. Se analizaron variables y se establecieron relaciones causales entre ellas.

El diseño fue no experimental y de corte transversal porque se recolectó información en un solo momento en el tiempo y no se realizaron manipulaciones ni intervenciones en el SAP. Se recopiló información de manera puntual y se analizaron datos existentes.

Se utilizó el método deductivo porque se partió de teorías y conocimiento existente para plantear hipótesis, recopilar datos y realizar análisis. Se utilizó el razonamiento lógico para llegar a conclusiones y recomendaciones basadas en los datos obtenidos.

### **3.2.2. Población, muestra, unidad de análisis y unidad de observación**

#### **3.2.2.1. Población**

Sistema de agua potable del centro poblado Porcón Bajo, distrito de Cajamarca.



### **3.2.2.2.Muestra**

Sistema de agua potable del centro poblado Porcón Bajo, distrito de Cajamarca.

### **3.2.2.3.Unidad de análisis**

Infraestructura hidráulica, gestión administrativa, operación y mantenimiento.

## **3.2.3. Técnicas e instrumentos de recopilación de información**

### **3.2.3.1.Técnicas**

**Observación de campo.** La técnica de observación de campo consistió en realizar visitas al centro poblado de Porcón Bajo para observar directamente el estado del SAP. Se tomaron notas sobre los componentes de la infraestructura, como las tuberías, las válvulas, los tanques de almacenamiento, entre otros.

**Análisis del estado de la infraestructura.** El análisis del estado de la infraestructura implicó examinar en detalle cada uno de los componentes del SAP, con el fin de evaluar su funcionamiento, identificar posibles deficiencias o fallos y determinar si requerían reparaciones o actualizaciones.

**Análisis de la calidad y cantidad del agua.** Para llevar a cabo el análisis de la calidad y cantidad del agua, se tomaron muestras del agua potable del centro poblado. Estas muestras fueron analizadas en laboratorio, con el objetivo de determinar la concentración de diversos parámetros, como el pH, la turbidez, la presencia de bacterias, entre otros, y evaluar si el agua cumplía con las normas de calidad establecidas.

**Análisis de la oferta y demanda de agua.** El análisis de la oferta y demanda de agua consistió en recopilar información sobre la cantidad de agua disponible en el centro poblado y las necesidades de consumo de la población. Se tomaron en

cuenta factores como el caudal de los pozos, la capacidad de almacenamiento de agua y la cantidad de usuarios del SAP.

**Modelamiento de pérdidas de carga y presiones en EPANET.** El modelamiento de pérdidas de carga y presiones en EPANET implicó utilizar un software especializado para simular el comportamiento del SAP. Se introdujeron datos como el diámetro de las tuberías, la velocidad del agua y la topografía del terreno, con el objetivo de calcular las pérdidas de carga y las presiones en diferentes puntos del sistema.

**Encuesta de operación y mantenimiento del sistema de agua.** La encuesta consistió en realizar entrevistas a los encargados de operar y mantener el SAP. Se obtuvo información sobre las acciones realizadas para mantener el sistema en buen funcionamiento, las dificultades encontradas y las mejoras propuestas.

**Análisis de la gestión administrativa.** Implicó revisar los documentos y registros relacionados con la gestión del SAP, como contratos, informes de gestión, presupuestos, entre otros. Se evaluó la eficiencia en la gestión de los recursos, la transparencia en el manejo de los fondos y la atención de las necesidades de la población.

### **3.2.3.2. Instrumentos de recopilación de información**

**Ficha de diagnóstico del sistema de abastecimiento.** La ficha de diagnóstico consistió en una herramienta en la cual se recopiló información relevante sobre el funcionamiento del SAP Porcón Bajo. Esta información se obtuvo a través de la observación directa en el campo, permitiendo evaluar el estado y desempeño del sistema.

**Ficha patológica.** La ficha patológica de los elementos de concreto y acero fue utilizada para evaluar el estado de los diferentes elementos estructurales, tales

como tanques de almacenamiento, tuberías, entre otros. Mediante esta ficha se realizó una calificación del estado de los elementos, permitiendo identificar posibles deterioros o fallas que debían ser corregidas.

**Informe de calidad y cantidad del agua.** El informe de calidad y cantidad del agua consistió en un documento en el cual se recopiló y analizó el agua en las diferentes etapas del proceso de abastecimiento, tales como las captaciones, reservorio y viviendas. Este informe permitió determinar si el agua cumplía con los estándares de calidad establecidos y si había una cantidad adecuada.

**Informe de oferta y demanda de agua.** Fue utilizado para evaluar la disponibilidad y demanda de agua en Porcón Bajo. En este informe se recopiló información sobre la cantidad de agua disponible en las fuentes de abastecimiento y la cantidad requerida. Con esta información se pudo determinar si existían déficits o excesos en el suministro de agua.

**Modelo EPANET de cargas y presiones de la red de distribución de agua.** El modelo EPANET de cargas y presiones de la red de distribución de agua fue una herramienta informática utilizada para simular el comportamiento de la red de distribución de agua. A través de este modelo se pudo evaluar las cargas y presiones en diferentes puntos de la red, permitiendo identificar posibles deficiencias en el sistema y proponer medidas correctivas.

**Cuestionario tipo Likert.** El cuestionario tipo Likert fue utilizado para medir la percepción de los usuarios y operadores del sistema en cuanto a su funcionamiento y mantenimiento. Este cuestionario consistió en una serie de preguntas con una escala de respuesta cualitativa y cuantitativa.

**Escala de calificación de la gestión administrativa.** La escala de calificación consistió en un sistema de evaluación que permitió calificar la gestión

administrativa del SAP en el centro poblado. Esta escala se basó en diferentes indicadores relacionados con la planificación, organización, ejecución y control de las actividades administrativas.

**Tabla 3**

*Técnicas e instrumentos*

Variables	Recolección de datos		
	Fuente	Técnica	Instrumento
Sistema de agua potable	Primaria	Observación de campo	Ficha de diagnóstico del sistema de abastecimiento
	Primaria	Análisis del estado de la infraestructura	Ficha patológica
	Primaria	Análisis de la calidad y cantidad del agua	Informe de calidad y cantidad del agua
	Primaria	Análisis de la oferta y demanda de agua	Informe de oferta y demanda de agua
	Primaria	Modelamiento de pérdidas de carga y presiones en EPANET	Modelo EPANET de cargas y presiones de la red
	Primaria	Encuesta de operación y mantenimiento	Cuestionario tipo Likert sobre la operación y mantenimiento
	Secundaria	Análisis de la gestión administrativa	Escala de calificación de la gestión administrativa

### 3.3. Equipos, materiales, insumos, etc.

**Equipo de muestreo de agua:** Se utilizaron recipientes estériles para recolectar muestras de agua en diferentes puntos del SAP, como captaciones, reservorios y viviendas. Estos recipientes podrían ser botellas de plástico u otros envases adecuados.

**Medidores de calidad del agua:** Se utilizaron medidores para evaluar parámetros como pH, turbidez, cloro residual, entre otros. Estos medidores podrían incluir dispositivos portátiles como medidores de pH, turbidímetros y kits de análisis de cloro.

**Equipos de medición de caudal:** Para determinar la cantidad de agua que fluye en diferentes puntos del sistema, se utilizaron equipos de medición empíricos como balde y cronometro.

**Equipos de medición de presión:** Se utilizaron manómetros o dispositivos de medición de presión para evaluar la presión del agua en diferentes puntos del sistema, como captaciones, reservorios y viviendas.

**Software de modelamiento:** Para realizar el modelamiento del SAP, se pudo utilizar software como EPANET.

**Herramientas de inspección de infraestructura:** Se utilizaron herramientas y dispositivos para examinar la infraestructura del SAP, como cámaras de inspección, llaves de tuberías, entre otros.

**Materiales de oficina:** Se utilizaron materiales de oficina, como papel, lápices, bolígrafos y calculadoras, para la recopilación y registro de datos, así como para el análisis de resultados.

### **3.4. Procedimiento**

#### **3.4.1. Diagnóstico del sistema**

##### **3.4.1.1. Descripción general del sistema**

Para realizar visitas técnicas al SAP fue necesario un procedimiento específico para asegurar una descripción general adecuada. A continuación, se detalla el procedimiento básico que se siguió en las visitas de campo para la descripción general del sistema:

**Planificación de la visita:** Se definió el alcance de la visita y estableció un itinerario preliminar.

**Coordinación con las autoridades pertinentes:** Se contactaron a las autoridades locales encargadas del SAP para obtener permisos de acceso a las instalaciones y coordinar las fechas y horarios de la visita.

**Preparación del equipo y materiales:** Se revisó la documentación relacionada con el SAP, como planos, informes y registros operativos. Y se preparó el equipo necesario, como cámaras, medidores, herramientas y equipos de protección personal.

**Realización de la visita:** Se llegó al lugar de la visita a la hora acordada y se reunió con el personal encargado del SAP. Se realizó una introducción inicial y se confirmaron los objetivos de la visita.

**Observación y registro de datos:** Se recorrieron las instalaciones del SAP, prestando atención a componentes clave, como las fuentes de agua, los tanques de almacenamiento y las redes de distribución. Se tomaron fotografías, midieron parámetros relevantes y recopilamos cualquier información necesaria para una descripción general adecuada.

#### **3.4.1.2.Ponderación del estado del SAP**

El estado del SAP se pondera en base a la calificación del estado de cada elemento del sistema en base al manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2006) dando una calificación del 0 a 5, según la descripción de la condición de la infraestructura hidráulica, para finalmente calificar la medida de mejora que sea pertinente.

**Tabla 4***Ponderación del Estado del SAP*

<b>Calificación</b>	<b>Descripción de la condición</b>
0	“Muy bueno: No se observa problemas”
1	“Bueno: Hay problemas menores. Algunos elementos muestran deterioro sin importancia”
2	“Regular: Los elementos primarios están en buen estado, pero algunos secundarios muestran deterioro, algo de pérdida de sección, grietas, descascaramiento o socavación pérdida de sección avanzada”.
3	“Malo: La pérdida de sección, deterioro o socavación afectan seriamente a los elementos estructurales primarios”. “Hay posibilidad de fracturas locales, pueden presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero”.
4	“Muy Malo: Avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios.
5	“Pésimo: Gran deterioro o pérdida de sección presente en elementos estructurales críticos”.

Fuente: (MTC, 2006).

**Tabla 5***Calificación del Estado Situacional del Sistema*

<b>Calificación</b>	<b>Clasificación</b>
5	Requiere intervención con PIP
4	Requiere reconstrucción de algunos elementos del SAP
3	Requiere alguna intervención que, involucra estudios complementarios
2	Requiere mantenimiento de acuerdo a daños
1	No requiere intervención, está operativo.

Fuente: (MTC, 2006).

### **3.4.2. Estado de la infraestructura hidráulica**

#### **3.4.2.1. Patologías presentes en la estructura de concreto**

De acuerdo a Murillo (2014) las patologías presentes en las estructuras de concreto pueden ser diversas y pueden ir desde problemas estéticos hasta problemas más graves que afectan la integridad estructural del concreto.

A continuación, se describen las patologías más comunes: (Aguilar, 2023)

**Humedad por filtración:** se produce cuando el agua penetra en la estructura a través de grietas, poros o juntas defectuosas, lo que puede generar corrosión y debilitamiento del concreto.

**Variación de color:** se produce cuando se observan manchas o cambios en la tonalidad del concreto, generalmente debido a la exposición a agentes químicos o a la presencia de contaminantes.

**Fisuras y grietas:** son aberturas o fracturas en el concreto, que pueden ser superficiales o profundas, y pueden deberse a cargas excesivas, asentamientos diferenciados, contracción por secado, entre otros factores.

**Erosión abrasión:** es la pérdida de material superficial del concreto debido a la acción mecánica de agentes como el tránsito vehicular, la acción del agua o la exposición a agentes químicos.

**Fracturas por asentamiento:** se producen cuando el terreno sobre el que se apoya la estructura se asienta de forma desigual, generando tensiones en el concreto y fracturas.

**Descamación mecánica:** es la pérdida de capas superficiales del concreto, generalmente debido a la exposición a condiciones climáticas extremas o a agentes químicos agresivos.



**Eflorescencia lixiviación:** se produce cuando los minerales disueltos en el concreto migran hacia la superficie y cristalizan, dejando manchas blancas o eflorescencias.

**Ataque de sulfatos:** ocurre cuando los sulfatos presentes en el suelo o el agua reaccionan con los componentes del concreto, generando expansión y deterioro del material.

**Corrosión:** se produce cuando el acero de refuerzo presente en el concreto entra en contacto con el agua y el oxígeno, generando la formación de óxidos y debilitando la estructura.

**Colonización por vegetales y hongos:** se produce cuando se permite el crecimiento de vegetación en las superficies del concreto, lo que puede generar manchas, deterioro y agrietamiento.

**Presencia de vegetación en los alrededores de las estructuras:** también puede tener efectos adversos, ya que las raíces pueden dañar el concreto o generar movimientos en el terreno que afecten la estabilidad de la estructura.

#### **3.4.2.2. Patologías presentes en los elementos de acero**

Las patologías presentes en las estructuras de acero pueden ir desde problemas estéticos hasta problemas que afectan la integridad del elemento de acero. A continuación, se describen las patologías más comunes: (Umaña, 2012)

**Deformación excesiva:** se produce cuando el acero se somete a cargas o esfuerzos que exceden su capacidad de resistencia, lo que puede generar deformaciones permanentes en el material.

**Rotura:** es una patología grave que se produce cuando el acero se rompe debido a la aplicación de esfuerzos o cargas superiores a su capacidad resistente. La rotura puede ser frágil (sin deformación previa) o dúctil (con deformación previa).

**Erosión:** es el desgaste gradual y la pérdida de material del acero debido a la acción de agentes abrasivos, como el viento, el agua o el flujo de partículas. La erosión puede debilitar el acero y comprometer su capacidad estructural.

**Oxidación - corrosión:** es una patología muy común en el acero debido a su alta propensión a la oxidación. La corrosión se produce cuando el acero entra en contacto con oxígeno y agua, lo que genera la formación de óxido en la superficie y debilita gradualmente el material. La corrosión puede ser acelerada por agentes como la salinidad, la humedad y la presencia de sustancias corrosivas.

### 3.4.2.3. Calificación de las patologías

Se califican en relación a su severidad, siendo en todos los casos: (Aguilar, 2023)

**Tabla 6**

*Severidad de las Patologías en Concreto y Acero*

Rangos de presencia en la superficie evaluada	Nivel
0%	Ninguna
0-10%	Baja
10-30%	Moderada
30%-40%	Alta
40-50%	Muy alta
>50%	Peligrosa

Fuente: (Aguilar, 2023).

### 3.4.2.4. Procedimiento para identificar patologías de concreto y acero en los elementos estructurales del SAP

Para identificar las patologías en los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable, tanto en el concreto como en el acero, se siguieron los pasos:

**Análisis documental:** Se revisaron los planos y documentación relacionada con los elementos estructurales, como especificaciones técnicas, detalles de

construcción y normativas aplicables. Se compararon los resultados de la inspección visual con las especificaciones del diseño y construcción original.

**Inspección visual:** Se realizó una inspección visual detallada de los elementos estructurales, como tanques, pilares, vigas, tuberías, entre otros. Se buscaron signos visibles de deterioro, como grietas, descascaramientos, manchas, corrosión, deformaciones, entre otros.

### **3.4.3. Análisis hidráulico del SAP**

El procedimiento de análisis hidráulico del SAP fue llevado a cabo para evaluar su eficiencia. Durante el estudio, se recopilaron datos sobre el proceso de captación, almacenamiento y tratamiento del agua, así como el transporte y distribución a través de la red de tuberías.

En primer lugar, se realizó una inspección detallada de las fuentes de agua para verificar su calidad y cantidad. Se tomaron muestras en diferentes momentos y ubicaciones para analizar la presencia de contaminantes y determinar la demanda de agua. Además, se evaluó si los métodos de tratamiento existentes eran efectivos para garantizar la potabilidad del agua.

Una vez que el agua fue tratada, se procedió a su transporte y distribución a través de la red de tuberías. Se realizaron pruebas de presión en diferentes puntos para asegurar que el suministro de agua fuera adecuado y sin fugas. Además, se monitoreó el funcionamiento de las válvulas y bombas, así como el estado general de las tuberías, en busca de posibles obstrucciones o daños.

Durante el proceso de análisis, se recopiló información sobre la cantidad de agua suministrada y los patrones de consumo de los usuarios. Esto permitió evaluar la eficiencia del sistema y detectar posibles pérdidas o desperdicios de agua.

El procedimiento de análisis de operación del SAP proporcionó información importante sobre su funcionamiento. Con base en los resultados obtenidos, se pudieron identificar áreas de mejora y tomar medidas para garantizar un suministro de agua seguro y confiable para la comunidad.

#### **3.4.3.1. Aforo de captaciones y caudal en viviendas**

El procedimiento para determinar la cantidad de agua en las captaciones de ladera durante la época de estiaje, y del caudal de llegada en las viviendas beneficiarias del SAP (vivienda más cercana y vivienda más alejada) por aforo directo utilizando un balde y un cronómetro, se realizó siguiendo los siguientes pasos:

**Elección del mejor momento para el aforo:** El estiaje es la época del año en la que los caudales suelen ser más bajos. Siendo está un buen momento para realizar el estudio porque el caudal esté en su punto más bajo.

**Preparación del equipo necesario:** Fue necesario un balde de capacidad conocida y un cronómetro. El balde estuvo limpio para evitar contaminar las mediciones.

**Medición del caudal:** En el lugar seleccionado, se colocó el balde en el punto de ingreso del agua, hasta llenarlo completamente.

**Cronometraje del tiempo de llenado:** Una vez que el balde estuvo colocado, se inició el cronómetro y se registró el tiempo que tarda en llenarse.

**Registro de la cantidad de agua:** Al completarse el tiempo de llenado, se detuvo el cronómetro y se midió la cantidad de agua contenida en el balde.

**Repetición del procedimiento:** Para obtener una medición precisa, se repitió el procedimiento varias veces en diferentes momentos del día y en días distintos. Esto ayudó a obtener un promedio más representativo del caudal de agua.

### **3.4.3.2. Toma de muestras de agua en las captaciones**

El procedimiento que se siguió para la toma de muestras de agua en las captaciones del SAP incluye:

**Preparación del equipo necesario:** Se contó con botellas de muestreo estériles, etiquetas de identificación, guantes desechables, un termómetro y un kit de pruebas de campo (si es necesario).

**Muestreo de agua subterránea:** Se ha sumergido la botella de muestreo en el punto de salida del agua y se esperó a que se llene completamente. Es importante evitar la exposición del agua al aire durante el proceso.

**Toma de la temperatura del agua:** Utilizando un termómetro, se registró la temperatura del agua en el momento de la toma de muestra. Esta información puede ser relevante para el análisis posterior.

**Etiquetado de las muestras:** Cada botella de muestreo fue etiquetada de forma clara y legible con información como la fecha, la ubicación de la captación y cualquier otro dato relevante. Esto permite la correcta identificación y posterior análisis de las muestras.

**Almacenamiento y transporte de las muestras:** Una vez tomadas las muestras, fueron almacenadas de manera adecuada para mantener su integridad. Esto incluyó mantener las temperaturas frías y colocar las botellas en contenedores seguros que eviten la rotura. Las muestras fueron transportadas al laboratorio Regional de Cajamarca para su análisis.

### **3.4.3.3. Análisis de la calidad de agua en las captaciones**

Los ensayos realizados en agua en el Laboratorio Regional de Cajamarca fueron los siguientes:

Análisis de pH:

- Se obtuvieron muestras de agua en recipientes limpios y estériles.
- Se calibró el equipo de medición de pH utilizando soluciones tampón de pH conocido.
- Se sumergió el electrodo del medidor de pH en la muestra de agua y se esperó a que se estabilizara la lectura.
- Se registró el valor de pH obtenido.

#### Análisis de conductividad eléctrica:

- Se recolectaron muestras de agua en recipientes limpios y estériles.
- Se calibró el medidor de conductividad eléctrica siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Se sumergió el electrodo del medidor en la muestra de agua y se esperó a que se estabilizara la lectura.
- Se registró el valor de la conductividad eléctrica obtenida.

#### Análisis de sólidos totales disueltos (STD):

- Se tomaron muestras de agua en recipientes limpios y estériles.
- Se filtraron las muestras utilizando un filtro de poro adecuado para retener los sólidos.
- Se secaron los filtros con las partículas sólidas a temperatura constante.
- Se pesaron los filtros secos y se registró la masa obtenida.
- Se determinó la concentración de sólidos totales disueltos dividiendo la masa obtenida por el volumen de muestra.

#### Análisis de coliformes totales y coliformes fecales:

- Se tomaron muestras de agua en recipientes limpios y estériles.
- Se realizó el análisis utilizando el método de cultivo de coliformes en medio de cultivo específico.

- Se incubaron las muestras a una temperatura adecuada durante el tiempo necesario para permitir el crecimiento de bacterias coliformes.
- Se observaron los resultados de crecimiento bacteriano en el medio de cultivo y se identificaron las colonias de coliformes totales y fecales.
- Se contaron las colonias y se registraron los resultados obtenidos.

#### **3.4.3.4. Análisis del funcionamiento del reservorio**

El procedimiento para analizar el funcionamiento del reservorio y controlar el proceso de desinfección (cloración del reservorio) fue el siguiente:

##### **a) Mediciones del nivel de agua en el reservorio**

- Se realizaron mediciones periódicas, utilizando un dispositivo de medición adecuado, como una vara de nivel o un sensor de nivel automático.
- Se registraron los valores de nivel de agua en un registro o base de datos, indicando la fecha y hora de cada medición.
- Se realizó una revisión visual del estado del agua en el reservorio, verificando si había presencia de sedimentos, algas o cualquier otro indicio de contaminación.

##### **b) Control del proceso de desinfección (cloración del reservorio)**

- Se verificó la concentración de cloro residual en el agua del reservorio mediante pruebas de cloro usando un kit de análisis químico adecuado. Se realizó periódicamente, asegurándose de que la concentración de cloro se encontrara dentro de los límites permitidos por las regulaciones sanitarias.
- Se registraron los resultados de las pruebas de cloro residual en un registro o base de datos, indicando la fecha de cada prueba y los valores obtenidos.

- Se monitoreó el tiempo de contacto del cloro con el agua dentro del reservorio, verificando si se cumplía con el tiempo mínimo recomendado para asegurar una adecuada desinfección.
- Se supervisó el funcionamiento del sistema de cloración, incluyendo los equipos y dispositivos utilizados para la dosificación de cloro, verificando que estuvieran en buen estado de funcionamiento y sin fugas.
- Se realizaron inspecciones visuales periódicas del reservorio y sus componentes, para detectar posibles fugas, corrosión u otros problemas que pudieran afectar la desinfección del agua.
- Se mantuvo un registro de las acciones correctivas realizadas en caso de encontrar problemas en el proceso de desinfección, como ajustes en la dosificación de cloro o reparación de equipos.

#### **3.4.3.5. Análisis de la calidad de agua en las viviendas**

Se recolectaron tres (03) muestras de agua: una cerca de los reservorios, otra en la primera vivienda, y la tercera en la parte más baja. Además, se evaluaron los niveles de cloro residual y pH del agua utilizando un comparador visual.

**Muestra de agua:** Se procedió tomando una muestra del agua de la fuente seleccionada, asegurándose de que esté libre de contaminantes o sólidos suspendidos.

**Determinación del cloro con el colorímetro:** Se tomó una alícuota de agua de la muestra y transferirla a un tubo de ensayo o un vaso de precipitados. Se añadió una cantidad determinada de reactivo de cloro y mezclar bien. Se llenó una celda de cuarzo con la muestra de cloro preparada. Insertar la celda en el colorímetro y seguir las instrucciones del fabricante para obtener la lectura de cloro en ppm.



**Determinación del pH:** Se tomó una muestra representativa de agua y transferirla a un vaso de precipitados o un tubo de ensayo. Se removió cualquier sólido suspendido o partícula en suspensión. Se sumergió el electrodo del pHmetro en la muestra de pH preparada y esperar a que la lectura se estabilice. Se registró el valor de pH indicado en la pantalla del pHmetro.

#### **3.4.3.6. Análisis de oferta y demanda de agua**

Se ha llevado a cabo a través de los siguientes pasos:

**Recopilación de datos:** Obtener información sobre la población del centro poblado, su crecimiento demográfico en los últimos años y proyecciones futuras. También se deben recopilar datos sobre la disponibilidad de fuentes de agua.

**Análisis de la oferta de agua potable:** Evaluar la capacidad de las fuentes de agua existentes. Esto implica determinar la cantidad de agua disponible en las fuentes y su calidad, así como evaluar la capacidad de los sistemas de captación, tratamiento y distribución de agua existentes.

**Análisis de la demanda de agua potable:** Determinar la demanda actual y futura de agua potable en el centro poblado. Los caudales medidos se utilizan para los cálculos hidráulicos y para analizar la oferta y la demanda del caudal máximo diario (Qmd) requerido por la población prevista durante un periodo de 20 años.

**Identificación de brechas o déficits:** Comparar la oferta y la demanda de agua potable para identificar posibles brechas o déficits en el suministro de agua. Si la demanda supera la capacidad de oferta, se deben identificar las causas de este déficit, como la falta de fuentes de agua suficientes o la insuficiencia de infraestructuras de captación, tratamiento y distribución de agua.

### **3.4.3.7. Análisis de pérdidas de carga y presiones**

El procedimiento para realizar el análisis de pérdidas de carga y presiones en una red de tuberías se dividió en los siguientes pasos:

- Se realizaron mediciones de presión en diferentes puntos de la red de tuberías. Se instalaron sensores de presión en varios tramos de la red o se utilizaron medidores de presión portátiles en contextos normales de operación de la red.
- Se registró la ubicación de cada vivienda y del reservorio en un sistema de coordenadas geográficas utilizando un GPS de mano. Esto permitió georreferenciar cada punto en el modelo EPANET y facilitar la visualización de los resultados.
- Se creó un modelo de la red de tuberías utilizando el software EPANET. Este software permitió simular el flujo de agua y calcular las presiones. En la modelación se incluyeron las tuberías, válvulas, bombas y otros elementos de la red, así como los datos de demanda de agua en cada vivienda.
- Se configuraron las propiedades de la red, ingresando las características de cada elemento, como los diámetros de las tuberías, coeficientes de pérdida de carga y ubicación de las viviendas y el reservorio.
- Se llevó a cabo la simulación del modelo en EPANET. Durante la simulación se calcularon las presiones.
- Se analizaron los resultados obtenidos en EPANET, tanto las presiones como pérdidas de carga. Se generaron mapas temáticos que mostraron las diferentes magnitudes de presión en la red y se identificaron los puntos críticos de baja presión o alto caudal donde podría haber problemas de suministro de agua.

#### **3.4.4. *Análisis de la percepción de la operación y mantenimiento del SAP***

En este estudio, se llevó a cabo un exhaustivo análisis de los registros de mantenimiento anteriores con el objetivo de identificar patrones o tendencias en el SAP. Se examinaron detalles como la frecuencia de fallas, los tiempos de reparación y otros datos relevantes.

Adicionalmente, se implementó un seguimiento regular del mantenimiento realizado en el sistema, registrando minuciosamente cada acción llevada a cabo, así como los resultados obtenidos y cualquier problema o anomalía detectados. Esta documentación proporcionó una visión precisa de las labores de mantenimiento y permitió tomar medidas correctivas de manera oportuna.

Para obtener una perspectiva más amplia, se decidió realizar una encuesta dirigida a los beneficiarios del SAP. El objetivo principal de esta encuesta fue recopilar la opinión de los usuarios acerca de la operación y el mantenimiento del sistema. Con este fin, se desarrolló un cuestionario de 10 preguntas basadas en una escala Likert, las cuales se presentan detalladamente en el anexo 3.

Al recopilar las respuestas de los beneficiarios, se obtuvo información valiosa que complementa los datos técnicos y estadísticos obtenidos del análisis de registros de mantenimiento. Esto ha permitido tener una visión más completa y equilibrada de la situación del SAP.

#### **3.4.5. *Análisis de la gestión administrativa del SAP***

El procedimiento que se ha seguido fue:

**Análisis de la estructura organizativa:** Se analizó la estructura organizativa del SAP, identificando las áreas responsables de la toma de decisiones, los canales de comunicación y coordinación, y los roles y responsabilidades de cada puesto.

**Evaluación de los procesos administrativos:** Se evaluaron los diferentes procesos administrativos involucrados en la gestión del SAP, como la adquisición de materiales y equipos, el mantenimiento y reparación de infraestructuras, la facturación y cobro de servicios, y la gestión de proveedores y contratistas.

**Análisis de la eficiencia y eficacia:** Se analizó la eficiencia y eficacia de los procesos administrativos, identificando posibles brechas y áreas de mejora. Se utilizaron indicadores de desempeño, como el tiempo medio de respuesta a las solicitudes de reparación, el porcentaje de cumplimiento de los contratos de suministro.

**Calificación de la gestión administrativa:** Se calificó utilizando la escala de calificación de la gestión administrativa de (Cieza, J. 2021) en la cual establece un puntaje de 0 puntos a 2.5 puntos, según la gestión cumpla ciertos criterios de evaluación, mismos que, se presentan en el anexo 4.

### **3.5. Tratamiento y análisis de datos**

El tratamiento y análisis de datos de la investigación consistió en recolectar información sobre el SAP de Porcón Bajo, y analizarla para evaluar su calidad y eficiencia.

Inicialmente, se recopiló información sobre el SAP, como la fuente de agua, el proceso de tratamiento, la infraestructura del sistema y la distribución del agua a los hogares. También se obtuvieron datos sobre la calidad del agua suministrada. Una vez recopilados los datos, se procedió al análisis de los mismos. Esto incluyó la revisión de los parámetros de calidad del agua y su comparación con los estándares establecidos por las autoridades reguladoras. Se evaluó la eficiencia del sistema en términos de disponibilidad de agua, continuidad del servicio y presión en las redes de distribución. Además, se realizaron encuestas y

entrevistas a los residentes de Porcón Bajo para obtener su opinión y percepción sobre el SAP. Estos datos cualitativos fueron también analizados y considerados en la evaluación general del sistema.

Una vez analizados todos los datos, se elaboró un informe detallado de los resultados obtenidos. Este informe incluyó recomendaciones para mejorar la calidad y eficiencia del SAP de Porcón Bajo, así como posibles soluciones a los problemas identificados.

## CAPÍTULO IV.

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Presentación, análisis e interpretación de resultados

##### 4.1.1. Caracterizar el centro poblado Porcón Bajo

###### 4.1.1.1. Población

Está compuesto por 178 familias. Según el Censo Nacional 2017 del (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018), la población total del centro poblado es de 712 habitantes, con un 47.19% de hombres y un 52.81% de mujeres. La tasa de crecimiento de Cajamarca, según estudios del INEI, es de -0.3% (2007-2017), lo que refleja una migración hacia otros departamentos. Porcón Bajo también experimenta una tasa de crecimiento negativa debido a la emigración hacia la ciudad de Cajamarca en busca de mejores condiciones de vida. La mayoría de la población está compuesta por niños y personas adultas mayores, mientras que los jóvenes son quienes más tienden a migrar.

#### Tabla 7

*Población en el centro poblado de Porcón Bajo por sexo*

Sexo	Hab.	%
Hombres	336	47.19
Mujeres	376	52.81
Hab.	712	100

Fuente: Censo 2017 (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018).

En la tabla 8, detalla la distribución de habitantes por edad de la ciudad de Chota, integrada por adultos, comprendidos en el grupo de edad de 20 a 39 años que comprende el 33.49% de acuerdo a la información comprendida en el compendio estadístico del INEI (2018).

**Tabla 8***Población en el centro poblado de Porcón Bajo por edad*

Edad	Hab.	%
Menores de 1 año	52	7.30%
De 1 a 9 años	106	14.89%
De 10 a 19 años	102	14.33%
De 20 a 59 años	312	43.82%
De 60 a más años	140	19.66%
Total	712	100.00%

Fuente: Censo 2017 (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018).

**4.1.1.2. Vivienda**

Según el INEI (2018) está constituido por 256 viviendas, de las cuáles el 93.36% están ocupadas según el Censo Nacional 2017.

**Tabla 9***Tipo de Vivienda en el centro poblado de Porcón Bajo*

Tipo de vivienda	Cantidad	%
Casa independiente	178	69.53%
Choza o cabaña	36	14.06%
Vivienda improvisada	26	10.16%
Local no destinado para habitación humana	16	6.25%
Total	256	100.00%

Fuente: Censo 2017 (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018).

Las viviendas del centro poblado de Porcón Bajo tienen paredes de adobe en un 42.19%, tapial en un 41.41%, quincha en un 13.67%, de ladrillo o bloque de cemento en un 2.73%, y otros.

**Tabla 10***Paredes de las Viviendas en el centro poblado de Porcón Bajo*

Pared	Cantidad	%
Adobe	108	42.19%
Tapia	106	41.41%
Quincha	35	13.67%
Ladrillo o bloque de cemento	7	2.73%
Total	256	100.00%

Fuente: Censo 2017 (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018).

**Tabla 11**

*Techos de las Viviendas en el centro poblado de Porcón Bajo*

Tipo de vivienda	Cantidad	%
Tejas	32	12.50%
Planchas de calamina	217	84.77%
Concreto armado	7	2.73%
Total	256	100.00%

Fuente: Censo 2017 (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018).

**Tabla 12**

*Pisos de las Viviendas en el centro poblado de Porcón Bajo*

Tipo de vivienda	Cantidad	%
Tierra	199	77.73%
Madera	52	20.31%
Concreto armado	5	1.95%
Total	256	100.00%

Fuente: Censo 2017 (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018).

**Figura 5**

*Viviendas de adobe en el centro poblado de Porcón Bajo*





#### 4.1.1.3. Servicios básicos

El 69.14% y 15.63% de las viviendas tienen agua de la red pública dentro y fuera de sus edificaciones, respectivamente. Pero el 15.23% se abastecen de agua por fuentes naturales como pozo, manantial o puquio, río o lago u otros. Así mismo, respecto al saneamiento tan solo el 69.53% cuenta con servicios higienicos con biodigestor, mientras que la diferencia tiene letrinas o usan el campo abierto generando contaminación ambiental. En cambio, el servicio de alumbrado eléctrico está presente en el 93.75% de las edificaciones.

**Tabla 13**

##### *Abastecimiento de agua en Porcón Bajo*

Tipo de abastecimiento de agua	Cantidad	%
Red pública dentro de la vivienda	40	15.63%
Red pública fuera de la vivienda	177	69.14%
Río, lado, laguna, otro	39	15.23%
Total	256	100.00%

Fuente: Visita de campo.

**Tabla 14**

##### *Servicios higiénicos en Porcón Bajo*

SS.HH.	Cantidad	%
Pozo séptico o biodigestor	178	69.53%
Letrina	52	20.31%
Campo abierto o al aire libre	26	10.16%
Total	247	96.48%

Fuente: Censo 2017 (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018).

**Tabla 15**

##### *Alumbrado eléctrico en Porcón Bajo*

Alumbrado	Cantidad	%
Sí cuenta con energía eléctrica	240	93.75%
No cuenta con energía eléctrica	16	6.25%
Total	256	100.00%

Fuente: Censo 2017 (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018).

#### 4.1.1.4.Educación

Según la Tabla 16, en el centro poblado de Porcón Bajo hay cinco instituciones educativas, de las cuales dos son de nivel inicial, dos de nivel primario y uno de nivel secundario, todos de carácter público. El número de alumnos por sección en es de aproximadamente 20 estudiantes, 31 alumnos y 21 colegiales para la I.E. inicial, primaria y secundaria Parroquial Cristo Ramos.

**Tabla 16**

*Centros educativos en el centro poblado de Porcón Bajo*

I.E.	Director	Nivel/ modalidad	Alumnos/ sección	Educandos	Pedagogos
82020 Porcón Bajo	Pajares Carranza Sonia Antonieta	Inicial – Jardín	15.67	47	3
Parroquial Cristo Ramos	Esquen Plascencia Carlos	Inicial – Jardín	20.21	62	4
82020 Porcón Bajo	Vasquez Salazar Etelvina	Primaria	14.00	84	7
Parroquial Cristo Ramos	Esquen Plascencia Carlos	Primaria	30.67	184	7
Parroquial Cristo Ramos	Esquen Plascencia Carlos	Secundaria	20.90	209	15

Fuente: (ESCALE, 2024).

**Figura 6**

*Escuela 82020 en la plazuela de Porcón Bajo*



### Figura 7

*Colegio Parroquial Cristo Ramos*



#### 4.1.1.5.Salud

En el centro poblado Porcón Bajo se cuenta con un único puesto de salud pública para atender casos menores de afecciones de salud.

**Tabla 17**

*Establecimientos de salud en Porcón Bajo*

Nombre	Tipo de establecimiento	Clasificación
Posta médica de Porcón Bajo	Público	Puesto de salud

Fuente: Visita de campo.

### Figura 8

*Posta de salud del centro poblado de Porcón Bajo*



#### 4.1.1.6. Iglesias o locales de culto

En el centro poblado Porcón Bajo hay tres iglesias destinadas al culto religioso, siendo las religiones: católica, evangélica y la iglesia del séptimo día.

**Tabla 18**

*Locales de culto en Porcón Bajo*

Iglesia	N° de personas que asisten regularmente
Iglesia católica de Porcón Bajo	246
Iglesia evangélica “Calvario”	128
Iglesia del séptimo día “El Faro”	65

Fuente: Visita de campo.

#### 4.1.1.7. Actividades económicas

a) Actividad agropecuaria

La actividad económica agropecuaria en Porcón Bajo se caracteriza por la cría de ganado vacuno, como vacas y toros, y de animales menores, especialmente cuyes, lo que constituye una fuente importante de ingresos y sustento para la comunidad. La ganadería se enfoca en la producción de carne y leche, siendo esta última utilizada tanto para el consumo local como para la comercialización. Además, la agricultura es una actividad complementaria, con el cultivo de productos tradicionales como papa y maíz, así como el cultivo de forraje para la alimentación del ganado. Estas prácticas agrícolas son típicamente de subsistencia, pero también contribuyen a la economía local mediante la venta de excedentes en mercados cercanos.

**Tabla 19**

*Rumbo de los productos agrícola en Porcón Bajo*

Destino de la mayor producción	Tipos de cultivos	Superficie (ha)
Venta	Papa, maíz, vegetales	58
Autoconsumo	Papa, maíz, vegetales	15
Alimento para animales	Forraje, avena, alfalfa	62

Fuente: Censo 2017 (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018).

#### **4.1.2. Estado actual del SAP del centro poblado Porcón Bajo**

##### **4.1.2.1. Descripción de los componentes**

###### **a) Captaciones**

Hasta la fecha, el SAP cuenta con un total de seis captaciones, numeradas del 2 al 7 bajo el nombre 'Yerba Buena'. La Captación N° 2 está ubicada a 3497.456 msnm, con coordenadas UTM 9218316.403 N y 765950.512 E. Esta captación cuenta con una cámara húmeda de 30 años de antigüedad, que funciona como cámara de reunión para recibir el caudal de la Captación N° 1. Aunque la cámara presenta pocas fisuras, la llave está rota y la tapa sanitaria está en buen estado. Las Captaciones N° 3, 4 y 5 también se encuentran en 'Yerba Buena' a la misma altitud y con coordenadas UTM 9218408.8 N y 765950.5 E. Cada una tiene una cámara húmeda de 30 años con fisuras y poca pintura. Estas captaciones fueron discontinuadas hace aproximadamente 8 años debido a la detección de zarro en sus aguas. La tapa sanitaria está deteriorada y carecen de llaves. Las tuberías y los dados de protección de limpieza y rebose están en mal estado y no funcionan.

Por otro lado, la Captación N° 6 se localiza a 3458.035 msnm, con coordenadas UTM 9218225.302 N y 765826.701 E. Esta captación también cuenta con una cámara húmeda de 30 años de antigüedad, con pocas fisuras y pintura completa. Funciona como cámara de reunión para recibir el caudal de la Captación N° 2. Finalmente, la Captación N° 7 está situada a 3497.459 msnm, con coordenadas UTM 9218225.302 N y 765826.701 E. Al igual que la Captación N° 6, cuenta con una cámara húmeda de 30 años con pocas fisuras y pintura completa, y actúa como cámara de reunión para recibir el caudal de la Captación N° 2.

## Figura 9

*Vista exterior e interior de las captaciones*



### b) Línea de condición

Completamente enterrada, no cuenta con cámara de reunión. La captación N° 8 funciona como tal.

### c) Reservorios

**Reservorio 01:** Ubicado a 3421.456 msnm, con coordenadas UTM 765763.5 E y 9217887.3 N. Construido hace 30 años con alambre y postes de madera, en buen estado (cambiado hace 8 años). La tapa sanitaria de la caja de válvulas está en buen estado (cambiada hace 7 años) y conserva su pintura, aunque la tubería está en mal estado. La tapa del tanque de almacenamiento está en buen estado y completamente pintada. La estructura del reservorio, de forma cilíndrica con 1.50 m de altura y 3.5 m de diámetro, está hecha de concreto armado con protección de rocas en la pared exterior. Cuenta con una escalera metálica en el exterior, una tubería de limpieza y rebose en buen estado. El sistema de cloración, mejorado hace 10 años, está en buen estado y protegido por una estructura metálica.

## Figura 10

### Reservorio N° 1



Fuente: a) Cerco de protección, b) Tapa sanitaria de la caja de válvulas, c) Válvulas, d) escalera metálica del reservorio.

**Reservorio 2:** Ubicado a 3421.456 msnm, con coordenadas UTM 765763.56 E y 9217887.3 N. Construido hace 30 años con alambre y postes de madera, en buen estado, con cercado renovado hace 8 años. La tapa sanitaria del tanque de almacenamiento, la estructura del reservorio y la tubería de limpieza y rebose están en buen estado. No cuenta con tubería de ventilación, accesorios internos ni sistema de cloración. Actualmente, el nivel estático del reservorio no se usa y está abandonado.

## Figura 11

Reservorio N° 2



**Reservorio N° 3:** Ubicado a 3273.237 msnm, con coordenadas UTM 766616.508 E y 9216592.034 N. Posee un cerco de protección en buen estado (renovado hace 8 años) de alambre y postes de madera. Las tapas sanitarias de la caja de válvulas y del tanque de almacenamiento están en buen estado y completamente pintadas. La estructura del reservorio, de concreto armado con dimensiones de 3.80 m x 2.5 m x 2 m, está en buen estado. Las tuberías de limpieza y rebose, así como las válvulas, fueron renovadas hace 8 años y están en buen estado. Su nivel estático alcanza una altura de agua de 1.80 m. El sistema de cloración, cambiado hace 10 años, está en buen estado y protegido por un muro de ladrillos y una puerta metálica.

## Figura 12

Reservorio N° 3





#### d) Línea de aducción y red de distribución

Ubicada a 3348.658 msnm, con coordenadas UTM 765901.567 E y 9217271.931 N. Tiene una tapa sanitaria en buen estado (cambiada hace 8 años) y pintura completa. La válvula flotadora está en mal estado desde hace 6 años y no ha sido reemplazada. La válvula de control está en mal estado, cambiada hace 8 años y tiene sedimentos. No tiene tubo de rebose, retirado hace 8 años. La cámara húmeda está en buen estado, sin grietas.

**Cámara rompe presión tipo 7 “01”:** Posee una tapa sanitaria en buen estado, fue cambiado hace 8 años y su pintura está completa. Su válvula flotadora, está en mal estado, malograda hace 6 años y no se ha vuelto a cambiar. Igualmente, la válvula de control, está en mal estado, cambiado hace 8 años y posee sedimentos, no tiene tubo de rebose fue retirado hace 8 años. Su cámara húmeda está en buen estado, si grietas.

#### Figura 13

*Vista exterior e interior de la CRP tipo 7 “01”*



**Cámara rompe presión tipo 7 “02”:** Ubicada a 3217.549 msnm, con coordenadas UTM 767103.603 E y 9215790.309 N. Tiene una tapa sanitaria en buen estado (cambiada hace 8 años). No cuenta con válvula flotadora (malograda hace 5 años y no reemplazada). La válvula de control está en buen estado,

cambiada hace 8 años y tiene sedimentos. No tiene tubo de rebose, retirado hace 8 años. La cámara húmeda está en buen estado, sin grietas.

### Figura 14

*Vista exterior e interior de la CRP tipo 7 "02"*



**Cámara rompe presión tipo 7 "03":** Ubicada a 3177.301 msnm, con coordenadas UTM 767338.945 E y 9215460.096 N. Tiene una tapa sanitaria en buen estado (cambiada hace 8 años). Cuenta con una válvula flotadora, válvula de control, tubo de rebose, tubo de desagüe y limpieza, y cámara húmeda en buen estado y en funcionamiento.

### Figura 15

*Vista exterior e interior de la CRP tipo 7 "03"*



#### 4.1.2.2. Rasgos patológicos de los componentes

##### a) Captación

Las capacitaciones en uso actualmente del SAP del centro poblado Porcón Bajo presenta un grado de afección muy bajo en general. El muro izquierdo tiene un 6.25% de su área total afectada por presencia de vegetación. El muro derecho tiene un 2.78% de su área afectada también por vegetación. La losa de fondo no presenta ningún tipo de patología.

**Tabla 20**

*Registro patológico en el concreto y/o acero en la captación*

<b>Patología/Estructura</b>	<b>Muro izquierdo</b>	<b>Muro derecho</b>	<b>Losa de fondo</b>
Humedad por filtración	0	0	0
Variación de color	0	0	0
Fisuras y grietas	0	0	0
Erosión abrasi3n	0	0	0
Fracturas por asentamiento	0	0	0
Descamaci3n mecánica	0	0	0
Eflorescencia lixiviaci3n	0	0	0
Ataques por sulfatos	0	0	0
Corrosi3n	0	0	0
Colonizaci3n	0	0	0
Presencia de vegetaci3n	0.045	0.02	0
<b>Área total afectada (m<sup>2</sup>)</b>	<b>0.045</b>	<b>0.02</b>	<b>0</b>
<b>Área total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>0.72</b>	<b>0.72</b>	<b>0.64</b>
<b>Total, área afectada (%)</b>	<b>6.25</b>	<b>2.78</b>	<b>0</b>
<b>Grado de afecci3n</b>	<b>Muy baja</b>	<b>Muy baja</b>	<b>Ninguna</b>

##### b) Reservorios

Los tres reservorios del sistema muestran diferentes grados de afecci3n: El Reservorio 1 tiene un grado de afecci3n muy bajo, con un 4.9% de su área total afectada principalmente por humedad por filtraci3n (3.4%) y presencia de vegetaci3n (0.6%). El Reservorio 2 presenta un grado de afecci3n moderado, con

un 16.4% del área total afectada. Las principales patologías son humedad por filtración (10.9%), variación de color (2.4%) y fisuras y grietas (1.8%). El Reservorio 3 tiene un grado de afección muy bajo, con solo un 3.02% de su área afectada por humedad por filtración (2.4%) y variación de color (0.6%)

**Tabla 21**

*Registro patológico en el concreto y/o acero de los reservorios*

<b>Patología/Estructura</b>	<b>Reservorio 1</b>	<b>Reservorio 2</b>	<b>Reservorio 3</b>
Humedad por filtración	0.56	0.9	0.30
Variación de color	0	0.2	0.08
Fisuras y grietas	0.15	0.15	0
Erosión abrasi3n	0	0	0
Fracturas por asentamiento	0	0	0
Descamaci3n mecánica	0	0	0
Eflorescencia lixiviaci3n	0	0	0
Ataques por sulfatos	0	0	0
Corrosi3n	0	0	0
Colonizaci3n	0	0	0
Presencia de vegetaci3n	0.1	0,1	0
<b>Área total afectada (m<sup>2</sup>)</b>	<b>0.81</b>	<b>1.35</b>	<b>0.38</b>
<b>Área total (m2)</b>	<b>16.49</b>	<b>8.25</b>	<b>12.6</b>
<b>Total, área afectada (%)</b>	<b>4.9</b>	<b>16.4</b>	<b>3.02</b>
<b>Grado de afecci3n</b>	<b>Muy baja</b>	<b>Moderada</b>	<b>Muy baja</b>

### c) Cámara rompe presi3n (CRP)

Las tres CRP presentan un grado de afecci3n muy bajo: La CRP del Reservorio 1 tiene el mayor porcentaje de área afectada con un 9.7%, principalmente por humedad por filtraci3n (6.9%) y fisuras y grietas (2.8%). La CRP del Reservorio 2 tiene un 6.94% de su área afectada, con humedad por filtraci3n (4.2%) y fisuras y grietas (2.8%). La CRP del Reservorio 3 es la que presenta menor afecci3n, con solo un 1.39% de su área total afectada por humedad por filtraci3n (1.4%).

**Tabla 22***Registro patológico en el concreto y/o acero de las Cámaras Rompe Presión*

<b>Patología/Estructura</b>	<b>CRP1</b>	<b>CRP2</b>	<b>CRP3</b>
Humedad por filtración	0.05	0.03	0.01
Variación de color	0	0	0
Fisuras y grietas	0.02	0.02	0
Erosión abrasi3n	0	0	0
Fracturas por asentamiento	0	0	0
Descamaci3n mecánica	0	0	0
Eflorescencia lixiviaci3n	0	0	0
Ataques por sulfatos	0	0	0
Corrosi3n	0	0	0
Colonizaci3n	0	0	0
Presencia de vegetaci3n	0	0	0
<b>Área total afectada (m<sup>2</sup>)</b>	0.07	0.05	0.01
<b>Área total (m2)</b>	0.72	0.72	0.72
<b>Total, área afectada (%)</b>	9.7	6.94	1.39
<b>Grado de afecci3n</b>	Muy baja	Muy baja	Muy baja

#### **4.1.3. Cantidad y calidad del agua en el SAP Porc3n Bajo**

##### **4.1.3.1. Aforo en captaciones**

Se realiz3 el aforo en las captaciones en la 3poca de estiaje y de lluvia registrando caudales promedio de 0.88, 0.11 y 0.17 l/s para la captaci3n 2, 6 y 7, respectivamente, durante la 3poca de estiaje; y caudales promedio de 0.18, 0.21 y 0.28 l/s para la captaci3n 2, 6 y 7, respectivamente, durante la 3poca de lluvia.

**Tabla 23***Caudales de aforo en captaciones*

<b>Captaci3n</b>	<b>Caudal en 3poca de estiaje (l/s)</b>	<b>Caudal en 3poca de lluvia (l/s)</b>
2	0.08	0.18
6	0.11	0.21
7	0.17	0.28

#### 4.1.3.2. Aforo en reservorio

Se realizó el aforo en el reservorio en la época de estiaje y de lluvia registrando caudales promedio de 0.26 y 0.57 l/s, respectivamente.

**Tabla 24**

*Caudales de aforo en el reservorio*

	Caudal en época de estiaje (l/s)	Caudal en época de lluvia (l/s)
Reservorio	0.26	0.57

#### 4.1.3.3. Cloración y pH del agua

##### a) Muestra 01:

Esta muestra se recolectó cerca del reservorio 01 (Figura 16). Los datos indican que la muestra no presenta cloro residual, ya que el agua no se tornó de ningún color durante la prueba de cloración. Esto sugiere que el valor de cloro residual es menor a 0.2 ppm, lo que implica que la desinfección del agua es insuficiente. La ausencia de cloro residual significa que no hay protección continua contra posibles contaminaciones microbiológicas, lo cual es preocupante y requiere una revisión inmediata del proceso de cloración para asegurar que se mantenga un nivel adecuado de cloro en el agua distribuida.

Por otro lado, el pH de la muestra se tornó de color amarillo, indicando un valor de 6.8 unidades de pH. Este resultado coincide con los valores obtenidos en el informe fisicoquímico y bacteriológico de SEDACAJ (ANEXO 6), confirmando que el pH del agua se encuentra dentro del rango permitido por los LMP establecidos por el DS N° 031-2010-SA para aguas de consumo humano. Un pH de 6.8 es ligeramente ácido, pero está dentro del rango aceptable para asegurar la potabilidad del agua y su compatibilidad con los sistemas de distribución y los usuarios finales.

## Figura 16

### *Medición de cloro residual y pH en la Muestra 01*



#### **b) Muestra 02**

Esta muestra fue recolectada en una vivienda intermedia (Figura 17), los resultados indican que la muestra no presenta cloro residual, ya que el agua no cambió de color durante la prueba de cloración, sugiriendo un valor de cloro residual menor a 0.2 ppm. Esta situación señala que la desinfección del agua es insuficiente en esta ubicación.

Por otro lado, el pH de la muestra se tornó amarillo durante la prueba, indicando un valor de pH de 6.8 unidades. Este resultado coincide con los valores reportados en el informe fisicoquímico y bacteriológico de SEDACAJ (ANEXO 6), confirmando que el pH del agua se encuentra dentro del rango permitido por los LMP establecidos por el DS N° 031-2010-SA para aguas destinadas al consumo humano. Aunque ligeramente ácido, un pH de 6.8 está dentro del rango aceptable para garantizar la potabilidad del agua y su compatibilidad con los sistemas de distribución y los usuarios finales.

## Figura 17

### Medición de cloro residual y pH en la Muestra 02



#### c) Muestra 03:

La tercera muestra fue recolectada en la última vivienda, como se muestra en la Figura 18. Al igual que en las muestras anteriores, los resultados indican que no hay presencia de cloro residual en el agua, ya que no se observó cambio de color durante la prueba de cloración, sugiriendo un nivel de cloro residual por debajo de 0.2 ppm.

En cuanto al pH, la muestra presentó un color amarillo durante la prueba, indicando un valor de pH de 6.8 unidades. Este resultado concuerda con los parámetros establecidos en el informe fisicoquímico y bacteriológico de SEDACAJ (ANEXO 6), confirmando que el pH del agua está dentro del rango permitido por los LMP para aguas destinadas al consumo humano. Aunque ligeramente ácido, un pH de 6.8 sigue siendo aceptable para garantizar la potabilidad del agua y su compatibilidad con los sistemas de distribución y los usuarios finales.



## Figura 18

*Medición de cloro residual y pH en la Muestra 03*



### 4.1.3.4. Calidad del agua

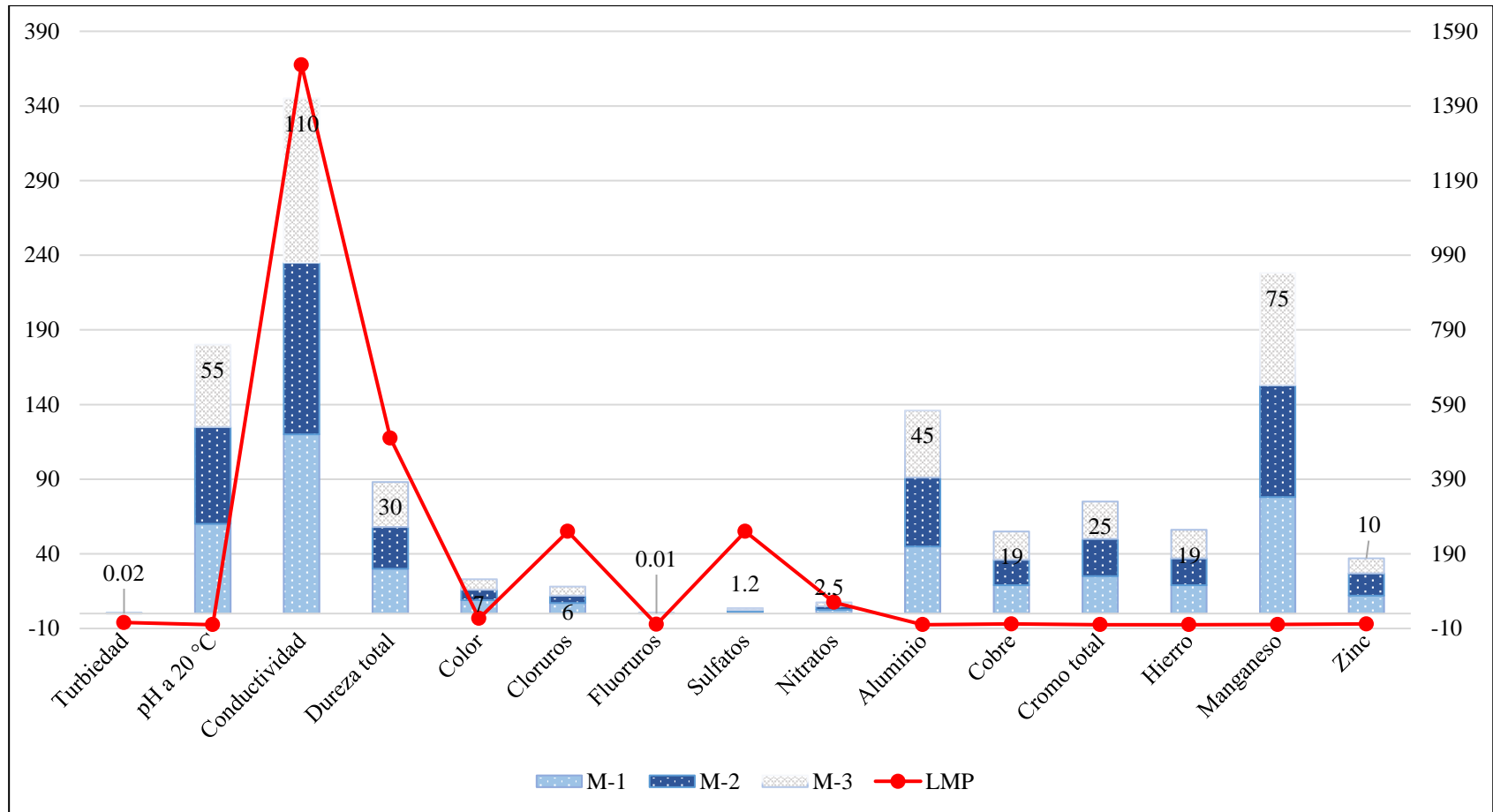
Se realizó el análisis fisicoquímico de las muestras de agua y se comparó con los LMP establecidos por el DS N° 031-2010-SA para aguas destinadas al consumo humano. Como se observa en la Figura 19 las muestras analizadas tienen resultados favorables en cuanto a los parámetros fisicoquímicos evaluados en comparación con los LMP. Todas las muestras presentan una turbiedad extremadamente baja (0.02-0.03 UNT), un pH dentro del rango aceptable (5.5-6.5), y una conductividad muy por debajo del LMP (110-120 uS/cm). Además, la dureza total (28-30 mg/L) y el color (7-9 UCV) están considerablemente por debajo de sus respectivos LMP (500 mg/L y 17 UCV). Los niveles de cloruros (5-7 mg/L) también son bajos, cumpliendo con el estándar de 250 mg/L, al igual que los otros parámetros, todos dentro de los límites permitidos.

**Tabla 25***Análisis de la calidad del agua*

<b>Calidad del agua</b>	<b>Unidad</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>LMP</b>
<b>Parámetros fisicoquímicos</b>					
Turbiedad	UNT	0.03	0.03	0.02	6
pH a 20 °C	-	60	65	55	6.5 - 8.5
Conductividad	uS/cm	120	115	110	1500
Dureza total	Mg/L	30	28	30	500
Color	UCV	9	7	7	17
Zinc	mg/L	12	15	10	2
Manganeso	mg/L	78	75	75	0.45
Cloruros	mg/L	7	5	6	250
Hierro	mg/L	19	18	19	0.25
Cromo total	mg/L	25	25	25	0.05
Fluoruros	mg/L	0.01	0.01	0.01	1
Cobre	mg/L	19	17	19	2
Sulfatos	mg/L	1.2	1.2	1.2	250
Aluminio	mg/L	45	46	45	0.2
Nitratos	mg/L	2.5	2.5	2.5	60
<b>Análisis bacteriológico</b>					
Coliformes totales	MM/100 mL	0	0	0	0
Coliformes termotolerantes	MM/100 mL	0	0	0	0

**Figura 19**

*Parámetros fisicoquímicos vs LMP*



#### 4.1.4. Evaluación hidráulica del SAP del centro poblado Porcón Bajo

##### 4.1.4.1. Captación

El análisis de la captación se centra en calcular el volumen húmedo necesario para la cámara húmeda a fin de compararlo con las dimensiones existentes. Para ello, se planteó el análisis con un caudal máximo diario de 0.52 l/s, con el que se obtuvo un volumen húmedo de 0.124 m<sup>3</sup> y un volumen de cámara húmeda de 0.336 m<sup>3</sup>.

$$\text{Volumen Humedo} = 0.52 \frac{l}{s} \times (4min) \times 60s$$

$$\text{Volumen Humedo} = 124.8 l$$

$$\text{Volumen Humedo} = 0.124 m^3$$

$$\text{Volumen de camara humeda} = (0.8m \times 0.6m \times 0.7)$$

$$\text{Volumen de camara humeda} = 0.336 m^3$$

##### 4.1.4.2. Línea de conducción

Se calcularon los diámetros de tubería necesarios para asegurar un flujo adecuado. El diámetro recomendado para la tubería, con base en los cálculos de velocidad y caudal, se encuentra entre 14.86 mm y 33.22 mm. La tubería instalada tiene un diámetro interno de 1 pulgada (29.4 mm), lo que se encuentra dentro del rango calculado, indicando que la elección del diámetro de la tubería es adecuada para las condiciones hidráulicas del sistema.

$$D = \sqrt{\frac{4Qmd}{\pi V}}$$

**Tabla 26**

*Diámetro de tubería de conducción de acuerdo a la velocidad del agua*

	Velocidad (m/s)	Diámetro (mm)
Mínimo	0.6	14.86
Máximo	3.0	33.22

Diámetro de conducción en campo de 1" (29.4 mm interno)

Entonces está dentro del rango de diámetro mínimo y máximo

#### 4.1.4.3. Reservorio

##### a) Caudal medio

Según los valores registrados de los descensos medidos, y aplicando la siguiente ecuación se obtiene el caudal medio es:

$$Q_m = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_n}{n}$$

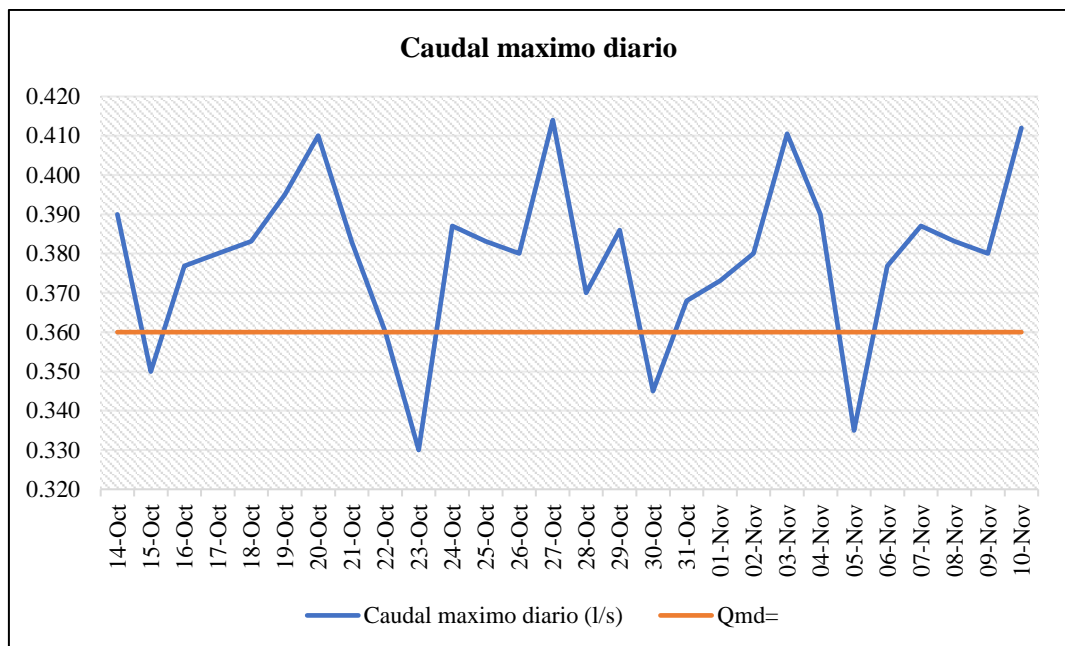
$$Q_m = 0.361 \text{ L/s}$$

##### b) Caudal máximo diario

Los datos obtenidos del registro del descenso de nivel se ilustran en la figura 20, lo que permite identificar el caudal máximo diario (Qmd), definido como el valor más alto registrado entre todos los días analizados.

**Figura 20**

*Caudal máximo diario*



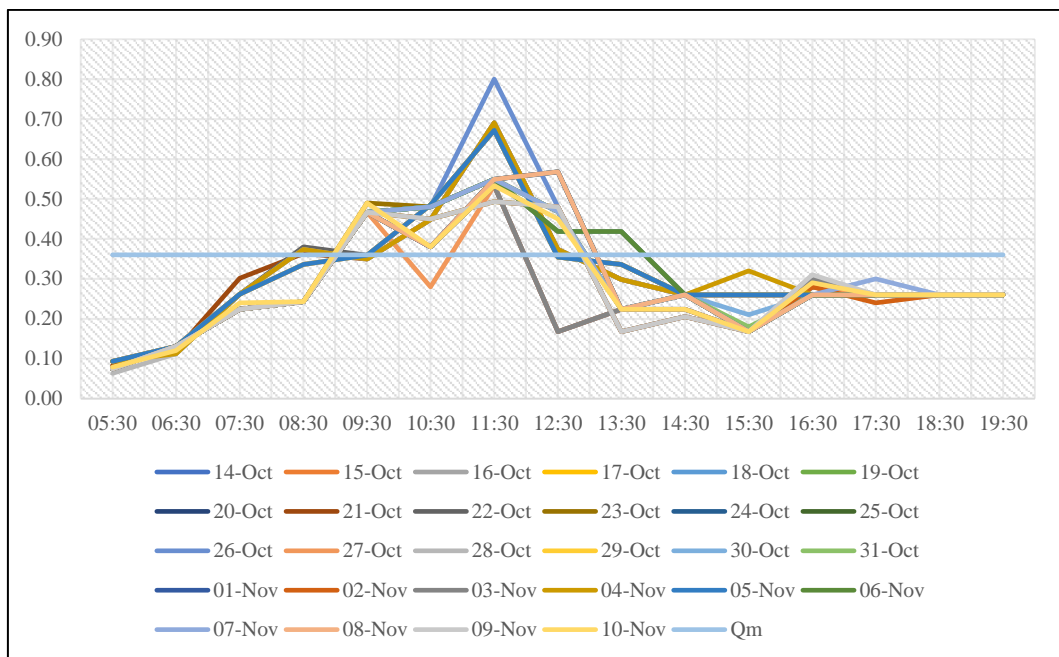
“El día domingo como día de máximo consumo, el valor del caudal máximo diario es”: (Qmd = 0.41 L/s)

**c) Caudal máximo horario**

Los valores obtenidos de la toma de datos del descenso de nivel, es representada en la figura 21, esto nos permite determinar el caudal máximo horario (Qmh), definido como el máximo valor de una hora de consumo durante todo el día.

**Figura 21**

*Caudal máximo horario*



“La hora de máximo consumo, de 10:30 am – 11:30 am. El valor del caudal máximo horario es”: (Qmh = 0.80 L/s).

**d) Coeficientes de variación**

Aplicando la siguiente ecuación se obtiene el coeficiente de variación diaria:

$$K1 = \frac{Qmd}{Qm}$$

$$K1 = 1.13$$

Aplicando la siguiente ecuación se obtiene el coeficiente de variación horaria:

$$K1 = \frac{Qmh}{Qm}$$

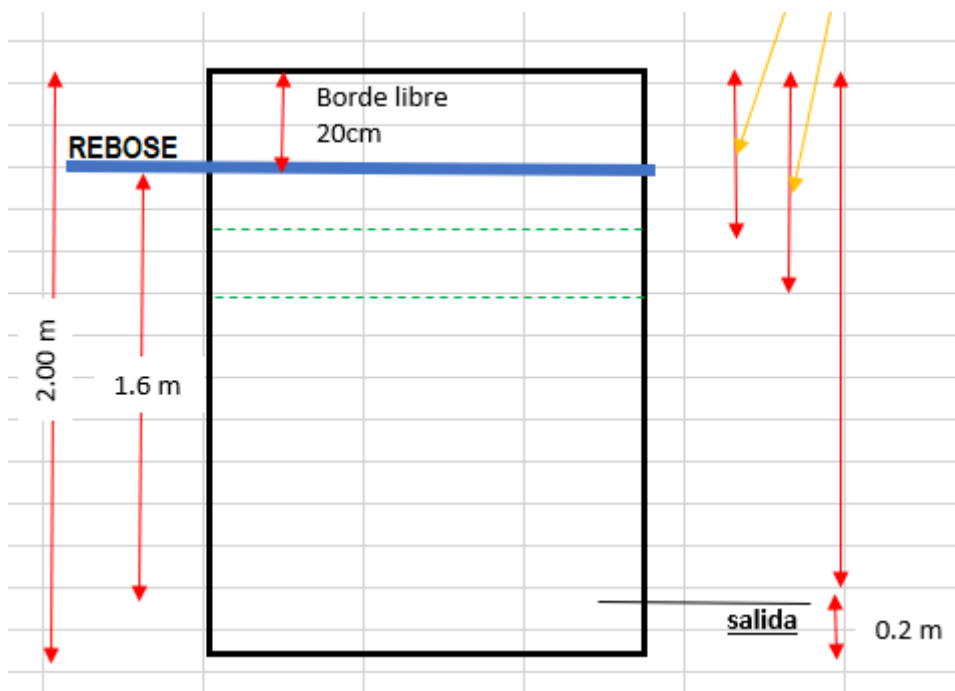
$$K1 = 2.22$$

### e) Dimensionamiento del reservorio

El volumen del reservorio se dimensionó con base en el caudal máximo diario calculado de 0.41 l/s, resultando en un volumen de regulación de 11.11 m<sup>3</sup>. Sin embargo, el volumen del reservorio construido es de 10.75 m<sup>3</sup>, lo que indica que hay una discrepancia, y el reservorio actual es más pequeño de lo requerido. Esta diferencia sugiere un posible sub dimensionamiento, lo que podría afectar la capacidad de almacenamiento para satisfacer las demandas en picos de consumo o durante periodos de interrupción en el suministro.

**Figura 20**

*Dimensiones del reservorio del SAP Porcón Bajo*



### f) Diagrama de masas para la evaluación real del reservorio

La primera gráfica muestra el comportamiento del caudal máximo diario, para este análisis se eligió el día con mayor consumo, en la tabla 28 se muestra los resultados del aporte acumulado y consumo acumulado.

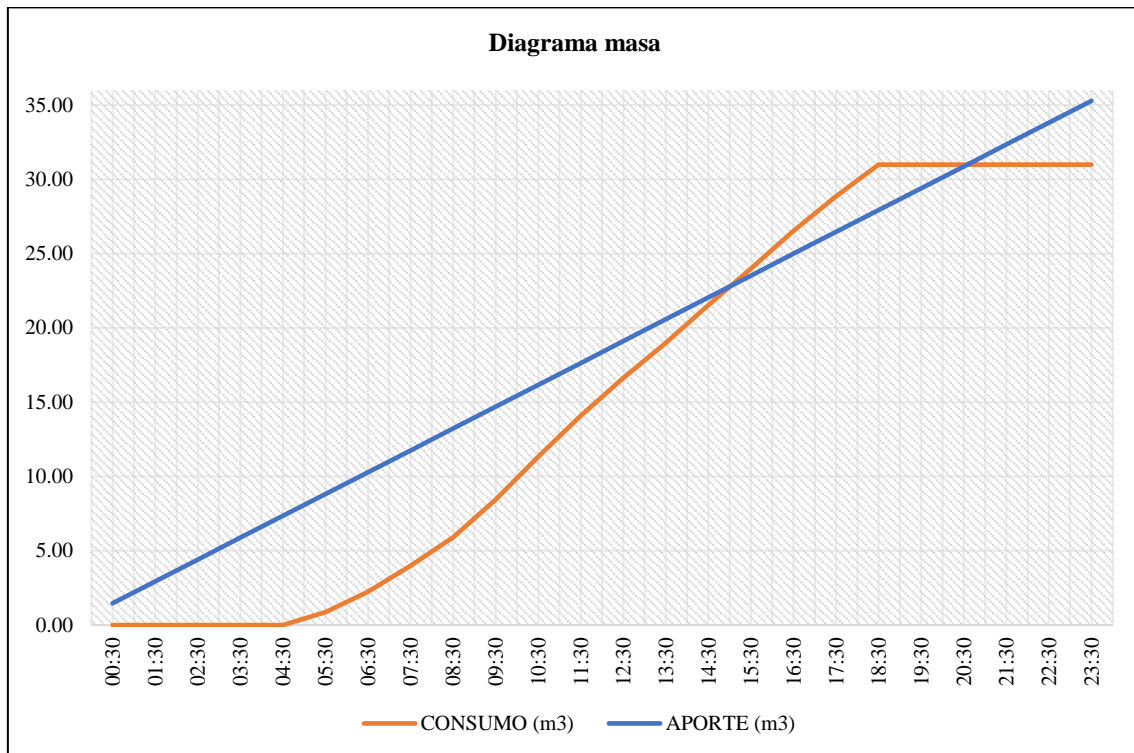
**Tabla 28***Variaciones horarias del día máximo consumo (Domingo 27/10/2024)*

TIEMPO	APORTE (m3)			CONSUMO (m3)			Variación
	%	Parcial	Acumulado	%	Parcial	Acumulado	
00:30	4.167	1.47	1.47	0.00	0	0.00	1.47
01:30	4.167	1.47	2.94	0.00	0	0.00	2.94
02:30	4.167	1.47	4.41	0.00	0	0.00	4.41
03:30	4.167	1.47	5.88	0.00	0	0.00	5.88
04:30	4.167	1.47	7.35	0.00	0	0.00	7.35
05:30	4.167	1.47	8.82	3.95	0.87	0.87	7.95
06:30	4.167	1.47	10.29	6.21	1.37	2.24	8.05
07:30	4.167	1.47	11.76	7.98	1.76	4.00	7.76
08:30	4.167	1.47	13.23	8.66	1.91	5.91	7.32
09:30	4.167	1.47	14.70	11.56	2.55	8.46	6.24
10:30	4.167	1.47	16.17	13.06	2.88	11.34	4.83
11:30	4.167	1.47	17.64	12.52	2.76	14.10	3.54
12:30	4.167	1.47	19.11	11.52	2.54	16.64	2.47
13:30	4.167	1.47	20.58	10.66	2.35	18.99	1.59
14:30	4.167	1.47	22.05	11.52	2.54	21.53	0.52
15:30	4.167	1.47	23.52	11.11	2.45	23.98	-0.46
16:30	4.167	1.47	24.99	11.52	2.54	26.52	-1.53
17:30	4.167	1.47	26.46	10.61	2.34	28.86	-2.40
18:30	4.167	1.47	27.93	9.66	2.13	30.99	-3.06
19:30	4.167	1.47	29.40	0.00	0.00	30.99	-1.59
20:30	4.167	1.47	30.87	0.00	0.00	30.99	-0.12
21:30	4.167	1.47	32.34	0.00	0.00	30.99	1.35
22:30	4.167	1.47	33.81	0.00	0.00	30.99	2.82
23:30	4.167	1.47	35.28	0.00	0.00	30.99	4.29
TOTAL	100	35.28					
Volumen de Equilibrio							<b>11.11 m<sup>3</sup></b>



**Figura 21**

*Diagrama de masa de variaciones horarias*



**Volumen de reservorio real: 10.75 m<sup>3</sup>**

**Volumen de regulación: 11.11 m<sup>3</sup>**

Porcentaje de regulación:

$$\%Regulacion = Vr * \frac{100}{35.28}$$

$$\%Regulacion = 11.11 * \frac{100}{35.28}$$

$$\%Regulacion = 31\%$$

#### 4.1.4.4.Línea de aducción

Para el diseño de la línea de aducción, se mostró un caudal máximo horario de 0.73 l/s. Se establecieron los diámetros mínimos y máximos requeridos, oscilando entre 17.60 mm y 39.36 mm para mantener una velocidad de flujo adecuada. La tubería instalada, con un diámetro de 1 pulgada (29.4 mm), se encuentra dentro de este rango, lo que indica que su selección es apropiada para el caudal y la velocidad consideradas.

$$D = \sqrt{\frac{4Qmd}{\pi V}}$$

**Tabla 27**

*Diámetro de tubería de aducción de acuerdo a la velocidad del agua*

	Velocidad (m/s)	Diámetro (mm)
Mínimo	0.6	17.60
Máximo	3.0	39.36

Diámetro de conducción en campo de 1" (29.4 mm interno)

Entonces está dentro del rango de diámetro mínimo y máximo

#### 4.1.4.5.Presión de servicio

##### **Modelamiento en EPANET**

El modelamiento en EPANET se llevó a cabo mediante la recopilación de coordenadas UTM y cotas altimétricas. Para ello, se utilizó un GPS para obtener los puntos específicos de la red de distribución y las ubicaciones de las tuberías, teniendo en cuenta los reservorios que abastecen el sistema.

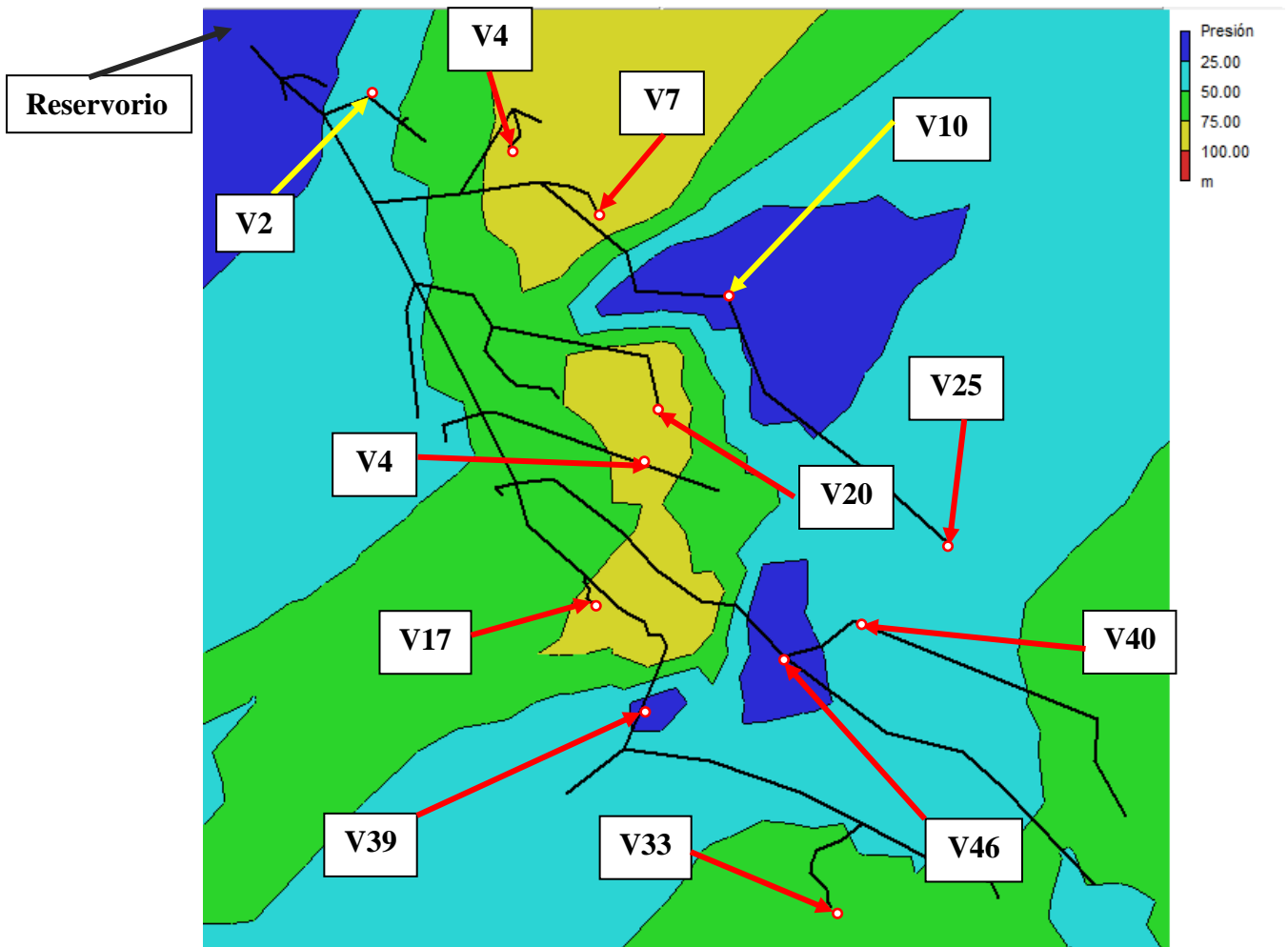
En la presente se muestra el mapa de presiones resultante. En este mapa, se puede observar que las presiones críticas están representadas en color azul, indicando valores inferiores a 25 mca (metros de columna de agua), mientras que las zonas con

presiones mayores a 100 mca están marcadas en color rojo, no obstante, son inexistentes en este sistema de abastecimiento de agua. Estas presiones fueron medidas en diversas viviendas, considerando los puntos más críticos para asegurar una adecuada evaluación del sistema.

El análisis revela que las áreas de menor presión, mostradas en azul, pueden representar un riesgo para el abastecimiento adecuado de agua, mientras que las zonas de mayor presión, en rojo, podrían indicar una sobrepresión que puede afectar la infraestructura de la red. Este modelo fue esencial para identificar y solucionar problemas en la red de distribución, garantizando un suministro de agua eficiente y seguro para todos los usuarios.

**Figura 22**

*Mapa de presiones*



## **Presiones tomadas con manómetro Vs Presiones en EPANET**

Se realizó la medida de las presiones en las zonas críticas con un manómetro, es decir donde los valores fueron inferiores a 25 mca (metros de columna de agua), y en las zonas con presiones mayores a 100 mca. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 28 en donde se puede observar que las presiones medidas con manómetro y las presiones simuladas en EPANET no se asemejan y presentan una considerable diferencia entre sus valores. Esta discrepancia se debe a que en EPANET un nodo se considera como un conjunto de puntos (viviendas) y, al medir en campo, existen muchas variaciones de cotas, lo que provoca diferencias en los datos obtenidos con el manómetro.

En la vivienda V10, el modelamiento en EPANET indicó una presión de 81.84 mca, mientras que la medición con el manómetro arrojó un valor de 64.26 mca. Esta diferencia significativa sugiere que no es necesario construir una CRP para esa vivienda, ya que el valor real medido es considerablemente menor al estimado por el modelo.

En general, el modelamiento en EPANET tiende a proporcionar valores más altos en comparación con las mediciones reales. Esto puede ser atribuido a la simplificación y generalización del modelo, que no siempre captura todas las variaciones y pérdidas de presión que ocurren en un sistema real. Sin embargo, la tendencia general de las presiones a lo largo de la red sigue siendo coherente entre ambos métodos, lo que confirma la utilidad del modelamiento para identificar áreas problemáticas y planificar mejoras en la red de distribución de agua.

**Tabla 28***Presiones con manómetro Vs EPANET*

Vivienda	Presiones con manómetro		Presiones en Epanet	
	Presión (BAR)	Presión (mca)	Presión (BAR)	Presión (mca)
V2	1.16	13.12	1.65	16.86
V4	2.01	22.2	2.54	25.94
V7	5.2	55.9	5.63	57.43
V10	7.3	79.26	8.02	81.84
V14	9.1	92.62	9.55	97.38
V17	3.7	37.54	3.91	39.9
V20	6.2	65.04	6.70	68.39
V25	4.3	47.66	4.56	46.48
V33	6.8	67.16	7.13	72.74
V39	5.1	57.82	5.91	60.28
V40	5.7	58.14	6.27	63.92
V46	5.3	54.06	5.67	57.8

**Tabla 29***Tramos con presiones y velocidades y posible solución*

Tramos	Presión (mca)	Condición(m/s)	Solución	Velocidad (m/s)	Condición	Solución
N1-V2	<b>16.86</b>	Bajo	Instalar tanque elevado	<b>0.12</b>	Bajo	Tuberías de Mayor Diámetro
V2-V3	<b>22.45</b>	Bajo	Instalar tanque elevado	0.34	Normal	-
V3-V4	25.94	Normal	-	0.54	Normal	-
N6-V9	<b>87.06</b>	Exceso	Colocar una CRP	0.67	Normal	-
N6-V10	<b>81.84</b>	Exceso	Colocar una CRP	0.65	Normal	-
N17-V23	<b>96.81</b>	Exceso	Colocar una CRP	0.75	Normal	-
N42-V26	37.74	Exceso	Colocar una CRP	0.54	Normal	-
N35-V33	46.48	Normal	-	0.45	Normal	-
N37-V39	72.74	Normal	-	0.42	Normal	-
N41-V40	60.28	Normal	-	<b>0.24</b>	Bajo	Tuberías de Mayor Diámetro
N45-V46	63.92	Normal	-	0.31	Normal	-

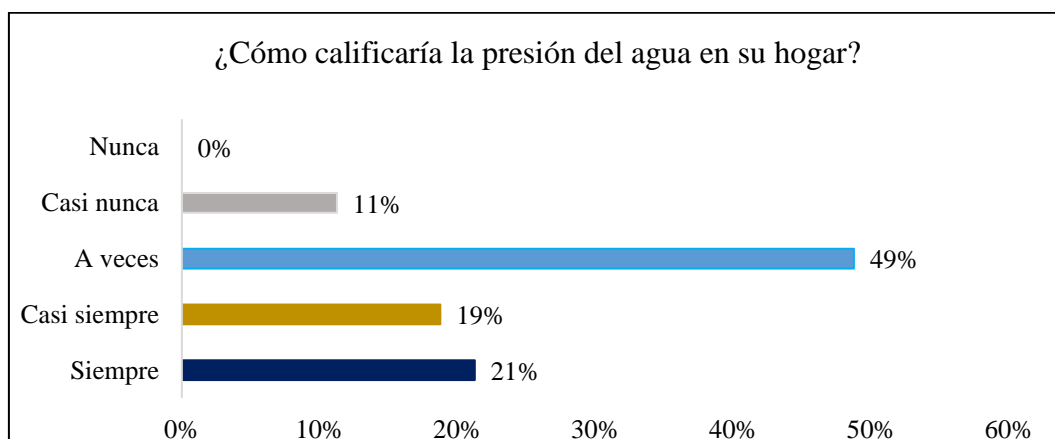
#### 4.1.5. Operación y mantenimiento del SAP del centro poblado Porcón Bajo

##### a) Operación y funcionamiento del sistema

Referente a la presión del agua en sus hogares, la Figura 23 revela que el 49% de los encuestados experimenta adecuada presión del agua a veces, el 21% siempre y el 11% casi nunca. En cuanto a problemas con tuberías o conexiones, la Figura 24 indica que el 78% casi nunca ha enfrentado tales problemas, el 19% a veces y el 3% siempre.

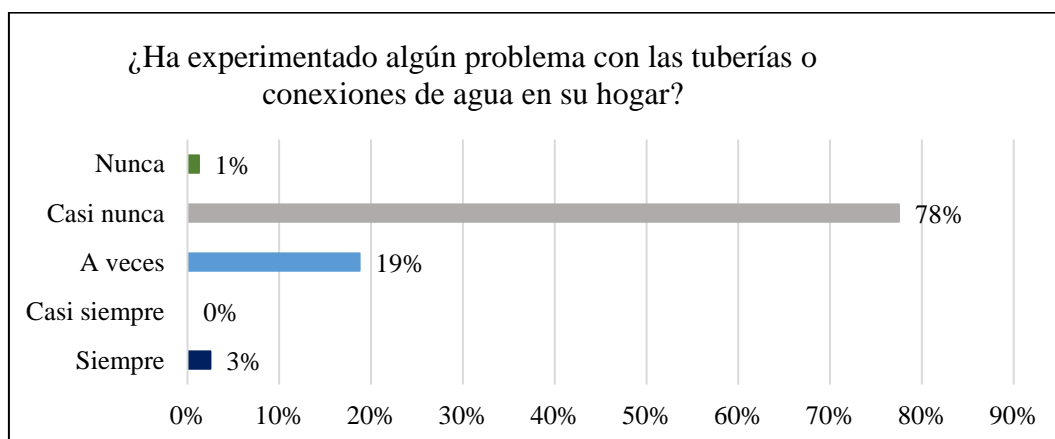
**Figura 23**

*¿Cómo calificaría la presión del agua en su hogar?*



**Figura 24**

*¿Ha experimentado algún problema con las tuberías o conexiones de agua en su hogar?*

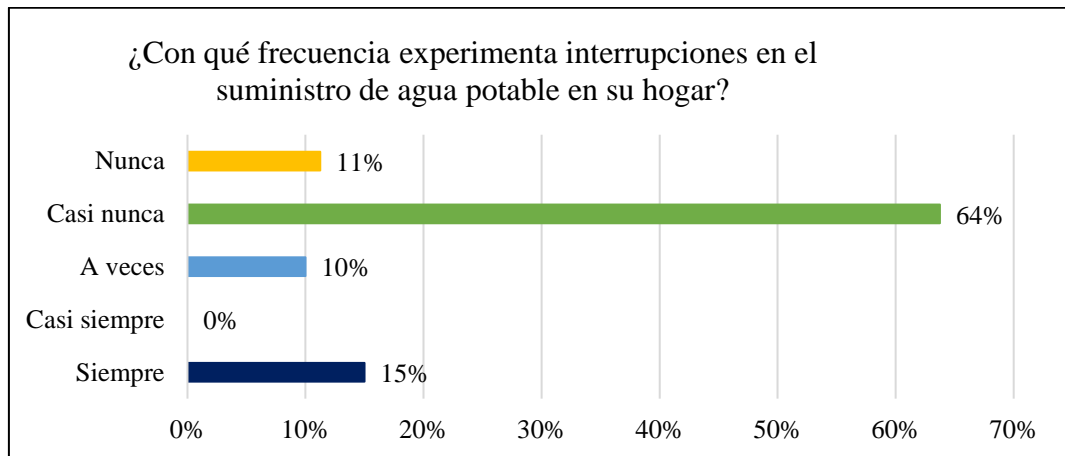


## b) Calidad y continuidad del SAP

En términos de continuidad en el suministro de agua, la Figura 25 muestra que el 64% de los usuarios casi nunca ha experimentado interrupciones significativas, el 15% siempre y el 11% nunca. Respecto a la satisfacción con la calidad y cantidad del agua potable suministrada, la Figura 26 señala que el 46% siempre está satisfecho, el 33% casi siempre y el 14% a veces.

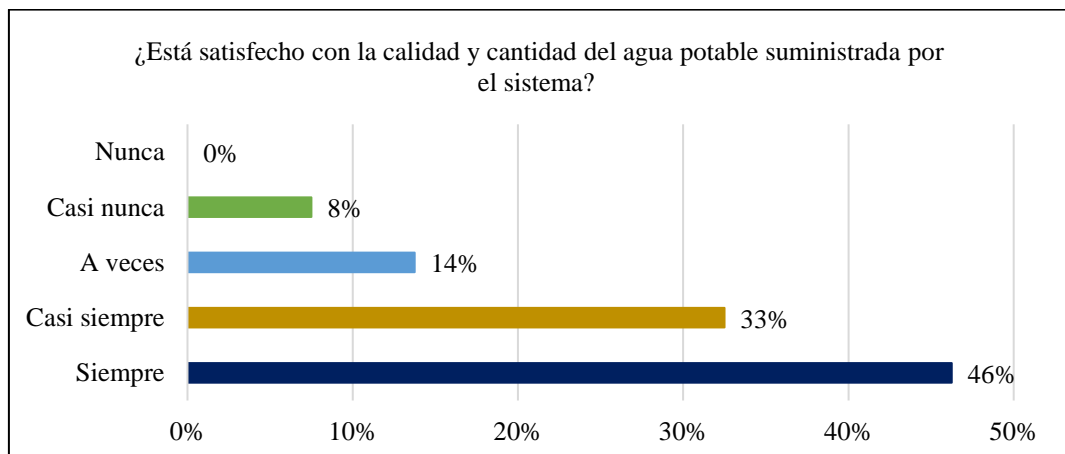
**Figura 25**

*¿Con qué frecuencia experimenta interrupciones en el suministro de agua potable en su hogar?*



**Figura 26**

*¿Está satisfecho con la calidad y cantidad del agua potable suministrada por el sistema?*

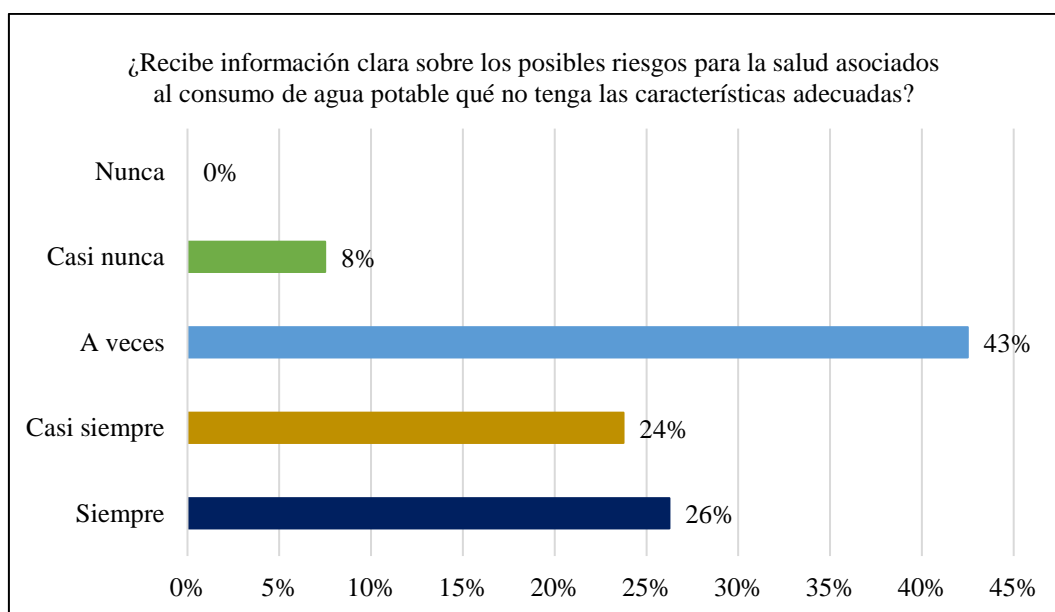




Así mismo, en cuanto a la información sobre riesgos para la salud asociados al agua potable, la Figura 27 muestra que el 43% de los usuarios a veces recibe información clara al respecto, el 24% casi siempre y el 26% nunca.

**Figura 27**

*¿Recibe información clara sobre los posibles riesgos para la salud asociados al consumo de agua potable que no tenga las características adecuadas?*



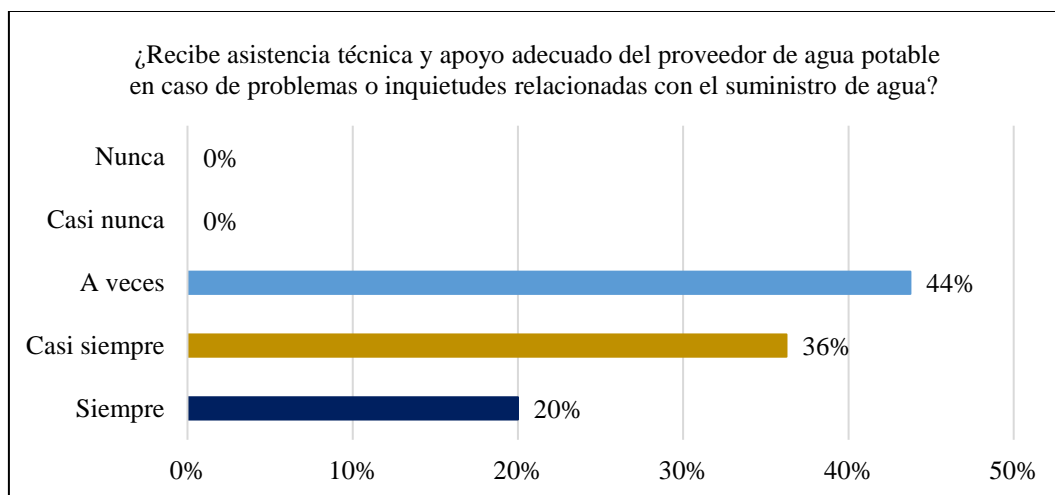
### c) Monitoreo y control

El monitoreo y control en el SAP de Porcón Bajo se realiza mediante inspecciones regulares de las captaciones de agua. También se llevan a cabo inspecciones de infraestructuras para detectar y reparar fugas o daños, asegurando así un suministro continuo y de calidad para la comunidad por parte de los encargados de la JASS.

En cuanto al soporte técnico del proveedor de agua, la Figura 28 indica que el 44% a veces recibe asistencia adecuada, el 33% casi siempre y el 20% siempre.

**Figura 28**

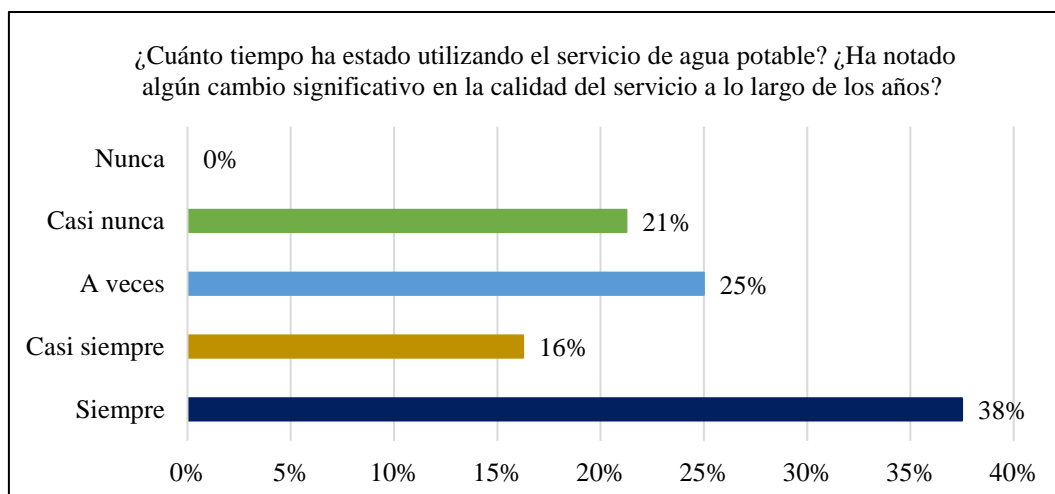
*¿Recibe asistencia técnica y apoyo adecuado del proveedor de agua potable en caso de problemas o inquietudes relacionadas con el suministro de agua?*



En relación con la evolución del servicio a lo largo del tiempo, la Figura 29 muestra que el 38% de los usuarios siempre ha notado mejoras significativas, el 25% a veces y el 21% casi nunca. Respecto a mejoras recientes en el sistema, la Figura 30 indica que el 43% a veces las ha notado, el 24% casi siempre y el 8% casi nunca.

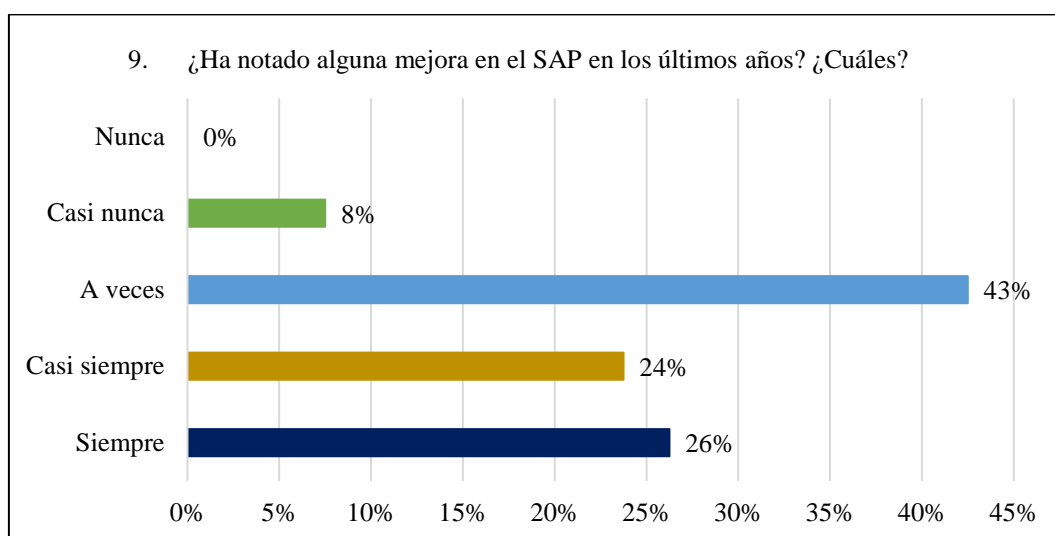
**Figura 29**

*¿Cuánto tiempo ha estado utilizando el servicio de agua potable? ¿Ha notado algún cambio significativo en la calidad del servicio a lo largo de los años?*



**Figura 30**

*¿Ha notado alguna mejora en el SAP en los últimos años? ¿Cuáles?*



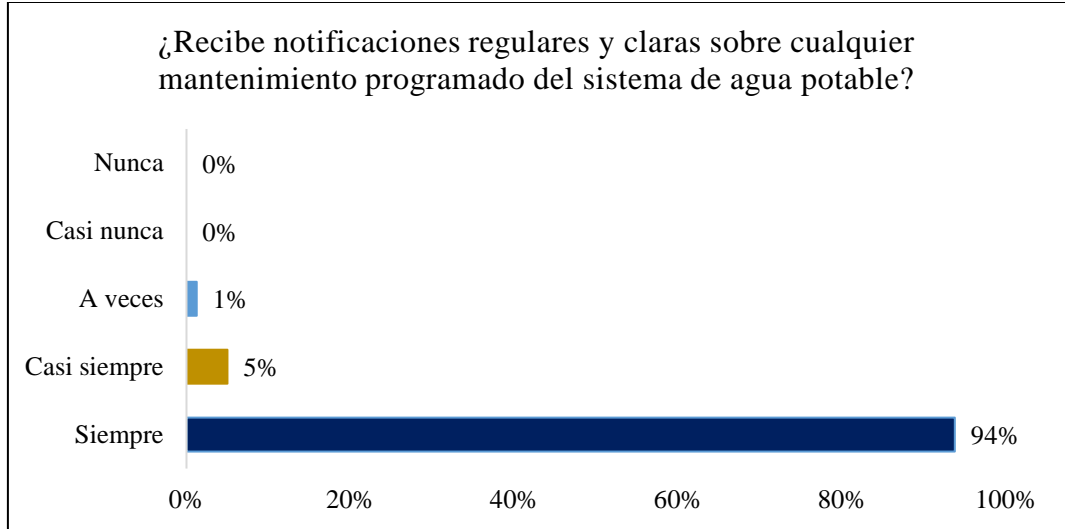
**d) Reparaciones y mantenimiento**

Las reparaciones y mantenimiento en el SAP de Porcón Bajo se llevan a cabo de manera planificada y reactiva. Incluyen la reparación de fugas detectadas mediante inspecciones periódicas, el mantenimiento preventivo de válvulas, y la limpieza y desinfección de tanques y reservorios. Además, se realizan ajustes y mejoras en la red de distribución según sea necesario. Pero, existen componentes como las captaciones que llevan años sin ser reparadas porque estos cambios involucran un gasto considerable que no puede ser asumido por la JASS sino debería ser realizado por las autoridades competentes.

La percepción de la operación y mantenimiento del SAP son aspectos cruciales para los usuarios, como se evidencia en los resultados obtenidos. En la Figura 31, se muestra que el 94% de los usuarios afirmaron recibir siempre notificaciones regulares y claras sobre mantenimientos programados del sistema, mientras que el 5% indicó que las reciben casi siempre y solo el 1% a veces.

**Figura 31**

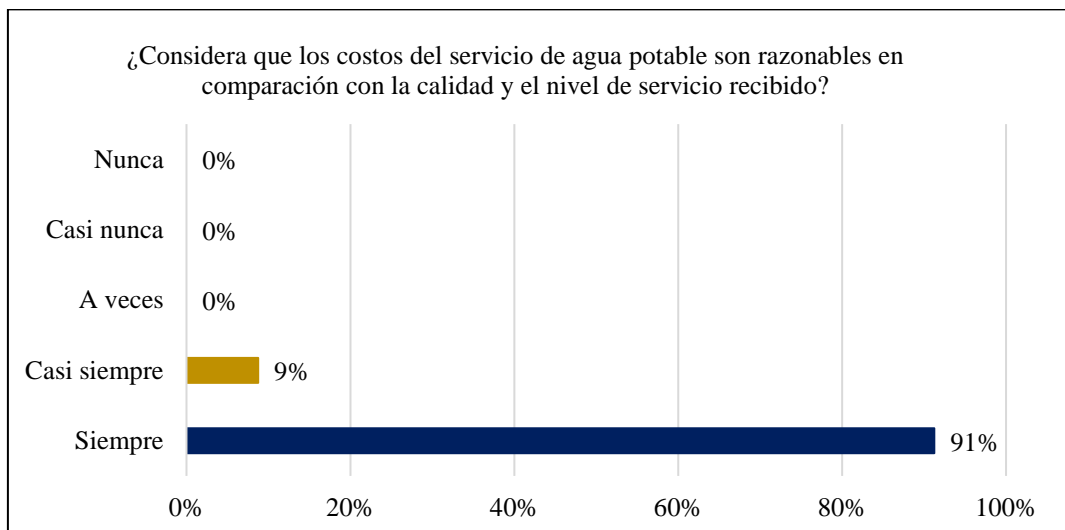
*¿Recibe notificaciones regulares y claras sobre cualquier mantenimiento programado del SAP?*



Sobre la percepción de los costos del servicio, la Figura 32 revela que el 91% considera siempre razonables estos costos en comparación con la calidad del servicio recibido, mientras que el 9% lo considera casi siempre.

**Figura 32**

*¿Considera que los costos del servicio de agua potable son razonables en comparación con la calidad y el nivel de servicio recibido?*



#### **4.1.6. Gestión administrativa del SAP del centro poblado Porcón Bajo**

La gestión administrativa del SAP del centro poblado Porcón Bajo está a cargo de una Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS), compuesta por autoridades como “presidente”, “vicepresidente”, “secretario”, “tesorero” y “vocales”. Estos líderes se encargan de garantizar que el servicio cumpla con estándares óptimos.

Durante las visitas realizadas, se sostuvieron conversaciones con estas autoridades, quienes proporcionaron detalles sobre sus responsabilidades y las actividades administrativas llevadas a cabo:

- La JASS fue establecida simultáneamente con la creación del SAP y cuenta con más de 30 años de existencia.
- Los usuarios pagan una tarifa mensual de 1 sol por el servicio.
- Todos los registros de pagos y deudas se mantienen en un cuaderno y un libro de actas.
- Anualmente se actualiza el padrón de beneficiarios del servicio.
- La cloración se realiza cada 3 meses para asegurar la calidad del agua.
- No reciben capacitación ni actualización de conocimientos localmente, por lo que deben viajar a otras ciudades para recibir formación.
- Actualmente están en proceso de actualizar la documentación relacionada con nuevos manantiales ante la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

La Tabla 30 muestra la evaluación de la gestión administrativa del SAP Porcón Bajo a través de diferentes ítems, asignando puntajes de 0 (puntaje bajo), 1.5 (puntaje intermedio) o 2.5 (puntaje alto) según el nivel de cumplimiento. Los ítems evaluados incluyen la existencia de una unidad dedicada a la prestación del servicio, instalaciones y equipamiento, personal asignado, esquema institucional

funcional, formulación del POA, implementación de estatutos y reglamentos, disponibilidad de planos del sistema, determinación de la cuota familiar, registro de consumo poblacional, articulación con políticas del sector, políticas públicas institucionalizadas y plan de contingencias.

**Tabla 30**

*Gestión administrativa del SAP del centro poblado Porcón Bajo*

Ítem de evaluación	Puntaje Total
¿La unidad, área o junta dedicada a la prestación del servicio de agua potable cuenta con las instalaciones y equipamiento necesarios para operar?	<b>2.5</b>
¿El número de personal asignado es suficiente para las operaciones?	<b>1.5</b>
¿Consideran que el esquema institucional es efectivo y contribuye al cumplimiento de objetivos y metas?	<b>1.5</b>
¿La entidad ha desarrollado su Plan Operativo Anual (POA) para la prestación del servicio?	<b>1.5</b>
¿Se han establecido estatutos y reglamentos internos para regular las actividades de la entidad?	<b>1.5</b>
¿Existe un croquis o plano del sistema que incluya redes, válvulas, acometidas, entre otros elementos?	<b>1.5</b>
¿La determinación de la cuota familiar se basa en un cálculo técnico, ha sido socializado y aprobado por los usuarios?	<b>1.5</b>
¿Se mantiene un registro o padrón del consumo poblacional de agua potable?	<b>1.5</b>
¿La entidad está alineada con las políticas, planes, objetivos y metas del sector?	<b>1.5</b>
¿Existen políticas públicas institucionalizadas que guíen las actividades de la entidad?	<b>1.5</b>
¿La entidad cuenta con un plan de contingencias para enfrentar eventos que puedan interrumpir el servicio de agua potable?	<b>0</b>
¿La unidad, área o junta dedicada a la prestación del servicio de agua potable cuenta con las instalaciones y equipamiento necesarios para operar?	<b>0</b>

Fuente: (ver anexo 5).

## 4.2. **Discusión de resultados**

Como parte del objetivo específico 1, el análisis del estado actual del SAP en Porcón Bajo revela una infraestructura envejecida y deteriorada, similar a la situación observada en estudios previos como el de (Cieza, J. 2021) en Chilimpampa Baja, donde la infraestructura de más de 18 años presentaba signos de desgaste significativo y (Silo, S. 2022) cuyo sistema en San Antonio – Áncash presentaba vegetación y fisuras por la exposición a la intemperie. En Porcón Bajo, se identificaron problemas en las captaciones, que, aunque funcionales, muestran fisuras y deterioro en los elementos de protección. Este hallazgo es coherente con el estudio de (Julca, J. 2023), que encontró componentes hidráulicos desgastados en la localidad de Tongod, San Miguel, Cajamarca. Además, la red de distribución en Porcón Bajo muestra fugas y deficiencias que afectan la eficiencia del suministro, un problema también destacado por (Avilés, C. & Baque, R. 2023) en Guayaquil. Sin embargo, la mitad de las seis captaciones existentes aún se encuentran en funcionamiento en buen estado, así como los reservorios, donde su grado de afectación va desde muy bajo hasta moderado, principalmente por humedad y presencia de vegetación; mientras que, las cámaras rompe presión presentan niveles bajos de afección, por ello, a pesar de los problemas patológicos el sistema se mantiene funcional y operativo, requiriendo mantenimiento continuo.

Respecto al objetivo específico 2, en cuanto a la calidad y cantidad de agua disponible, los resultados indican que el agua cumple con todos los estándares de calidad, pero presenta deficiencias en el proceso de cloración, siendo la cantidad de cloro residual escasa incluso en puntos cercanos al reservorio, especialmente durante la temporada de lluvias, cuando se detecta menores valores de cloro

residual, lo que podría llevar a una mayor contaminación. Esto es consistente con (Luvhimbi, R. 2022) en Thulamela, donde se encontraron altos niveles de E. coli y coliformes totales en muestras de agua durante la estación húmeda por falta de una cloración adecuada en el reservorio del SAP.

En términos de cantidad, el caudal medio representa la cantidad promedio de agua que fluye por unidad de tiempo a lo largo de cada mes, en este caso, se observa una ligera disminución del caudal medio del Mes 1 al Mes 2, con un promedio general de 0.36 l/s; además, el caudal máximo diario indica el pico más alto registrado en un día específico durante cada mes, se observa que los valores disminuyen ligeramente del Mes 1 al Mes 2, con un promedio de 0.41 l/s. Esto sugiere que en meses con menores precipitaciones pluviales los caudales son menores, por lo que, en época de estiaje, el sistema es insuficiente para satisfacer la demanda de la población, lo que también fue observado por (Pardo, L. & Santamaria, K. 2022) en Quinindé, donde la capacidad de producción no cubría la demanda proyectada, y por (Crespin, A. 2020) en Chila, La Libertad donde la eficiencia del suministro de agua era deficiente en Saucopat; siendo así, en Porcón Bajo, se requiere un incremento en la capacidad de almacenamiento y mejoras en las fuentes de captación para asegurar un suministro adecuado durante todo el año. Los caudales máximos horarios representan los picos más altos registrados en cualquier hora del día. Aquí también se observa una consistencia con una leve disminución del Mes 1 al Mes 2, con un promedio de 0.80 l/s. Esto concuerda, con la percepción de los usuarios quienes observan continuidad en el abastecimiento de agua, debido justamente a que el caudal máximo horario es constante durante todos los meses. Otro aspecto importante, son los coeficientes K1 y K2, indicadores de la variabilidad y la forma de la distribución de los



caudales, donde valores más altos de K2 en comparación con K1 sugieren una distribución más sesgada hacia caudales más altos; por lo que, la distribución de caudales tiene cierta variabilidad estacional.

En relación al objetivo específico 3, la evaluación hidráulica de la infraestructura de Porcón Bajo muestra que las presiones en varios puntos del sistema cumplen parcialmente con las normativas vigentes, similar a lo encontrado por (Gutiérrez, O. 2023) en El Sauco, donde la presión dinámica en el reservorio representaba un riesgo de colapso para las tuberías por sobrepresión.

En el estudio las presiones determinadas en campo son mucho menores a las determinadas en el programa EPANET, e incluso en algunos puntos (V1, V2, V3 y V4) son inferiores a 25 m.c.a. lo que indica que la presión en la red es insuficiente para garantizar un suministro adecuado en todos los puntos de consumo. Esto puede resultar en problemas como flujos de agua inadecuados, especialmente en momentos de alta demanda, considerando que, (Santos, J. 2023) argumenta que, generalmente, se recomienda que la presión mínima no sea menor de 20 a 25 m.c.a. para asegurar que los usuarios reciban suficiente agua incluso en los puntos más alejados o en zonas elevadas.

Por otro lado, la presión máxima no debe ser excesiva para evitar daños en las tuberías y equipos de los usuarios. Se sugiere que la presión máxima no supere los 60 a 70 m.c.a. para mantener la integridad del sistema y evitar fugas o roturas debido a presiones demasiado altas (Gutiérrez, O. 2023). Por lo que, de acuerdo al modelamiento en EPANET y los datos en campo, además, la red de distribución presentaba sobrepresión y flujo inadecuado en algunas zonas críticas, requiriendo la instalación de CRP y válvulas de purga para evitar fallos en el sistema (vivienda 14 con presión de 82.62 m.c.a.). Estos problemas hidráulicos

son comparables a los descritos por (Santos, J. 2023) en Pimpingos, donde el sobredimensionamiento de las líneas de conducción y las altas presiones de servicio comprometían el funcionamiento adecuado del sistema.

Para dar respuesta al objetivo específico 4, se aplicó un cuestionario a los usuarios, determinando que, la percepción de los habitantes sobre la operación y mantenimiento del SAP en Porcón Bajo es positiva, sin embargo, a pesar de ello existen quejas ocasionales sobre la frecuencia de interrupciones y la calidad del agua. La mayoría de los encuestados reporta una presión de agua adecuada y pocas interrupciones en el suministro. La satisfacción con la calidad y cantidad del agua es media a alta, y las notificaciones sobre mantenimientos programados son regulares y claras. Este sentimiento refleja los resultados de (Ober, E. 2022), quienes encontraron variaciones en la satisfacción de los usuarios con respecto a la calidad del agua del grifo en Polonia y Ucrania, siendo generalmente positiva, sin embargo, los problemas más frecuentes reportados se dieron en las temporadas de mayor uso.

La falta de mantenimiento regular y la antigüedad de la infraestructura son factores críticos que influyen en la percepción negativa estacional, es decir en época de estiaje por las interrupciones en el servicio, y en épocas de lluvia por la baja calidad del agua, como también se observó en el estudio de (Lazaro, Y. 2021) en Marankiari, donde el SAP era ineficiente por la antigüedad y falta de mantenimiento adecuado. En cambio, en el estudio, a pesar de la antigüedad del sistema, de forma general se puede argumentar que los habitantes perciben como buena la operación y mantenimiento del SAP en Porcón Bajo, lo que significa que el sistema cumple su finalidad de uso a pesar de su antigüedad, no obstante, existen áreas de mejora en la comunicación de riesgos para la salud asociados con

el consumo de agua potable que no tenga las características adecuadas, es decir se puede aumentar la capacitación a los usuarios para que estos puedan ser más críticos con el servicio que están recibiendo y puedan exigir el cumplimiento de su derecho a un SAP de calidad.

Finalmente, en relación al objetivo específico 5, se determinó que la gestión administrativa del SAP en Porcón Bajo presenta deficiencias significativas en la planificación y ejecución de mejoras, esto porque se tienen obras como las captaciones que llevan años sin reparar, no obstante, los representantes de la JASS argumentan que no pueden cubrir costos de reparación tan elevados, por lo que, ello les correspondería a las autoridades regionales competentes. Por tanto, al igual que en el estudio de (Munar, D. 2023) en Tibirita Cundinamarca, donde se destacó la importancia de una gestión comunitaria sólida, en Porcón Bajo se requiere un fortalecimiento de las capacidades técnicas, administrativas y financieras. La falta de recursos y de un marco normativo claro dificulta la implementación de mejoras necesarias, una situación también observada por (Torres, A. & Morán, F. 2021) en la zona metropolitana de Guadalajara, donde las políticas de oferta no consideraban alternativas sostenibles para la gestión del agua. El puntaje final para la gestión administrativa es del 53.33% por tanto, indica un proceso de gestión medio (regular) con procesos generalmente en vías de institucionalización, pero que aún necesitan mejora en la gestión administrativa para garantizar la sostenibilidad y eficiencia del SAP en Porcón Bajo.

## CAPÍTULO V.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

De forma general se ha concluido que, el SAP del Centro Poblado Porcón Bajo, Cajamarca se encuentra en estado regular, requiriendo mejoras específicas para garantizar un servicio óptimo y continuo a los usuarios. Así mismo, se han determinado las conclusiones específicas:

- 1) El SAP del centro poblado Porcón Bajo cuenta con seis captaciones, tres reservorios y varias cámaras rompe presión, la mayoría de las cuales tienen más de 30 años de antigüedad. Las captaciones están en diversas condiciones de conservación, con algunas en buen estado y otras descontinuadas debido a problemas como la presencia de zarro. Los reservorios muestran diferentes grados de afección, desde muy bajo hasta moderado, principalmente por humedad y presencia de vegetación. Las cámaras rompe presión también presentan niveles bajos de afección. A pesar de estos problemas, el sistema se mantiene funcional y requiere mantenimiento continuo para asegurar su operatividad y mejorar las condiciones de sus componentes.
- 2) La cantidad de agua suministrada por el sistema es suficiente para las necesidades del poblado, con caudales promedio de 0.36 l/s y picos de 0.80 l/s. Sin embargo, la calidad del agua presenta deficiencias en la cloración, con niveles de cloro residual por debajo de 0.2 ppm, lo que compromete la seguridad microbiológica del agua distribuida. El pH del agua, aunque ligeramente ácido (6.8), se encuentra dentro de los límites permisibles respecto a los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.

- 3) El análisis hidráulico utilizando EPANET reveló áreas con presiones críticas inferiores a 25 mca, que podrían comprometer el suministro adecuado de agua. Las mediciones de presión con manómetro confirmaron discrepancias con las simulaciones de EPANET, indicando que el modelo puede sobreestimar las presiones reales. No obstante, el modelamiento fue útil para identificar áreas problemáticas y planificar mejoras en la red de distribución. Así mismo, de acuerdo al modelamiento y medidas con manómetro existen puntos con presiones superiores a 75 mca que requieren la instalación de cámaras rompe presión y/o válvulas de purga para evitar fallos en el sistema (vivienda 14 con presión de 82.62 m.c.a.).
- 4) La percepción de los usuarios respecto a la operación y mantenimiento del sistema es mayoritariamente positiva. La mayoría de los encuestados reporta una presión de agua adecuada y pocas interrupciones en el suministro. La satisfacción con la calidad y cantidad del agua es media a alta, y las notificaciones sobre mantenimientos programados son regulares y claras. Sin embargo, existe una necesidad de mejorar la comunicación sobre los riesgos para la salud asociados al agua potable.
- 5) La gestión administrativa a cargo de la JASS es efectiva en mantener la operación del sistema, con procedimientos establecidos para la recolección de tarifas y actualización de registros. No obstante, hay áreas que requieren fortalecimiento, como la capacitación del personal y la formalización de la documentación ante la ANA. La evaluación de la gestión administrativa muestra un cumplimiento medio en la mayoría (53.33%) de los ítems evaluados, pero con oportunidades de mejora en la implementación de políticas y planes de contingencia.

## **5.2. Recomendaciones**

Realizar un plan de mantenimiento integral que incluya la reparación de fisuras, la pintura de estructuras y la sustitución de componentes deteriorados en las captaciones, reservorios y cámaras rompe presión. Además, evaluar la posibilidad de reactivar las captaciones discontinuadas mediante la implementación de técnicas de limpieza y tratamiento del zarro.

Mejorar el sistema de cloración para asegurar que los niveles de cloro residual se mantengan dentro de los rangos óptimos para garantizar la seguridad microbiológica del agua. Realizar monitoreos periódicos de la calidad del agua y ajustar el proceso de cloración según sea necesario.

Implementar medidas correctivas en las áreas con presiones críticas identificadas, tales como la instalación de válvulas reguladoras de presión y la reparación o sustitución de tuberías defectuosas.

Fortalecer la comunicación con los usuarios respecto a los riesgos para la salud asociados al agua potable mediante campañas informativas y la entrega de boletines periódicos. Continuar con las notificaciones regulares y claras sobre mantenimientos programados y otras actividades relevantes.

Implementar programas de capacitación continua para el personal de la JASS para mejorar sus competencias en la gestión del SAP. Formalizar y actualizar la documentación relacionada con los manantiales ante el ANA y desarrollar políticas claras y planes de contingencia para asegurar una respuesta eficaz ante emergencias y mejorar la articulación con las políticas del sector.

## CAPÍTULO VI.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

#### BIBLIOGRAFÍA

*A review of the application of machine learning in water quality evaluation.* **Zhu, M, y otros. 2022.** 2, s.l. : Editorial Eco-Environment, 2022, Eco-Environment & Health, Vol. 1, págs. 107-116.

**Agüero, R. 2004.** *Guia para el diseño y construcción de reservorios apoyados.* Primera Edición. Lima : Editorial Organización Panamericana de la Salud, 2004.

**2004.** *Procedimiento para la evaluación y mantenimiento de captaciones y rservorios de almacenamiento.* Lima : Editorial SSMV, 2004.

**Aguilar, L. 2023.** *Patologías del concreto armado del reservorio en el sector Melendrez, Áncash 2022.* s.l. : Editorial Universidad César Vallejo, 2023.

**Albarrán, L E. 2019.** *Evaluación de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac, San Marcos – Cajamarca. propuesta de mejora.* Cajamarca : Editorial Universidad Nacional de Cajamarca, 2019.

**Ampié, D y Masis, A. 2017.** *Propuesta de diseño hidráulico a nivel de pre factibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico de la comunidad Pasó real, municipio de Jinotepe, departamento de Carazo.* s.l. : Editorial Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2017.

**Artola, N. 2008.** *Operación y mantenimiento de un mini acueducto por gravedad (MAG).* s.l. : Editorial Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional, 2008.

*Assessment of Water Resources Pollution Associated with Mining Activities in the Parac Subbasin of the Rimac River.* **Cesar, J., y otros. 2023.** 5, s.l. : Editorial Water By, 2023, Water, Vol. 15, pág. 965.

**Avilés, CI y Baque, S. 2023.** *Evaluación del sistema existente de agua potable de la Parroquia San José Del Tambo y propuesta de mejoramiento.* s.l. : Editorial Universidad de Guayaquil, 2023.

**Ayay, J. 2017.** *La agrobiodiversidad en la agricultura familiar del caserío Chilinga centro poblado Porcón Bajo - Cajamarca.* s.l. : Editorial Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.

**Barrios, N. C, Torres, R. R., Cristina, L. T y Roger, A. P. 2009.** *Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades.* s.l. : Editorial Asociación Servicios Educativos Rurales, 2009. pág. 125.

**Cervantes, M M. 2019.** *Evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico del centro poblado de Yanamito, distrito de Mancos, provincia de Yungay, departamento de Ancash-2019.* s.l. : Editorial Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote(ULADECH), 2019.

**Chanhualla, J. 2022.** *Ampliación del sistema de abastecimiento de agua para el desarrollo sostenible del centro poblado de Ccaccamarca-distrito de Ocos-Ayacucho.* s.l. : Editorial Universidad Ricardo Palma, 2022.

**Cieza, J. 2021.** *Evaluación de los sistemas de agua potable de las localidades que conforman el centro poblado Chilimpampa Baja - Cajamarca, 2018.* s.l. : Editorial Universidad Nacional de Cajamarca, 2021.

**Colque, J. 2017.** *Determinación de errores del diseño hidráulico del sistema de agua potable por los métodos de polígono de Thyssen y unidad de demanda, CP. San José – CP. Rosario.* s.l. : Editorial, Universidad Alas Peruanas, 2017.

**Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2015.** *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Saneamiento básico.* s.l. : Editorial Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2015.



**Comisión Nacional del Agua. 2012.** *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado.* Primera Edición. Mexico : Editorial Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2012.

**COSUDE. 2010.** *COMPENDIO Sistema de Información Regional en Agua y Saneamiento.* La Alameda-Cajamarca : Editorial MATICES'S Arte y Publicidad EIRL., 2010.

**Crespin, A. 2020.** *Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Saucopata, distrito de Chilia, provincia Pataz, región La Libertad y su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2020.* s.l. : Editorial Universidad Católica los Ángeles, 2020.

**Espinoza, J, Pérez, D y González, M. 2006.** *Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de El Sauce, departamento de León.* s.l. : Editorial Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2006.

*Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú.* **Gonzales, W., y otros. 2023.** 1, s.l. : Editorial Altoandinas EIRL, 2023, Revista de Investigaciones Altoandinas, Vol. 25, págs. 23-31.

*Factors affecting the quality of drinking water in the United States of America: a ten-year systematic review.* **Olatunde, K., y otros. 2022.** 1, s.l. : Editorial Water By , 2022, American Journal of Water Resources, Vol. 10, págs. 24-34.

**Falcón, J y Delgado, C. 2019.** *Evaluación del abastecimiento de agua potable para gestionar adecuadamente la demanda poblacional utilizando la Metodología SIRAS 2010 en la ciudad de Chongoyape, Chiclayo, Lambayeque, Perú.* s.l. : Editorial Universidad de San Martín de Porres, 2019.

*Fresh water availability and its global challenge.* **Mishra, R K. 2023.** 3, s.l. : Editorial Water By, 2023, British Journal of Multidisciplinary and Advanced Studies, Vol. 4, págs. 1-78.

**Gutierrez, O. 2023.** *Evaluación del sistema de agua potable, usando el método de gradiente hidráulico, en el Caserío El Sauco, distrito de Quiruvilca, La Libertad 2022.* s.l. : Editorial, Universidad Privada del Norte, 2023.

**Hernandez, K. 2022.** *Calidad del servicio de agua potable y la satisfacción del usuario en un distrito de la región Piura, 2022.* s.l. : Editorial Universidad César Vallejo, 2022.

**Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2018.** *Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares – acceso a servicios básicos. Censos Nacionales 2017: XIII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.* s.l. : Editorial Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2018.

**Julca, J. 2023.** *Evaluación del sistema de agua potable de la localidad de Tongod, San Miguel-Cajamarca.* s.l. : Editorial Universidad Nacional de Cajamarca, 2023.

**Lazaro, Y. 2021.** *Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Marankiari, Satipo-2019.* s.l. : Editorial Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, 2021.

**Loyola, R. 2020.** *NFORME N° 028-2020-SUNASS-DPN Proyecto final del Reglamento de Calidad de la Prestación de los Servicios de Saneamiento en las Pequeñas Ciudades.* s.l. : Editorial SUNASS, 2020.

**Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2006.** Norma OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano. [aut. libro] Construcción y Saneamiento (MVCS) Ministerio de Vivienda. *Reglamento Nacional de Edificaciones.* Primera edición. s.l. : Editorial Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG), 2006, págs. 1-3.

—. **2006.** Norma OS.100. [aut. libro] Construcción y Saneamiento (MVCS) Ministerio de Vivienda. *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Primera edición. s.l. : Editorial Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006, págs. 1-3.

**MINSA. 2011.** DS N° 031-2010-SA Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. [aut. libro] Ministerio de Salud (MINSA). 1ra Edición 2011. Lima : Editorial Dirección General de Salud Ambiental, 2011, págs. 1-46.

**MTC. 2006.** *Guía para inspecciones de puentes. Directiva N° 01-2006-MTC/14. R.D. N° 012-2006-MTC/14.* s.l. : Editorial Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), 2006.

**Munar, D. 2023.** *Estudio de la gestión comunitaria en el abastecimiento de agua potable en zonas rurales: caso municipio de Tibirita Cundinamarca.* s.l. : Editorial Universidad Nacional de Colombia, 2023.

**Murillo, C. 2014.** *Patologías de concreto en estructuras de saneamiento ambiental Caso Cundinamarca.* s.l. : Editorial Universidad Nacional de Colombia, 2014.

**MVCS. 2004.** *Criterios para la selección de opciones técnicas y niveles de servicio en sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento en zonas rurales.* s.l. : Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS), 2004.

—. **2009.** OS.050 Redes de distribución de agua para consumo humano. [aut. libro] Construcción y Saneamiento (MVCS) Ministerio de Vivienda. *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Primera Edición. s.l. : Editorial Instituto de la Construcción y Gerencia, 2009, págs. 1-7.

**OMS. 2022.** *Guidelines for drinking-water quality: incorporating the first and second addenda.* Segunda edición. s.l. : Editorial World Health Organization, 2022.

**Organización Panamericana de la Salud. 2011.** *Manual simplificado para el desarrollo de planes de seguridad del agua (PSA) en pequeñas comunidades. Versión para el*

*pequeño prestador del servicio de agua potable y saneamiento*. Primera Edición. s.l. :  
Editorial Organización Panamericana de la Salud, 2011.

**Pajón, J y Dávila, J A. 2000.** *Teoría básica para el diseño y cálculo de tuberías. Lección y apuntes de teoría básica para el diseño y cálculo de tuberías, elementos de máquinas y recipientes a presión*. s.l. : Editorial Universidad de Huelva, 2000.

**Pardo, L y Santamaria, K. 2022.** *Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Quinindé provincia de Esmeraldas*. s.l. : Editorial Universidad de Guayaquil, 2022.

**Perez, C y Gutiérrez, E. 2017.** *Evaluación y planteamiento de una alternativa de solución en base al diagnóstico de los problemas del actual sistema e abastecimiento de agua potable en las comunidades de Cuyocuyo y Ura Ayllu, del distrito de Cuyocuyo – Sandia – Puno – Perú*. s.l. : Editorial Universidad Peruana Unión, 2017.

**Rivera, Luis Eduardo. 2021.** *Diseño de un reservorio circular de 2700 m<sup>3</sup> apoyado sobre el suelo*. s.l. : Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú, 2021.

**Rodriguez, J. 2022.** *Evaluación y Propuesta del Sistema de Agua Potable Post Ejecución de la Localidad de Huahuya Alizana, San Ignacio – Cajamarca*. s.l. : Editorial Universidad Peruana Los Andes, 2022.

**Santos, J. 2023.** *Evaluación del Sistema de Agua Potable de la Localidad de Pimpingos, Cutervo-Cajamarca, 2022*. s.l. : Editorial Universidad Nacional de Cajamarca, 2023.

**Silio, S. 2021.** *Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del caserío de San Antonio, distrito de Taricá, provincia de Huaraz, región Áncash – 2020*. s.l. : Editorial Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, 2021.

**Tacilla, M. 2022.** *Evaluación del sistema de agua potable en el centro poblado Casa Blanca, distrito de San Gregorio – San Miguel, 2021.* s.l. : Editorial Universidad Nacional de Cajamarca, 2022.

*Tap water quality and habits of its use: A comparative analysis in Poland and Ukraine.*

**Ober, J., Karwot, J. y Rusakov, S. 2022.** 3, s.l. : Editorial MDPI, 2022, *Energies*, Vol. 15, pág. 981.

**Torres, A. 2023.** *Calidad del agua del manantial Ccarccar Puquio, destinado al consumo humano de las Comunidades aledañas del distrito de Huanta, provincia de Huanta - Ayacucho.* s.l. : Editorial Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2023.

**Torrez, R. 2023.** *Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en la Comunidad de Tulduchi del Municipio de Chulumani.* s.l. : Editorial Universidad Mayor de San Andrés, 2023.

**Water For People – Perú. 2016.** *La JASS: funciones e instrumentos de gestión.* s.l. : Editorial Matices's Arte y Publicidad EIRL, 2016.

*Water quality assessment and evaluation of human health risk of drinking water from source to point of use at Thulamela municipality, Limpopo Province.* **Luvhimbi, N., y otros. 2022.** 1, s.l. : Editorial Scientific , 2022, *Reports*, Vol. 12, págs. 1-10.

*Water Supply Management: The Case Of The Metropolitan Area Of Guadalajara.*

**Torres, A y Morán, F. 2021.** 47, s.l. : Editorial Universidad de Guadalajara, 2021, *Expresión económica*, págs. 31-54.

**Torres, Alicia y Morán, Francisco. 2021.** 47, 2021, *Expresión económica*, págs. 31-

## LINKOGRAFÍA

**ESCALE. 2024.** Servicios educativos. *Estadística de la calidad educativa*. [En línea] 2024. <https://escale.minedu.gob.pe/padron-de-iiee>.

**Roberti, L. 2017.** Resumen ejecutivo: Reservorio. *Seecon*. [En línea] 2017. <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/tanque-de-almacenamiento>.

**Umaña, V. 2012.** *Patología del acero*. s.l.: Editorial Slidesh, 2012. <https://es.slideshare.net/AnnaV08/patologia-del-acero>

## CAPÍTULO VII. ANEXOS

### *Anexo 1. Cuestionario de operación y mantenimiento del SAP*

Respuesta al cuestionario marcando con una X sobre el número que contenga la alternativa que comprenda su respuesta, así mismo responda libremente las preguntas abiertas. La encuesta se aplicará de forma anónima, los resultados se utilizarán solamente para carácter investigativo, por lo que se solicita sea totalmente sincero a fin de que, la información recopilada sea autentica. De ante mano, se le agradece por su participación.

1. ¿Recibe notificaciones regulares y claras sobre cualquier mantenimiento programado del SAP?

Ítem	5	4	3	2	1
Alternativa	Siempre	Casi siempre	A veces	Casi nunca	Nunca
N° de personas	75	4	1	0	0

2. ¿Cómo calificaría la presión del agua en su hogar?

Ítem	5	4	3	2	1
Alternativa	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala
N° de personas	17	15	39	9	0

3. ¿Ha experimentado algún problema con las tuberías o conexiones de agua en su hogar?

Ítem	5	4	3	2	1
Alternativa	Siempre	Casi siempre	A veces	Casi nunca	Nunca
N° de personas	2	0	15	62	1

4. ¿Con qué frecuencia experimenta interrupciones en el suministro de agua potable en su hogar?

Ítem	5	4	3	2	1
Alternativa	Siempre	Casi siempre	A veces	Casi nunca	Nunca
N° de personas	12	0	8	51	9

5. ¿Está satisfecho con la calidad y cantidad del agua potable suministrada por el sistema?

Ítem	5	4	3	2	1
Alternativa	Muy satisfecho	Satisfecho	Regularmente satisfecho	Poco satisfecho	Nada satisfecho
N° de personas	37	26	11	6	0

6. ¿Recibe asistencia técnica y apoyo adecuado del proveedor de agua potable en caso de problemas o inquietudes relacionadas con el suministro de agua?

Ítem	5	4	3	2	1
Alternativa	Siempre	Casi siempre	A veces	Casi nunca	Nunca
N° de personas	16	29	35	0	0

7. ¿Considera que los costos del servicio de agua potable son razonables en comparación con la calidad y el nivel de servicio recibido?

Ítem	5	4	3	2	1
Alternativa	Siempre	Casi siempre	A veces	Casi nunca	Nunca
N° de personas	73	7	0	0	0

8. ¿Cuánto tiempo ha estado utilizando el servicio de agua potable? ¿Ha notado algún cambio significativo en la calidad del servicio a lo largo de los años?

Tiempo de servicio: .....

Cambios significativos:

Ítem	5	4	3	2	1
Alternativa	Si ha habido cambios muy positivos	Si ha habido cambios positivos	No ha habido cambios	Si ha habido cambios negativos	Si ha habido cambios muy negativos
N° de personas	30	13	20	17	0



9. ¿Ha notado alguna mejora en el SAP en los últimos años? ¿Cuáles?

Ítem	5	4	3	2	1
Alternativa	Siempre	Casi siempre	A veces	Casi nunca	Nunca
Nº de personas	21	19	34	6	0

¿Cuáles?.....

10. ¿Recibe información clara sobre los posibles riesgos para la salud asociados al consumo de agua potable que no tenga las características adecuadas?

Ítem	5	4	3	2	1
Alternativa	Siempre	Casi siempre	A veces	Casi nunca	Nunca
Nº de personas	47	21	10	2	0

**Anexo 2. Escala de calificación de la gestión administrativa del SAP**

Ítem de evaluación	Puntaje bajo (0 puntos)	Puntaje intermedio (1.5 puntos)	Puntaje alto (2.5 puntos)	Puntaje Total
“Existe la unidad, área o junta dedicada a la prestación del servicio de agua potable”.	“Sin institucionalización y sin trámites de formalización”.	“En vías de formalización/ institucionalización”.	“Institucionalizada y con personería jurídica”.	<b>2.5</b>
¿Se cuentan con instalaciones y equipamiento instalados para el funcionamiento?	“No tienen la infraestructura ni el equipamiento mínimo instalados”.	“Cuentan con ambientes, pero carecen de equipamiento”.	“Cuentan con instalaciones y equipamiento necesarios”.	<b>1.5</b>
“El número de personal asignado es el adecuado”.	“No se tiene personal”.	“Se requiere de más personal”.	“Se cuenta con personal suficiente”.	<b>1.5</b>
“Consideran que el esquema institucional es funcional y coadyuva al logro de sus objetivos y metas”.	“No es funcional”.	“Deben hacerse cambios importantes, planificación, personal, manejo de recursos, etc.”.	“El esquema institucional asegura el cumplimiento de los objetivos y metas”.	<b>1.5</b>
“La entidad ha formulado su POA que le permite brindar el servicio”.	“No existe”.	“Existe, pero no está aprobado”.	“Está aprobado y se aplica”.	<b>1.5</b>
“Se tiene implementados estatutos y reglamentos”.	“No se tiene”.	“Están en proceso de implementación”.	“Sí se tienen y se implementan”.	<b>1.5</b>
“Se dispone de un croquis y/o plano del sistema: redes, válvulas, acometidas, etc.”.	“No posee croquis ni planos”.	“Croquis sin criterio técnico ni aval de un profesional”.	“Tiene croquis y plano elaborados por un profesional que lo avala”.	<b>1.5</b>
“La determinación de la cuota familiar obedece a un cálculo técnico, socializado y aprobado por los usuarios”.	“Monto definido sin criterio técnico ni aprobado por los usuarios”.	“Monto impuesto por la Entidad sin criterio técnico, con participación de los usuarios”.	Sí	<b>1.5</b>
“Se dispone de registro / padrón del consumo poblacional”.	“No se tiene registro”.	“Se dispone de un registro, pero está desactualizado”.	“Se tiene un registro de consumo y está actualizado al último mes”.	<b>1.5</b>
Ítem de evaluación	Puntaje bajo (0 puntos)	Puntaje intermedio (1.5 puntos)	Puntaje alto (2.5 puntos)	Puntaje Total
“La determinación de la cuota familiar obedece a un cálculo técnico, socializado y aprobado por los usuarios”.	“Monto definido sin criterio técnico ni aprobado por los usuarios”.	“Monto impuesto por la Entidad sin criterio técnico, con participación de los usuarios”.	Sí	<b>1.5</b>
“Se dispone de registro / padrón del consumo poblacional”.	“No se tiene registro”.	“Se dispone de un registro, pero está desactualizado”.	“Se tiene un registro de consumo y está actualizado al último mes”.	<b>1.5</b>
“La entidad se articula con las políticas, planes, objetivos y metas del sector”.	“No articula su accionar con el sector”.	“Establecen algunas coordinaciones con entidades del sector, pero no se evidencian resultados”.	“La entidad se alinea con los objetivos, políticas, planes, metas y políticas del sector saneamiento”.	<b>1.5</b>
“Existen políticas públicas institucionalizadas”.	“No existen políticas”.	“Existen al menos dos políticas, pero sin institucionalizar”.	“Más de dos políticas institucionalizadas”.	<b>0</b>
“La Entidad dispone de un plan de contingencias frente a la producción de eventos que interrumpan el servicio de agua potable”.	“No dispone de instrumentos”.	“Está en proceso de formulación”.	“Tiene un plan de contingencias y las estrategias de implementación”.	<b>0</b>

***Anexo 3. Análisis del agua del SAP***

**INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO  
DE AGUA**

**DATOS DE LA MUESTRA:**

SOLICITANTE : EDGAR CHILÓN ISHPILCO  
 PUNTO DE MUESTREO : CAPTACIÓN YERBA BUENA 2 – LOC. PORCÓN BAJO  
 LOCALIDAD : PORCÓN BAJO  
 DISTRITO : CAJAMARCA  
 PROVINCIA : CAJAMARCA  
 REGIÓN : CAJAMARCA  
 FECHA DE ANÁLISIS : 17 DE MARZO DEL 2024

PARÁMETRO	UNIDAD	M-1	LPM
		RUSULTADO	
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>			
TURBIEDAD	UNT	>0.03	0
PH, A 20 °C	--	>60.00	6.5 a 8.5
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	>120.00	1600
DUREZA TOTAL	Mg/L	>30.00	500
COLOR	UCV	>9.00	10
CLORUROS	mg/L	> 7.00	250
FLUORUROS	mg/L	>0.01	1
SULFATOS	mg/L	>1.20	250
NITRATOS	mg/L	>2.50	60
ALUMINIO	mg/L	>43.00	0.2
COBRE	mg/L	>19.00	2.0
CROMO TOTAL	mg/L	>25.00	0.05
HIERRO	mg/L	>19.00	0.3
MANGANESO	mg/L	>78.00	0.4
ZINC	mg/L	>12.00	2.0
<b>ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO</b>			
COLIFORMES TOTALES	MM/100 mL	0	0
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	MM/100 mL	0	0

LMP = Límites máximos permisibles, dados por DS N° 031-2010-SA, para aguas de consumo humano

UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad

UFC = Unidad Formadora de Colonias

**MUESTRA:**

M-1: muestreada y alcanzada al laboratorio por el tesista.

**COMENTARIO:**

Los Resultados de la muestra se compara con los LPM dados por el reglamento de calidad de agua para consumo humano, según D.S. N° 031- 2010- SA

La turbiedad es aceptable se encuentra dentro de los parámetros permisibles, de igual manera los otros parámetros físicoquímicos evaluados. No se encuentran presentes coliformes totales es decir el agua en análisis es de buena calidad.

Cajamarca, 17 de marzo del 2024



*Alfredo Chávez Álvarez*  
**Ing. Alfredo Chávez Álvarez**  
 Jefe (a) Oficina de Control  
 de Calidad  
 E.P.S. SEDACAJ S.A.



**OFICINA PRINCIPAL**  
 ● Jr. Cruz de Piedra N° 150  
 ● sedacaj@sedacaj.com.pe  
 ● 076-363680

**OFICINA COMERCIAL**  
 ● Av. Perú N° 658  
 ● C.C. El Quinde - 2do Nivel  
 ● 076-367952

**INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO  
DE AGUA**

**DATOS DE LA MUESTRA:**

SOLICITANTE : EDGAR CHILÓN ISHPILCO  
 PUNTO DE MUESTREO : CAPTACIÓN YERBA BUENA 6 – LOC. PORCÓN BAJO  
 LOCALIDAD : PORCÓN BAJO  
 DISTRITO : CAJAMARCA  
 PROVINCIA : CAJAMARCA  
 REGIÓN : CAJAMARCA  
 FECHA DE ANÁLISIS : 17 DE MARZO DEL 2024

PARÁMETRO	UNIDAD	M-1	LPM
		RUSULTADO	
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>			
TURBIEDAD	UNT	>0.02	5
PH, A 20 °C	--	>55.00	6.5 a 8.5
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	>110.00	1500
DUREZA TOTAL	Mg/L	>30.00	500
COLOR	UCV	>7.00	17
CLORUROS	mg/L	> 6.00	250
FLUORUROS	mg/L	>0.01	1
SULFATOS	mg/L	>1.20	250
NITRATOS	mg/L	>2.50	60
ALUMINIO	mg/L	>43.00	0.2
COBRE	mg/L	>19.00	2.0
CROMO TOTAL	mg/L	>25.00	0.05
HIERRO	mg/L	>19.00	0.25
MANGANESO	mg/L	>73.00	0.45
ZINC	mg/L	>10.00	2.0
<b>ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO</b>			
COLIFORMES TOTALES	MM/100 mL	0	0
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	MM/100 mL	0	0

LMP = Límites máximos permisibles, dados por DS N° 031-2010-SA, para aguas de consumo humano

UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad

UFC = Unidad Formadora de Colonias

**MUESTRA:**

M-1: muestreada y alcanzada al laboratorio por el testista.

**COMENTARIO:**

Los Resultados de la muestra se compara con los LPM dados por el reglamento de calidad de agua para consumo humano, según D.S. N° 031-2010-SA

La turbiedad es aceptable se encuentra dentro de los parámetros permisibles, de igual manera los otros parámetros físicoquímicos evaluados. No se encuentran presentes coliformes totales es decir el agua en análisis es de buena calidad.

Cajamarca, 17 de marzo del 2024

**Ing. Alfredo Chávez Alvarez**  
 Jefe (a) Oficina de Control  
 de Calidad  
 E.P.S. SEDACAJ S.A.



**OFICINA PRINCIPAL**  
 • Jr. Cruz de Piedra N° 150  
 • sedacaj@sedacaj.com.pe  
 • 076-363680

**OFICINA COMERCIAL**  
 • Av. Perú N° 608  
 • C.C. El Quinde - 2do Nivel  
 • 076-367952

**INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO  
DE AGUA**

**DATOS DE LA MUESTRA:**  
**SOLICITANTE** : EDGAR CHILÓN ISHPILCO  
**PUNTO DE MUESTREO** : CAPTACIÓN YERBA BUENA 7 – LOC. PORCÓN BAJO  
**LOCALIDAD** : PORCÓN BAJO  
**DISTRITO** : CAJAMARCA  
**PROVINCIA** : CAJAMARCA  
**REGIÓN** : CAJAMARCA  
**FECHA DE ANÁLISIS** : 17 DE MARZO DEL 2024

PARÁMETRO	UNIDAD	M-1	LPM
		RUSULTADO	
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO</b>			
TURBIEDAD	UNT	>0.03	0
PH, A 20 °C	--	>65.00	6.5 a 8.5
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	>115.00	1500
DUREZA TOTAL	Mg/L	>28.00	500
COLOR	UCV	>7.00	18
CLORUROS	mg/L	> 5.00	250
FLUORUROS	mg/L	>0.01	1
SULFATOS	mg/L	>1.20	250
NITRATOS	mg/L	>2.50	60
ALUMINIO	mg/L	>46.00	0.25
COBRE	mg/L	>17.00	2.0
CROMO TOTAL	mg/L	>25.00	0.05
HIERRO	mg/L	>18.00	0.30
MANGANESO	mg/L	>75.00	0.40
ZINC	mg/L	>15.00	2.0
<b>ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO</b>			
COLIFORMES TOTALES	MM/100 mL	0	0
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	MM/100 mL	0	0

LMP = Límites máximos permisibles, dados por DS N° 031-2010-SA, para aguas de consumo humano

UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad

UFC = Unidad Formadora de Colonias

**MUESTRA:**

M-1: muestreada y alcanzada al laboratorio por el testista.

**COMENTARIO:**

Los Resultados de la muestra se compara con los LPM dados por el reglamento de calidad de agua para consumo humano, según D.S. N° 031-2010-SA

La turbiedad es aceptable se encuentra dentro de los parámetros permisibles, de igual manera los otros parámetros físicoquímicos evaluados. No se encuentran presentes coliformes totales es decir el agua en análisis es de buena calidad.

Cajamarca, 17 de marzo del 2024



**Ing. Alfredo Chávez Alvarez**  
Jefe (a) Oficina de Control  
de Calidad  
E.P.S. SEDACAJ S.A.



**OFICINA PRINCIPAL**  
 ● Jr. Cruz de Piedra N° 150  
 ● sedacaj@sedacaj.com.pe  
 ● 076-363680

**OFICINA COMERCIAL**  
 ● Av. Perú N° 608  
 ● C.C. El Quinde - 2do Nivel  
 ● 076-367952

### Anexo 4. Cálculo del caudal medio

	Día	Fecha	Hora	05:30	06:30	07:30	08:30	09:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30	16:30	17:30	18:30	19:30	T. TOTAL
SEMANA 1	1	14-Oct	Lectura	0.24	0.31	0.42	0.58	0.81	0.96	1.04	1.15	1.25	1.36	1.44	1.60	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
	2	15-Oct	Lectura	0.23	0.32	0.43	0.56	0.80	0.97	1.00	1.13	1.21	1.30	1.45	1.62	1.59	1.60	1.60	15 Hrs
	3	16-Oct	Lectura	0.24	0.29	0.40	0.56	0.82	0.98	1.12	1.12	1.22	1.32	1.40	1.59	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
	4	17-Oct	Lectura	0.25	0.30	0.41	0.57	0.81	0.96	1.13	1.11	1.25	1.35	1.48	1.62	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
	5	18-Oct	Lectura	0.24	0.31	0.43	0.56	0.81	0.94	1.00	1.10	1.28	1.34	1.45	1.61	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
	6	19-Oct	Lectura	0.18	0.22	0.33	0.42	0.71	0.86	1.04	1.13	1.25	1.36	1.59	1.60	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
	7	20-Oct	Lectura	0.17	0.21	0.34	0.43	0.71	0.87	1.04	1.13	1.25	1.36	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
SEMANA 2	8	21-Oct	Lectura	0.24	0.31	0.42	0.58	0.81	0.96	1.04	1.15	1.25	1.36	1.44	1.60	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
	9	22-Oct	Lectura	0.23	0.32	0.43	0.56	0.81	0.96	1.00	1.13	1.21	1.30	1.45	1.62	1.59	1.60	1.60	15 Hrs
	10	23-Oct	Lectura	0.24	0.29	0.40	0.56	0.81	0.96	1.12	1.12	1.22	1.32	1.40	1.59	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
	11	24-Oct	Lectura	0.25	0.30	0.41	0.57	0.81	0.96	1.13	1.11	1.25	1.35	1.48	1.62	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
	12	25-Oct	Lectura	0.24	0.31	0.43	0.56	0.81	0.96	1.00	1.10	1.28	1.34	1.45	1.61	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
	13	26-Oct	Lectura	0.18	0.22	0.33	0.42	0.71	0.86	1.04	1.13	1.25	1.36	1.59	1.60	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
	14	27-Oct	Lectura	0.17	0.21	0.34	0.43	0.71	0.87	1.04	1.13	1.25	1.36	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
SEMANA 3	15	28-Oct	Lectura	0.24	0.31	0.42	0.58	0.81	0.96	1.04	1.15	1.25	1.36	1.44	1.60	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
	16	29-Oct	Lectura	0.23	0.32	0.43	0.56	0.81	0.96	1.00	1.13	1.21	1.30	1.45	1.62	1.59	1.60	1.60	15 Hrs
	17	30-Oct	Lectura	0.24	0.29	0.40	0.56	0.81	0.96	1.12	1.12	1.22	1.32	1.40	1.59	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
	18	31-Oct	Lectura	0.25	0.30	0.41	0.57	0.81	0.96	1.13	1.11	1.25	1.35	1.48	1.62	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
	19	01-Nov	Lectura	0.24	0.31	0.43	0.56	0.81	0.96	1.00	1.10	1.28	1.34	1.45	1.61	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
	20	02-Nov	Lectura	0.18	0.22	0.33	0.42	0.71	0.86	1.04	1.13	1.25	1.36	1.59	1.60	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
	21	03-Nov	Lectura	0.17	0.21	0.34	0.43	0.71	0.87	1.04	1.13	1.25	1.36	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
SEMANA 4	22	04-Nov	Lectura	0.24	0.31	0.42	0.58	0.81	0.96	1.04	1.15	1.25	1.36	1.44	1.60	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
	23	05-Nov	Lectura	0.23	0.32	0.43	0.56	0.81	0.96	1.00	1.13	1.21	1.30	1.45	1.62	1.58	1.60	1.60	15 Hrs
	23	06-Nov	Lectura	0.24	0.29	0.40	0.56	0.81	0.96	1.12	1.12	1.22	1.32	1.40	1.59	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
	25	07-Nov	Lectura	0.25	0.30	0.41	0.57	0.81	0.96	1.13	1.11	1.25	1.35	1.48	1.62	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
	26	08-Nov	Lectura	0.24	0.31	0.43	0.56	0.81	0.96	1.00	1.10	1.28	1.34	1.45	1.61	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
	27	09-Nov	Lectura	0.18	0.22	0.33	0.42	0.71	0.86	1.04	1.13	1.25	1.36	1.59	1.60	1.60	1.60	1.60	15 Hrs
	28	10-Nov	Lectura	0.17	0.21	0.34	0.43	0.71	0.87	1.04	1.13	1.25	1.36	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	15 Hrs

### *Anexo 5. Presiones en Epanet*

<b>Presiones en Epanet</b>	
<b>Vivienda</b>	<b>Presión (mca)</b>
V1	12.2
V2	16.86
V3	22.44
V4	25.94
V5	49.89
V6	51.96
V7	57.43
V8	85.12
V9	87.06
V10	81.84
V11	84.92
V12	85
V13	95.8
V14	97.38
V15	99.78
V16	39.73
V17	39.9
V18	63.86
V19	67.79
V20	68.39
V21	74.85
V22	73.94
V23	96.81
V24	44.08
V25	46.48
V26	59.1
V27	66.02
V28	56.28
V29	57.27
V30	64.84
V31	45.14
V32	70.36
V33	72.74
V34	74.13
V35	76.22
V36	37.74
V37	50.03
V38	56.08
V39	60.28
V40	63.92
V41	67.13
V42	72.23
V43	74.12
V44	47.68
V45	57.1
V46	57.8



*Anexo 6. Panel fotográfico*

**Fotografía 1**

*Identificación de Patologías en los Elementos del SAP*



## Fotografía 2

*Análisis de presiones en las viviendas de Porcón Bajo*



## Fotografía 3

*Análisis de presiones en otra de las viviendas de Porcón Bajo*



#### **Fotografía 4**

*Manómetro para el análisis de presiones en las viviendas del SAP Porcón Bajo*



#### **Fotografía 5**

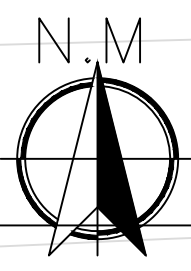
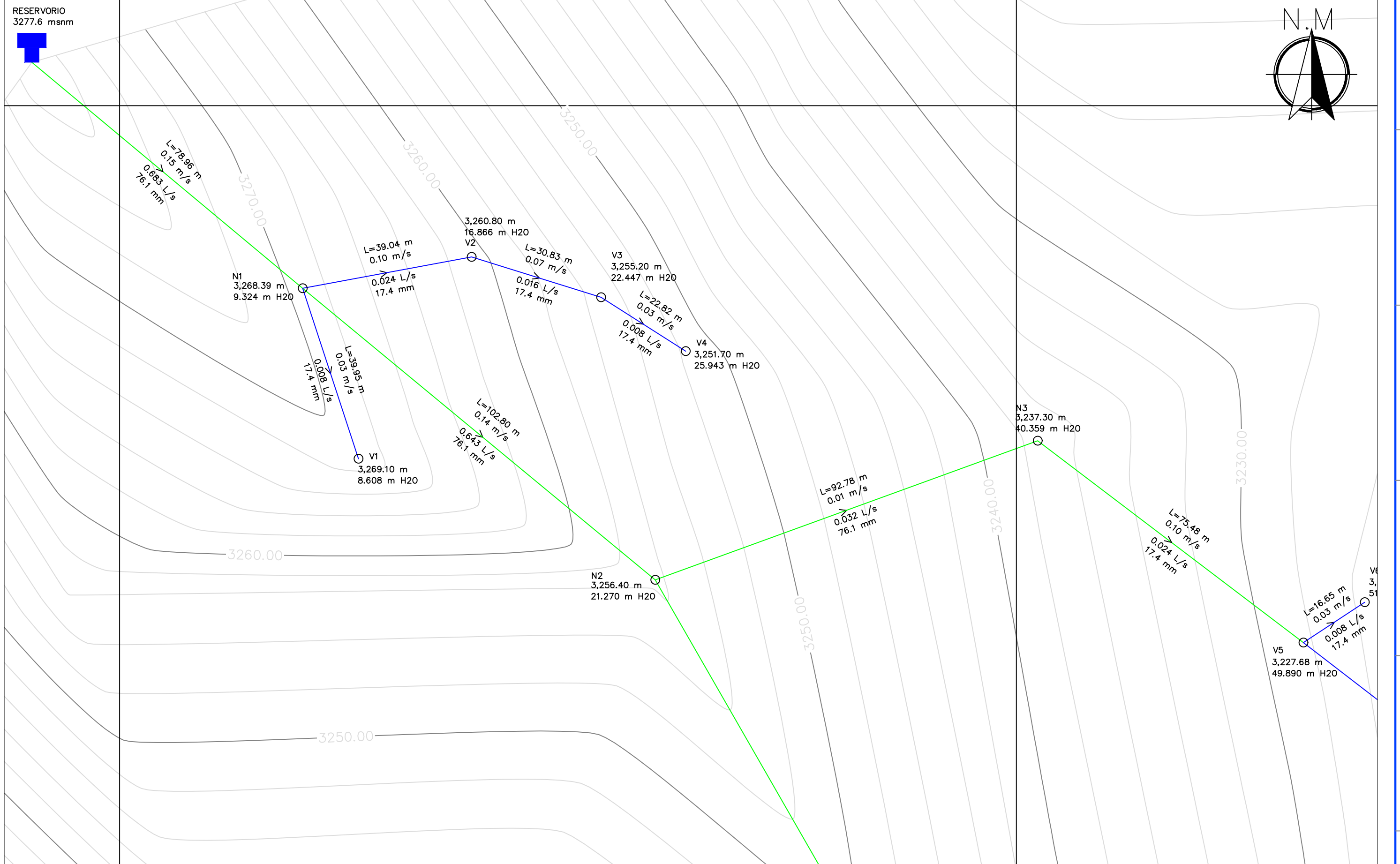
*Tesista explicando el cuestionario a los usuarios del SAP Porcón Bajo*



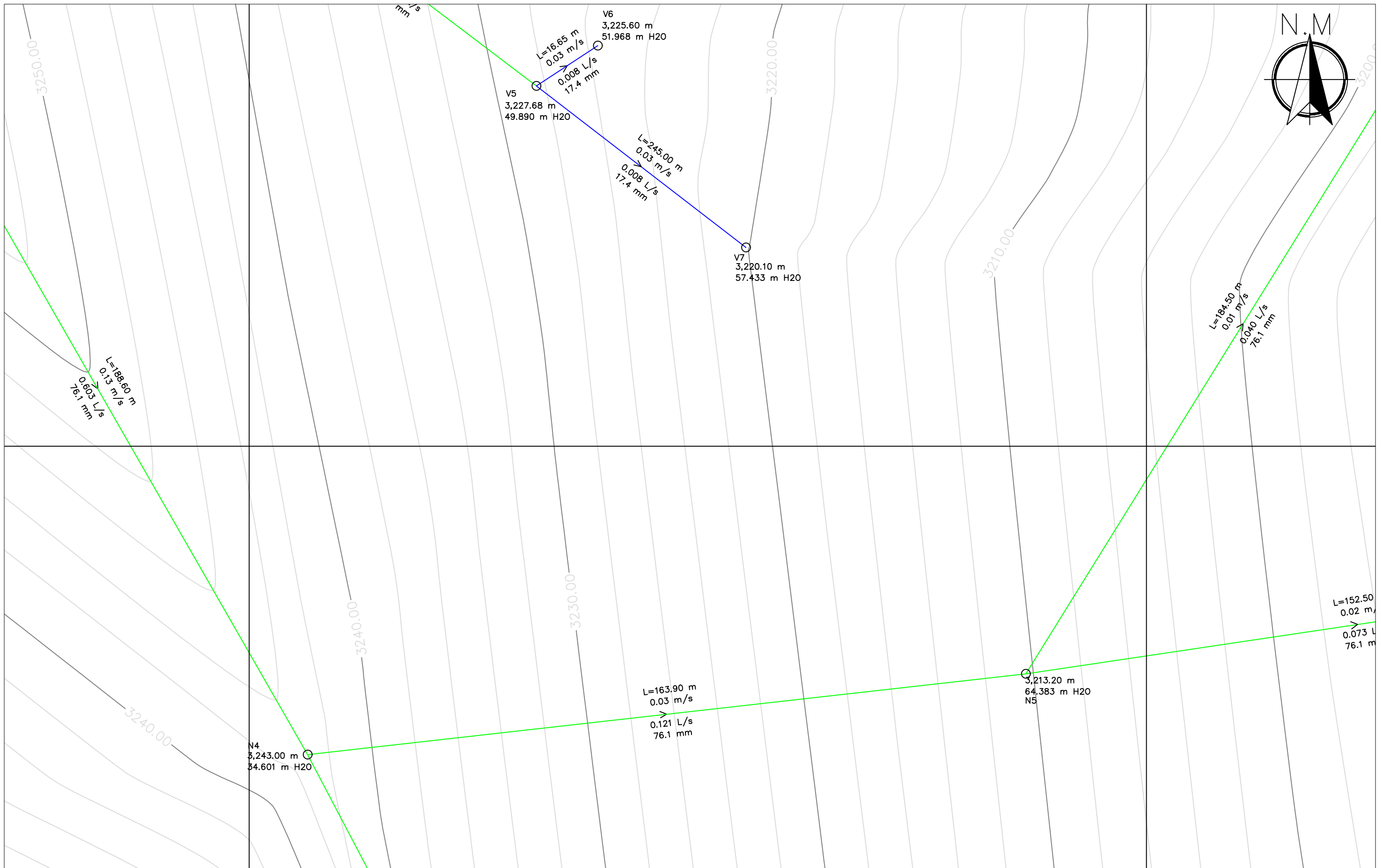
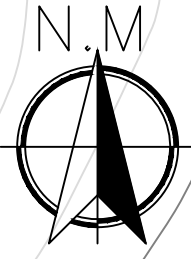
## Fotografía 6

*Aplicación del cuestionario a los usuarios del SAP en Porcón Bajo*





<b>LEYENDA</b> TUBERIA PVC C-10-0 1/2" TUBERIA PVC C-10-0 2" TUBERIA PVC C-10-0 3" CAMARA ROMPE PRESIÓN RESERVORIO NODO DEL SISTEMA CURVAS DE NIVEL		<b>CAUDALES DE DISEÑO</b> CAUDAL MEDIO (Qm) = 0.36 l/s CAUDAL MÁXIMO HORARIO (Qmh) = 0.41 l/s CAUDAL MÁXIMO DIARIO (Qmd) = 0.80 l/s K1 = 1.14 K2 = 2.20 Caudal por nudo = 0.008 l/s		<b>RESULTADOS HIDRÁULICOS</b> PRESIÓN MÁXIMA = 99.780 mca PRESIÓN MÍNIMA = 8.608 mca VELOCIDAD MÁXIMA = 0.08 m/s VELOCIDAD MÍNIMA = 0.008 m/s		<b>NOTAS:</b> 1. PUNTOS TOPOGRÁFICOS TOMADAS CON GPS. 2. COORDENADAS TOMADAS SOLO EN USUARIOS QUE NOS PERMITIERON INGRESAR A SUS HOGARES. 3. EL MODELAMIENTO ESTÁTICO SE REALIZO CON EL SOFTWARE EPANET 2.1.				UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRÁULICA EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO PORCON BAJO, 2023 MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE EPANET 2.1.		ESCALA: 1/2000 BACHILLER: CHILÓN ISHPILCO, EDCAR ASESOR: Dr. Ing. GASPAR MENDEZ, CRUZ. FECHA: NOVIEMBRE, 2024 N° DE PLANO: 001		FORMATO: A3	
--	--	---	--	---	--	---	--	--	--	--	--	--	--	-------------	--



LEYENDA	
	TUBERIA PVC C-10-0 1/2"
	TUBERIA PVC C-10-0 2"
	TUBERIA PVC C-10-0 3"
	CAMARA ROMPE PRESIÓN
	RESERVORIO
	NODO DEL SISTEMA
	CURVAS DE NIVEL

CAUDALES DE DISEÑO
CAUDAL MEDIO (Qm) = 0.36 l/s
CAUDAL MÁXIMO HORARIO (Qmh) = 0.41 l/s
CAUDAL MÁXIMO DIARIO (Qmd) = 0.80 l/s
K1 = 1.14
K2 = 2.20
Caudal por nudo = 0.008 l/s

RESULTADOS HIDRÁULICOS
PRESIÓN MÁXIMA = 99.780 mca
PRESIÓN MÍNIMA = 8.608 mca
VELOCIDAD MÁXIMA = 0.080 m/s
VELOCIDAD MÍNIMA = 0.008 m/s

NOTAS:

- PUNTOS TOPOGRÁFICOS TOMADAS CON GPS.
- COORDENADAS TOMADAS SOLO EN USUARIOS QUE NOS PERMITIERON INGRESAR A SUS HOGARES.
- EL MODELAMIENTO ESTÁTICO SE REALIZO CON EL SOFTWARE EPANET 2.1.

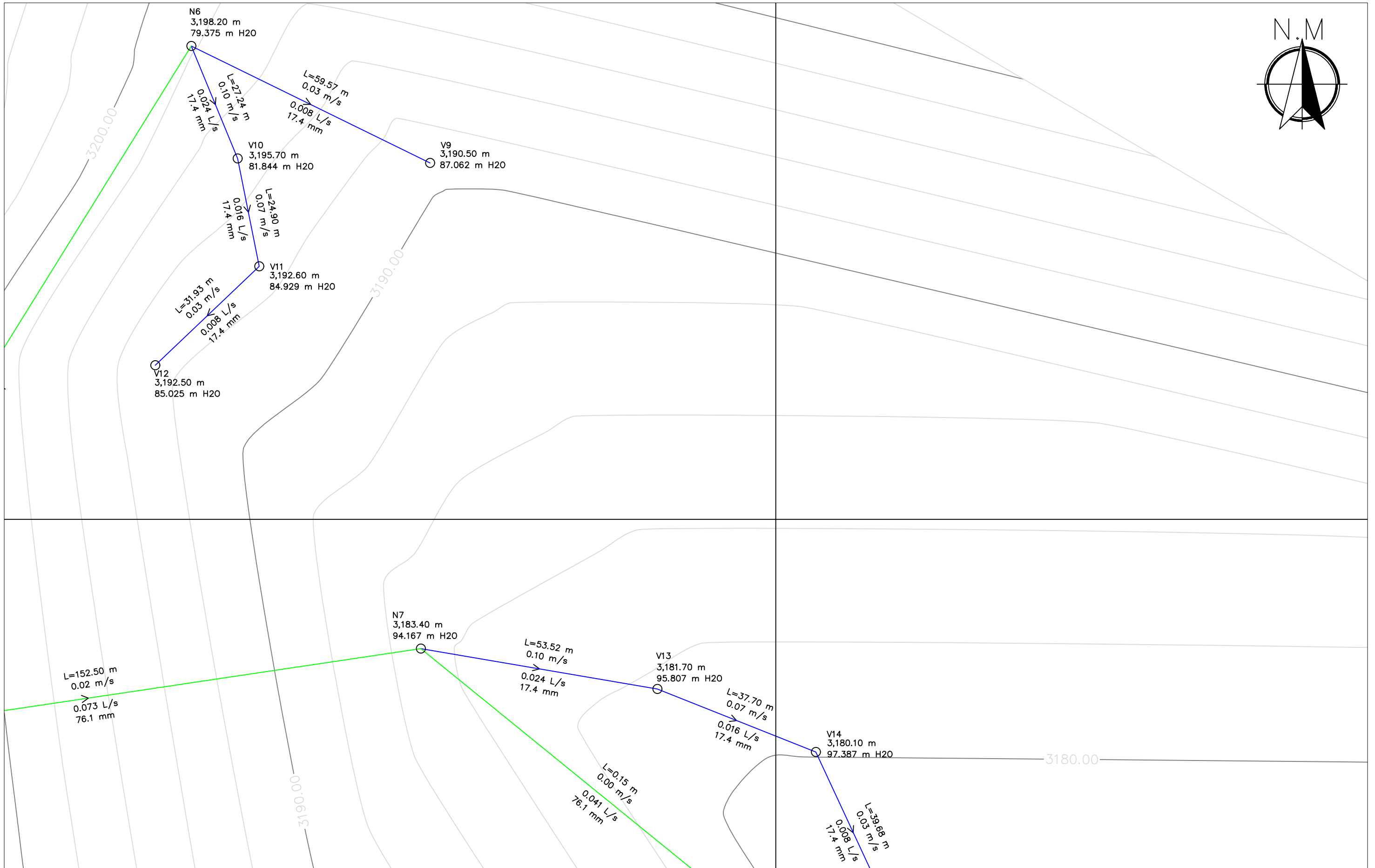
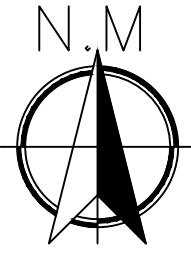


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRÁULICA

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
 DEL CENTRO POBLADO PORCON BAJO, 2023

MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE  
 DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE EPANET 2.1.

ESCALA:	1/2000	FORMATO:	A3
BACHILLER:	CHILÓN ISHILCO, EDCAR		
ASESOR:	Dr. Ing. GASPAR MENDEZ, CRUZ.		
FECHA:	NOVIEMBRE, 2024	Nº DE PLANO:	002



LEYENDA	
	TUBERIA PVC C-10-0 1/2"
	TUBERIA PVC C-10-0 2"
	TUBERIA PVC C-10-0 3"
	CAMARA ROMPE PRESION
	RESERVORIO
	NODO DEL SISTEMA
	CURVAS DE NIVEL

CAUDALES DE DISEÑO
CAUDAL MEDIO (Qm) = 0.36 l/s
CAUDAL MÁXIMO HORARIO (Qmh) = 0.41 l/s
CAUDAL MÁXIMO DIARIO (Qmd) = 0.80 l/s
K1 = 1.14
K2 = 2.20
Caudal por nodo = 0.008 l/s

RESULTADOS HIDRÁULICOS
PRESIÓN MÁXIMA = 99.780 mca
PRESIÓN MÍNIMA = 8.608 mca
VELOCIDAD MÁXIMA = 0.08 m/s
VELOCIDAD MÍNIMA = 0.008 m/s

- NOTAS:
- PUNTOS TOPOGRÁFICOS TOMADAS CON GPS.
  - COORDENADAS TOMADAS SOLO EN USUARIOS QUE NOS PERMITIERON INGRESAR A SUS HOGARES.
  - EL MODELAMIENTO ESTÁTICO SE REALIZO CON EL SOFTWARE EPANET 2.1.

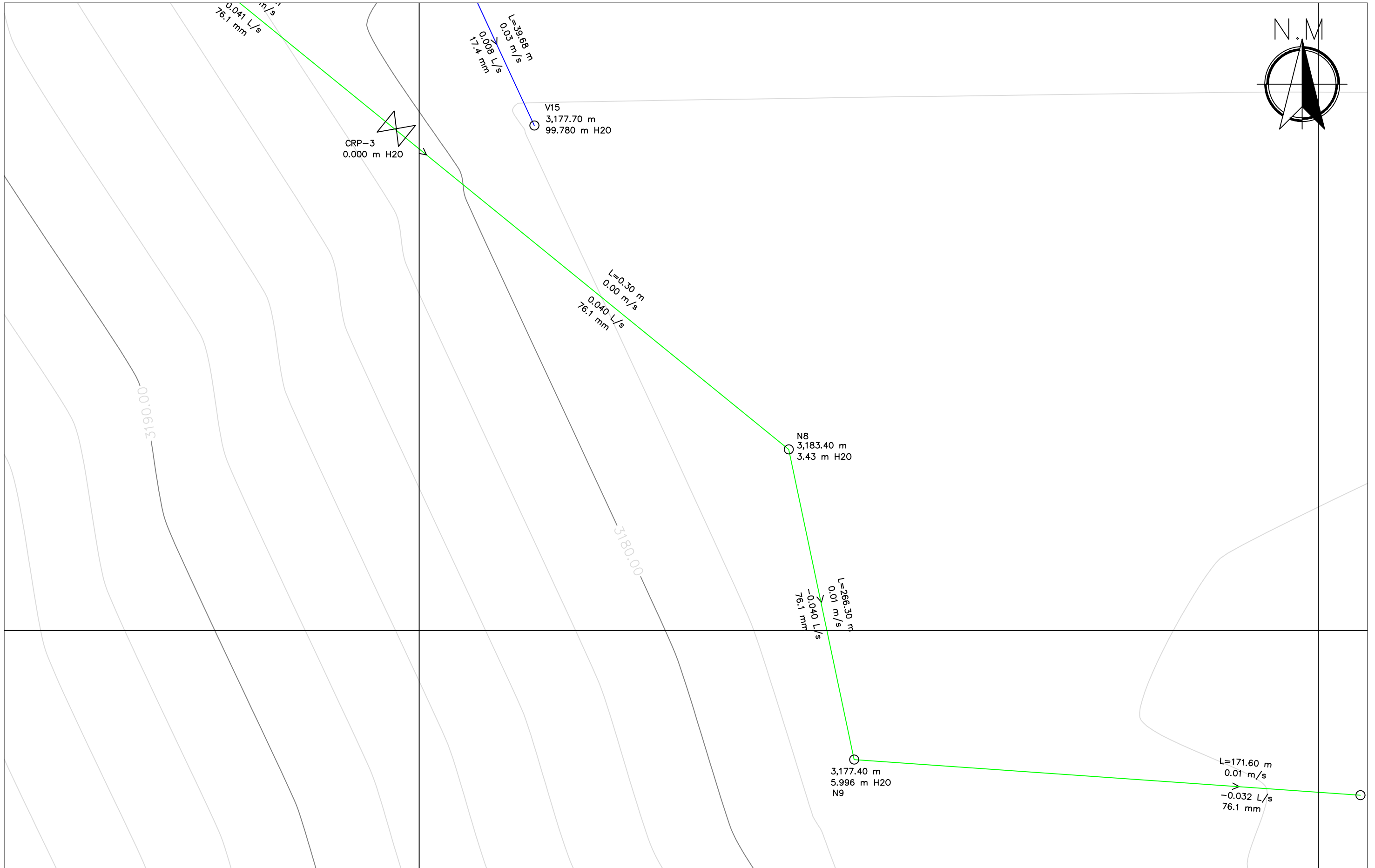
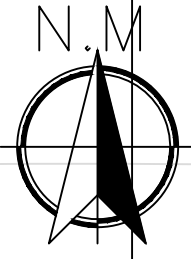


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRÁULICA

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
 DEL CENTRO POBLADO PORCON BAJO, 2023

MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE  
 DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE EPANET 2.1.

ESCALA:	1/2000	FORMATO:	A3
BACHILLER:	CHILÓN ISHPILCO, EDGAR		
ASESOR:	Dr. Ing. GASPAR MENDEZ, CRUZ.		
FECHA:	NOVIEMBRE, 2024	Nº DE PLANO:	003



LEYENDA	
	TUBERIA PVC C-10-0 1/2"
	TUBERIA PVC C-10-0 2"
	TUBERIA PVC C-10-0 3"
	CAMARA ROMPE PRESION
	RESERVORIO
	NODO DEL SISTEMA
	CURVAS DE NIVEL

CAUDALES DE DISEÑO
CAUDAL MEDIO (Qm) = 0.36 l/s
CAUDAL MÁXIMO HORARIO (Qmh) = 0.41 l/s
CAUDAL MÁXIMO DIARIO (Qmd) = 0.80 l/s
K1 = 1.14
K2 = 2.20
Caudal por nudo = 0.008 l/s

RESULTADOS HIDRÁULICOS
PRESIÓN MÁXIMA = 99.780 mca
PRESIÓN MÍNIMA = 8.608 mca
VELOCIDAD MÁXIMA = 0.08 m/s
VELOCIDAD MÍNIMA = 0.008 m/s

NOTAS:

- PUNTOS TOPOGRÁFICOS TOMADAS CON GPS.
- COORDENADAS TOMADAS SOLO EN USUARIOS QUE NOS PERMITIERON INGRESAR A SUS HOGARES.
- EL MODELAMIENTO ESTÁTICO SE REALIZO CON EL SOFTWARE EPANET 2.1.



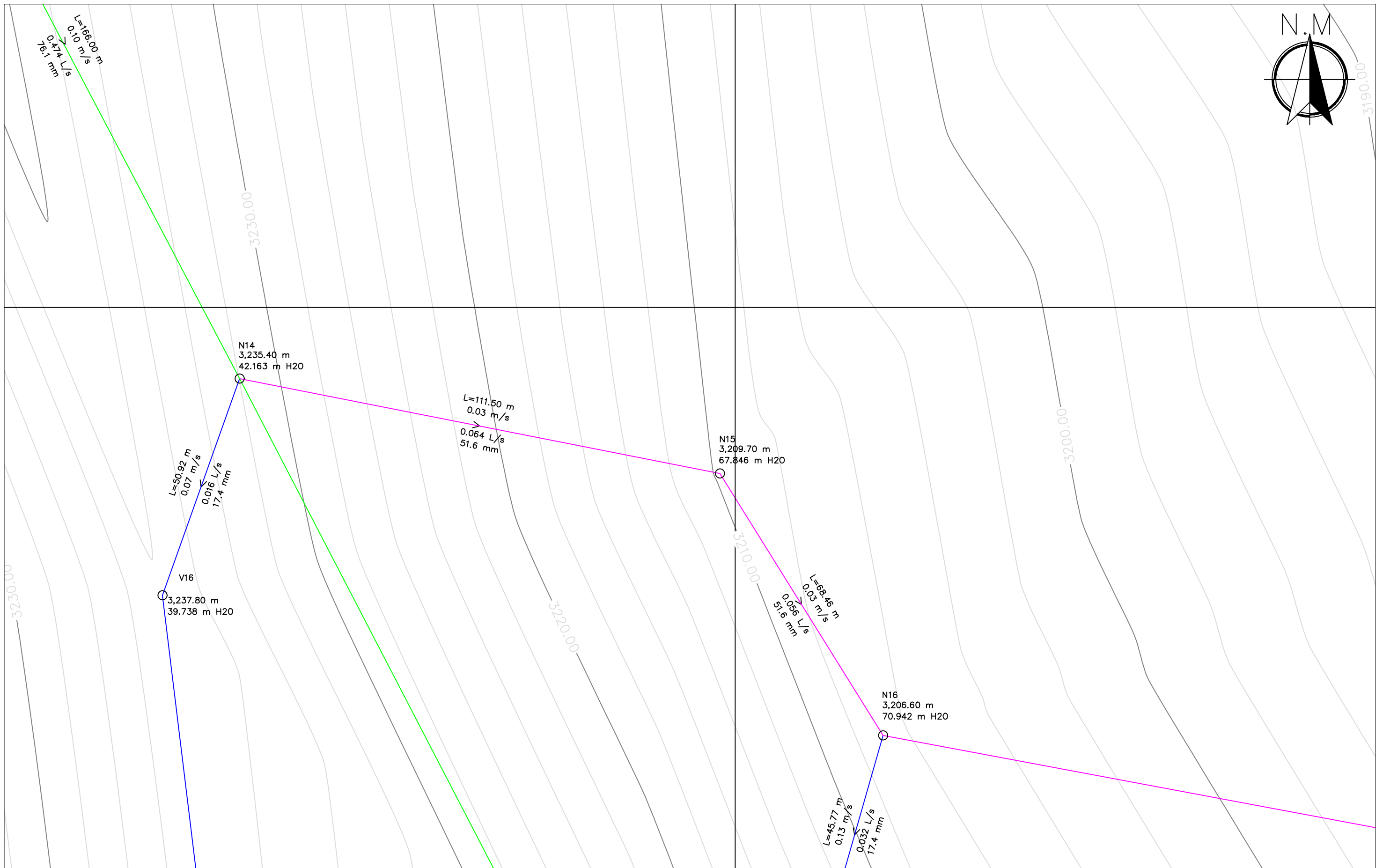
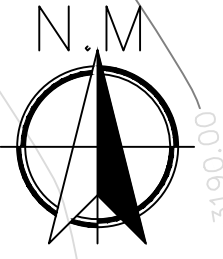
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRÁULICA

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
 DEL CENTRO POBLADO PORCON BAJO, 2023

MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE  
 DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE EPANET 2.1.

ESCALA:	1/2000	FORMATO:	A3
BACHILLER:	CHILÓN ISHPILCO, EDCAR		
ASESOR:	Dr. Ing. GASPAR MENDEZ, CRUZ.		
FECHA:	NOVIEMBRE, 2024	Nº DE PLANO:	003





LEYENDA	
	TUBERIA PVC C-10-0 1/2"
	TUBERIA PVC C-10-0 2"
	TUBERIA PVC C-10-0 3"
	CAMARA ROMPE PRESIÓN
	RESERVORIO
	NODO DEL SISTEMA
	CURVAS DE NIVEL

CAUDALES DE DISEÑO	
CAUDAL MEDIO (Qm) =	0.36 l/s
CAUDAL MÁXIMO HORARIO (Qmh) =	0.41 l/s
CAUDAL MÁXIMO DIARIO (Qmd) =	0.80 l/s
K1 =	1.14
K2 =	2.20

RESULTADOS HIDRÁULICOS	
PRESIÓN MÁXIMA =	99.780 mca
PRESIÓN MÍNIMA =	8.608 mca
VELOCIDAD MÁXIMA =	0.08 m/s
VELOCIDAD MÍNIMA =	0.008 m/s
Caudal por nudo =	0.008 l/s

- NOTAS:
- PUNTOS TOPOGRÁFICOS TOMADAS CON GPS.
  - COORDENADAS TOMADAS SOLO EN USUARIOS QUE NOS PERMITIERON INGRESAR A SUS HOGARES.
  - EL MODELAMIENTO ESTÁTICO SE REALIZO CON EL SOFTWARE EPANET 2.1.

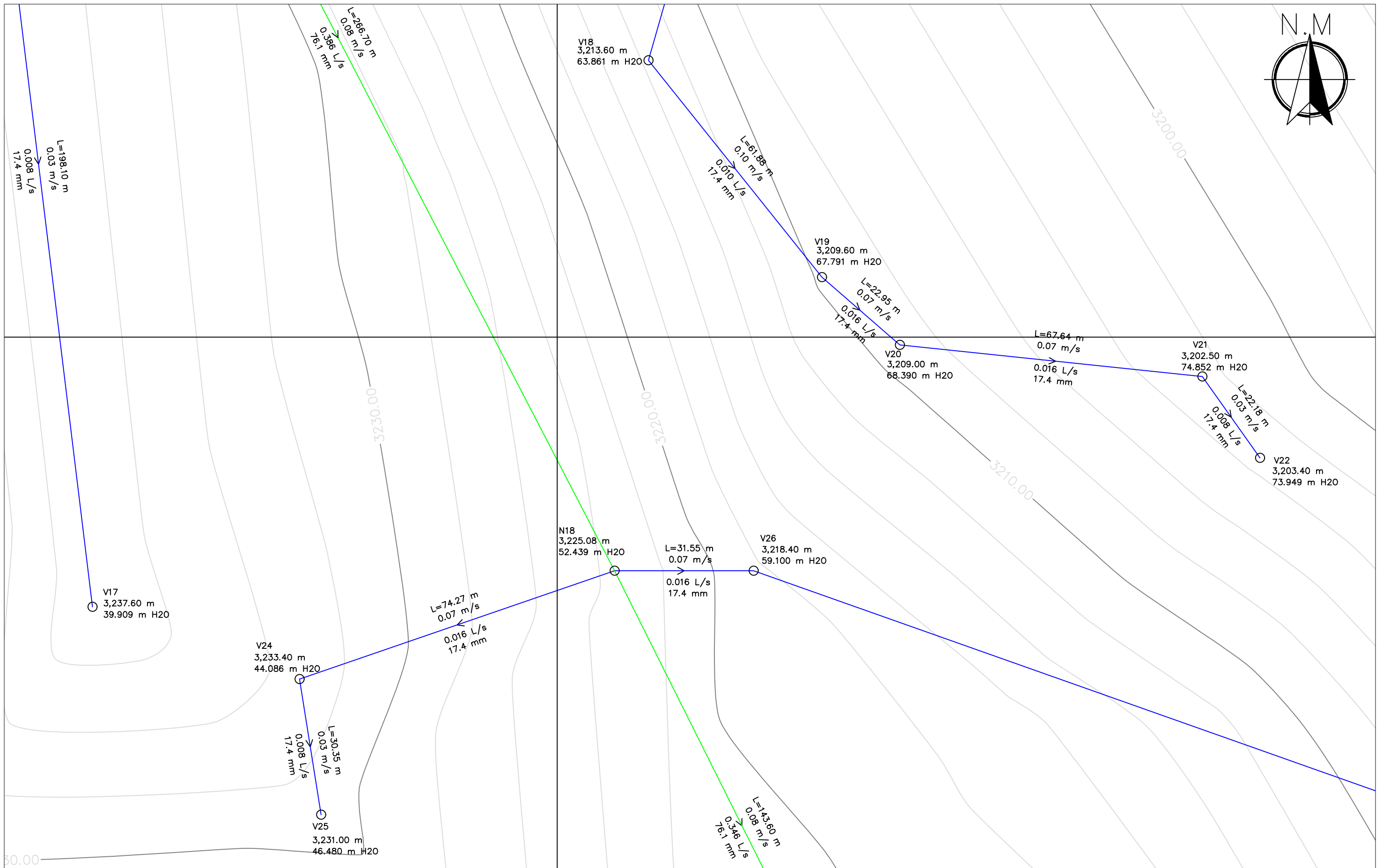
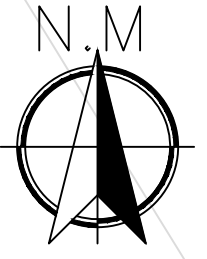


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRÁULICA

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
 DEL CENTRO POBLADO PORCON BAJO, 2023

MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE  
 DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE EPANET 2.1.

ESCALA:	1/2000	FORMATO:	A3
BACHILLER:	CHILÓN ISHPILCO, EDCAR		
ASESOR:	Dr. Ing. GASPAR MENDEZ, CRUZ.		
FECHA:	NOVIEMBRE, 2024	N° DE PLANO:	005



LEYENDA	
	TUBERIA PVC C-10-0 1/2"
	TUBERIA PVC C-10-0 2"
	TUBERIA PVC C-10-0 3"
	CAMARA ROMPE PRESION
	RESERVORIO
	NODO DEL SISTEMA
	CURVAS DE NIVEL

CAUDALES DE DISEÑO	
CAUDAL MEDIO (Qm) =	0.36 l/s
CAUDAL MÁXIMO HORARIO (Qmh) =	0.41 l/s
CAUDAL MÁXIMO DIARIO (Qmd) =	0.80 l/s
K1 =	1.14
K2 =	2.20
Caudal por nudo =	0.008 l/s

RESULTADOS HIDRÁULICOS	
PRESIÓN MÁXIMA =	99.780 mca
PRESIÓN MÍNIMA =	8.608 mca
VELOCIDAD MÁXIMA =	0.08 m/s
VELOCIDAD MÍNIMA =	0.008 m/s

NOTAS:

- PUNTOS TOPOGRÁFICOS TOMADAS CON GPS.
- COORDENADAS TOMADAS SOLO EN USUARIOS QUE NOS PERMITIERON INGRESAR A SUS HOGARES.
- EL MODELAMIENTO ESTÁTICO SE REALIZO CON EL SOFTWARE EPANET 2.1.

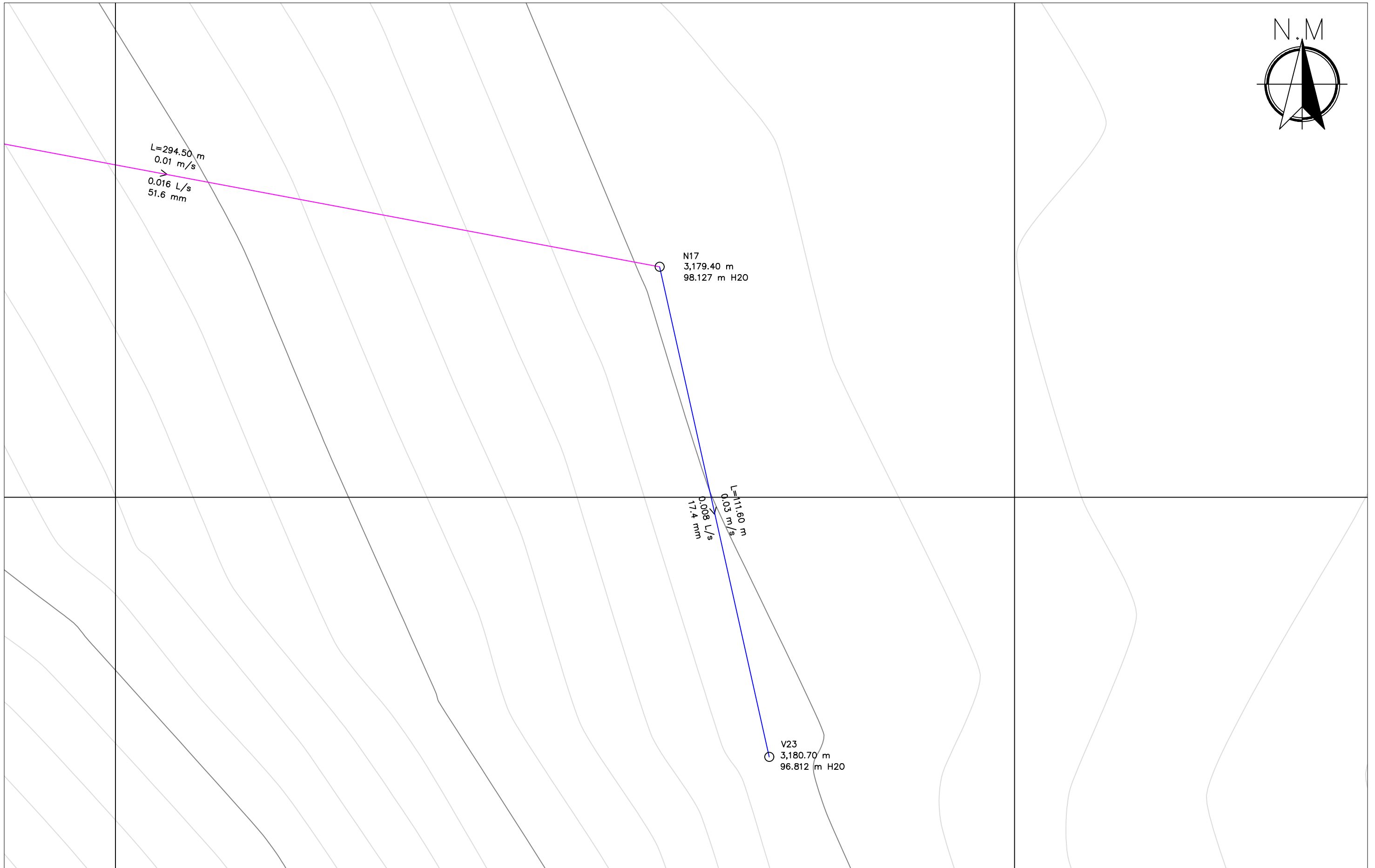
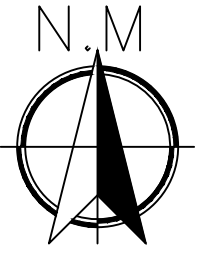


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRÁULICA

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
 DEL CENTRO POBLADO PORCON BAJO, 2023

MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE  
 DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE EPANET 2.1.

ESCALA:	1/2000	FORMATO:	A3
BACHILLER:	CHILÓN ISHILCO, EDGAR		
ASESOR:	Dr. Ing. GASPAR MENDEZ, CRUZ.		
FECHA:	NOVIEMBRE, 2024	Nº DE PLANO:	006



LEYENDA	
	TUBERIA PVC C-10-0 1/2"
	TUBERIA PVC C-10-0 2"
	TUBERIA PVC C-10-0 3"
	CAMARA ROMPE PRESION
	RESERVORIO
	NODO DEL SISTEMA
	CURVAS DE NIVEL

CAUDALES DE DISEÑO
CAUDAL MEDIO (Qm) = 0.36 l/s
CAUDAL MÁXIMO HORARIO (Qmh) = 0.41 l/s
CAUDAL MÁXIMO DIARIO (Qmd) = 0.80 l/s
K1 = 1.14
K2 = 2.20
Caudal por nudo = 0.008 l/s

RESULTADOS HIDRÁULICOS
PRESIÓN MÁXIMA = 99.780 mca
PRESIÓN MÍNIMA = 8.608 mca
VELOCIDAD MÁXIMA = 0.08 m/s
VELOCIDAD MÍNIMA = 0.008 m/s

NOTAS:

1. PUNTOS TOPOGRÁFICOS TOMADAS CON GPS.
2. COORDENADAS TOMADAS SOLO EN USUARIOS QUE NOS PERMITIERON INGRESAR A SUS HOGARES.
3. EL MODELAMIENTO ESTÁTICO SE REALIZO CON EL SOFTWARE EPANET 2.1.

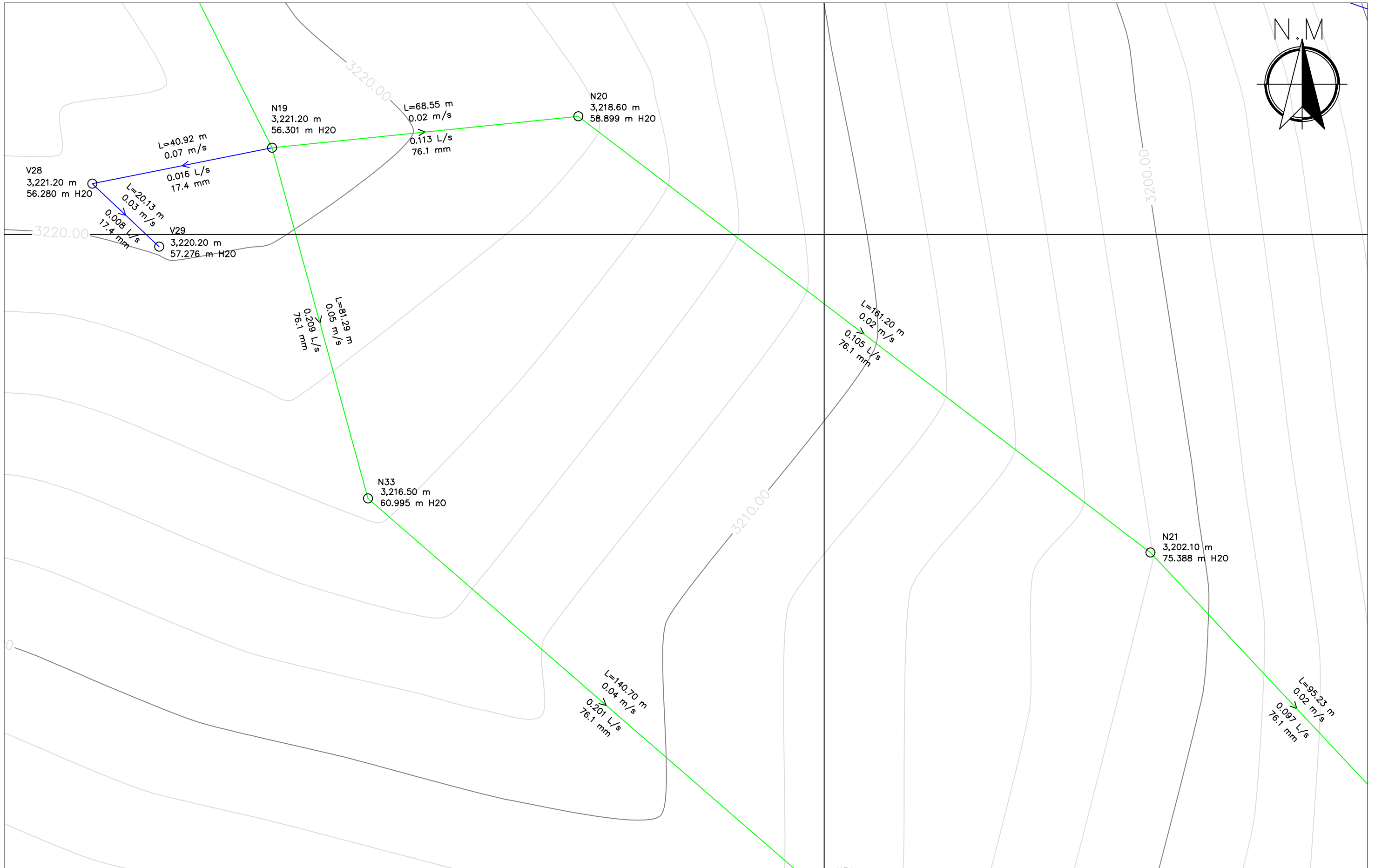
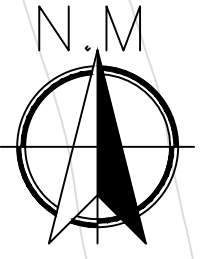


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRÁULICA

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
 DEL CENTRO POBLADO PORCON BAJO, 2023

MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE  
 DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE EPANET 2.1.

ESCALA:	1/2000	FORMATO:	A3
BACHILLER:	CHILÓN ISHILCO, EDCAR		
ASESOR:	Dr. Ing. GASPAR MENDEZ, CRUZ.		
FECHA:	NOVIEMBRE, 2024	N° DE PLANO:	007



LEYENDA	
	TUBERIA PVC C-10-0 1/2"
	TUBERIA PVC C-10-0 2"
	CAMARA ROMPE PRESIÓN
	RESERVORIO
	NÓDO DEL SISTEMA
	CURVAS DE NIVEL

CAUDALES DE DISEÑO
CAUDAL MEDIO (Qm) = 0.36 l/s
CAUDAL MÁXIMO HORARIO (Qmh) = 0.41 l/s
CAUDAL MÁXIMO DIARIO (Qmd) = 0.80 l/s
K1 = 1.14
K2 = 2.20
Caudal por nudo = 0.008 l/s

RESULTADOS HIDRÁULICOS
PRESIÓN MÁXIMA = 99.780 mca
PRESIÓN MÍNIMA = 8.608 mca
VELOCIDAD MÁXIMA = 0.08 m/s
VELOCIDAD MÍNIMA = 0.008 m/s

- NOTAS:
- PUNTOS TOPOGRÁFICOS TOMADAS CON GPS.
  - COORDENADAS TOMADAS SOLO EN USUARIOS QUE NOS PERMITIERON INGRESAR A SUS HOGARES.
  - EL MODELAMIENTO ESTÁTICO SE REALIZO CON EL SOFTWARE EPANET 2.1.

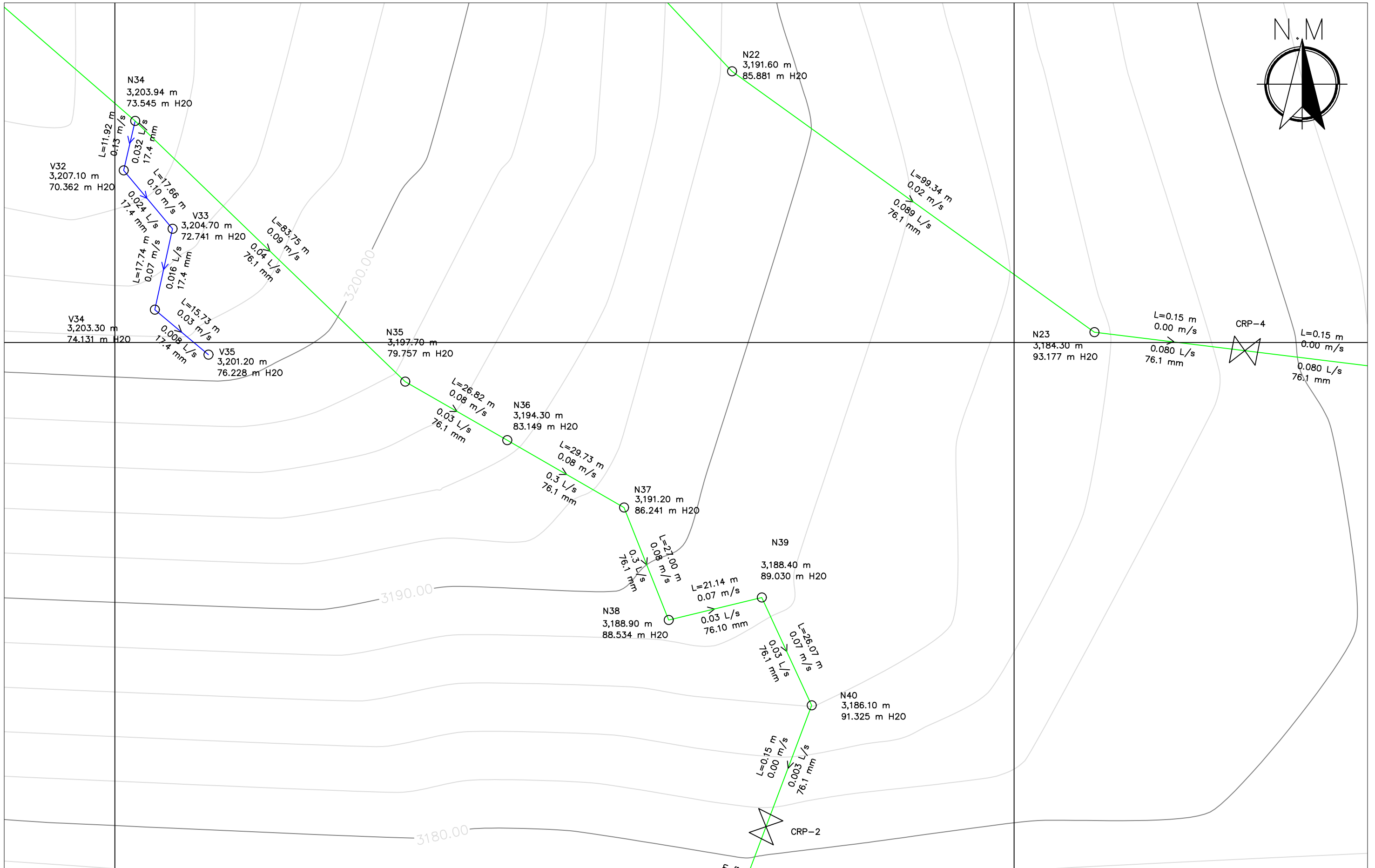
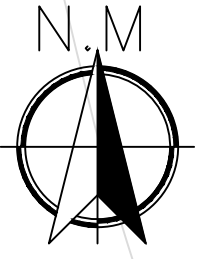


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRÁULICA

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
 DEL CENTRO POBLADO PORCON BAJO, 2023

MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE  
 DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE EPANET 2.1.

ESCALA:	1/2000	FORMATO:	A3
BACHILLER:	CHILÓN ISHPILCO, EDCAR		
ASESOR:	Dr. Ing. GASPAR MENDEZ, CRUZ.		
FECHA:	NOVIEMBRE, 2024	Nº DE PLANO:	008



LEYENDA	
	TUBERIA PVC C-10-0 1/2"
	TUBERIA PVC C-10-0 2"
	TUBERIA PVC C-10-0 3"
	CAMARA ROMPE PRESION
	RESERVORIO
	NODO DEL SISTEMA
	CURVAS DE NIVEL

CAUDALES DE DISEÑO
CAUDAL MEDIO (Q <sub>m</sub> ) = 0.36 l/s
CAUDAL MÁXIMO HORARIO (Q <sub>mh</sub> ) = 0.41 l/s
CAUDAL MÁXIMO DIARIO (Q <sub>md</sub> ) = 0.80 l/s
K1 = 1.14
K2 = 2.20
Caudal por nodo = 0.008 l/s

RESULTADOS HIDRÁULICOS
PRESIÓN MÁXIMA = 99.780 mca
PRESIÓN MÍNIMA = 8.608 mca
VELOCIDAD MÁXIMA = 0.08 m/s
VELOCIDAD MÍNIMA = 0.008 m/s

NOTAS:

- PUNTOS TOPOGRÁFICOS TOMADAS CON GPS.
- COORDENADAS TOMADAS SOLO EN USUARIOS QUE NOS PERMITIERON INGRESAR A SUS HOGARES.
- EL MODELAMIENTO ESTÁTICO SE REALIZO CON EL SOFTWARE EPANET 2.1.

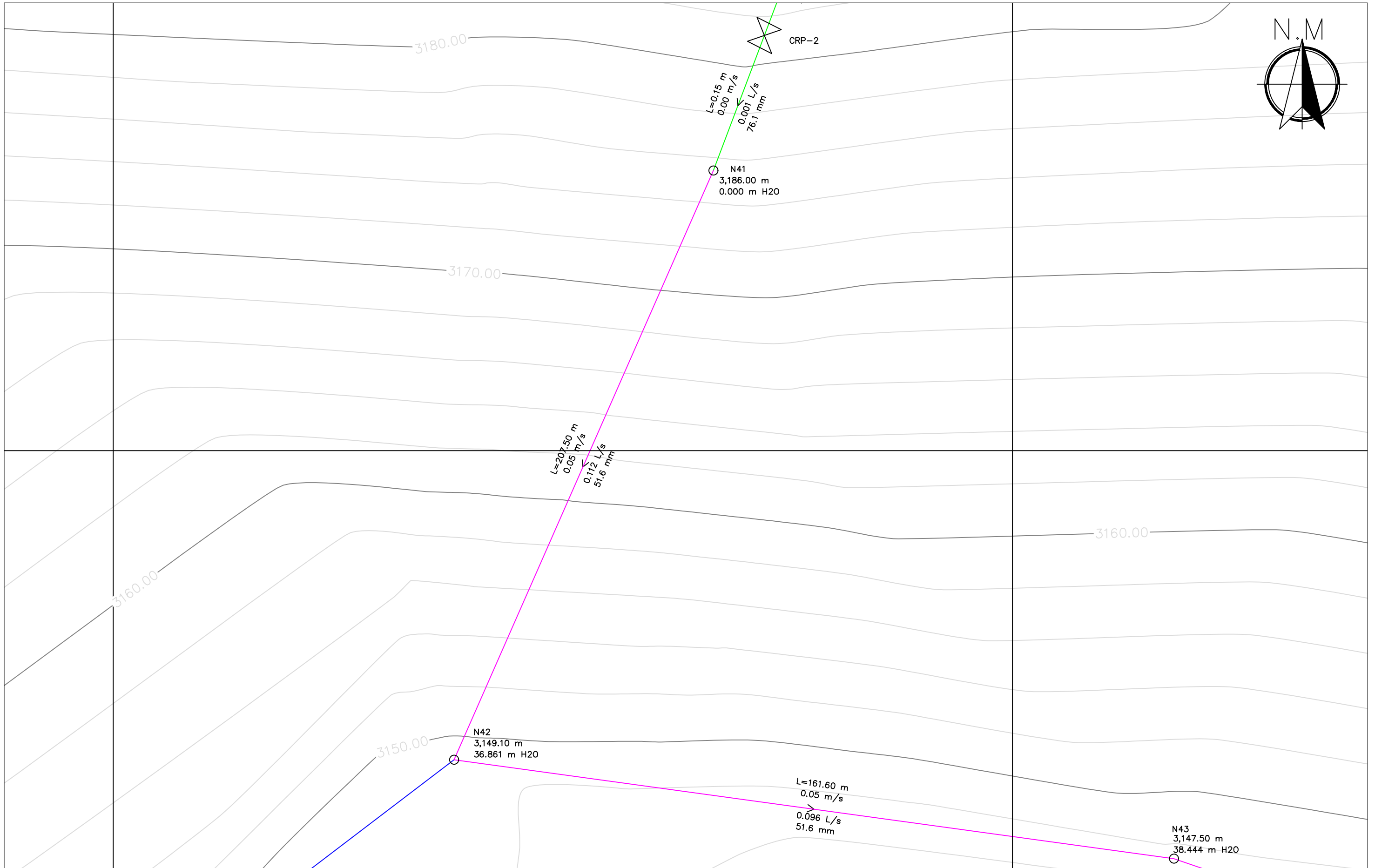


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRÁULICA

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
 DEL CENTRO POBLADO PORCON BAJO, 2023

MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE  
 DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE EPANET 2.1.

ESCALA:	1/2000	FORMATO:	A3
BACHILLER:	CHILÓN ISHPILCO, EDCAR		
ASESOR:	Dr. Ing. GASPAR MENDEZ, CRUZ.		
FECHA:	NOVIEMBRE, 2024	Nº DE PLANO:	009



LEYENDA	
	TUBERIA PVC C-10-0 1/2"
	TUBERIA PVC C-10-0 2"
	TUBERIA PVC C-10-0 3"
	CAMARA ROMPE PRESION
	RESERVORIO
	NODO DEL SISTEMA
	CURVAS DE NIVEL

CAUDALES DE DISEÑO
CAUDAL MEDIO (Qm) = 0.36 l/s
CAUDAL MÁXIMO HORARIO (Qmh) = 0.41 l/s
CAUDAL MÁXIMO DIARIO (Qmd) = 0.80 l/s
K1 = 1.14
K2 = 2.20

RESULTADOS HIDRÁULICOS
PRESIÓN MÁXIMA = 99.780 mca
PRESIÓN MÍNIMA = 8.608 mca
VELOCIDAD MÁXIMA = 0.08 m/s
VELOCIDAD MÍNIMA = 0.008 m/s
Caudal por nudo = 0.008 l/s

NOTAS:

- PUNTOS TOPOGRÁFICOS TOMADAS CON GPS.
- COORDENADAS TOMADAS SOLO EN USUARIOS QUE NOS PERMITIERON INGRESAR A SUS HOGARES.
- EL MODELAMIENTO ESTÁTICO SE REALIZO CON EL SOFTWARE EPANET 2.1.

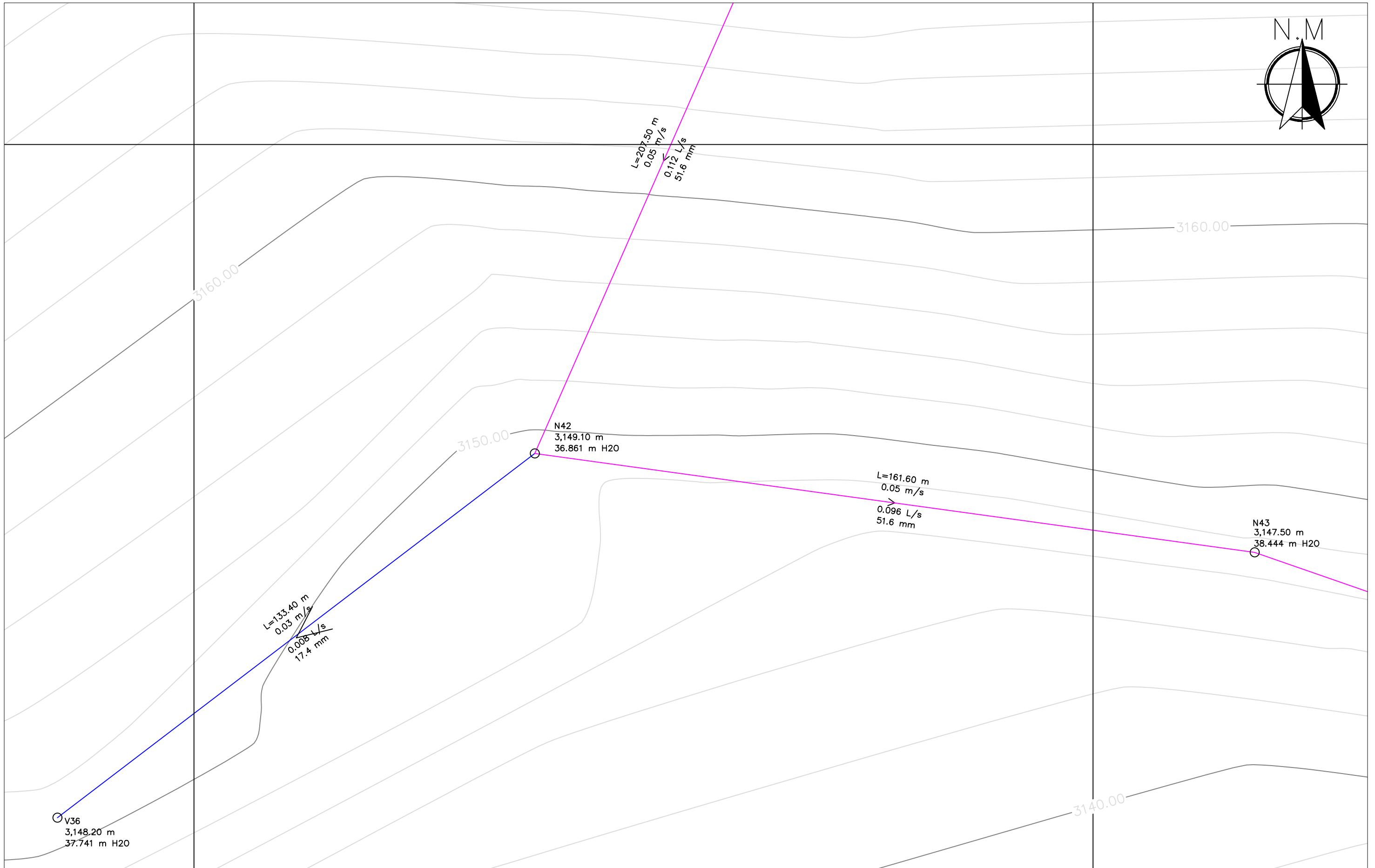
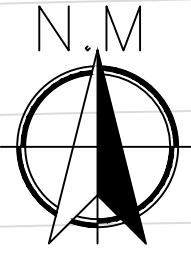


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRÁULICA

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
 DEL CENTRO POBLADO PORCON BAJO, 2023

MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE  
 DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE EPANET 2.1.

ESCALA:	1/2000	FORMATO:	A3
BACHILLER:	CHILÓN ISHPILCO, EDCAR		
ASESOR:	Dr. Ing. GASPAR MENDEZ, CRUZ.		
FECHA:	NOVIEMBRE, 2024	Nº DE PLANO:	010



LEYENDA	
	TUBERIA PVC C-10-0 1/2"
	TUBERIA PVC C-10-0 2"
	TUBERIA PVC C-10-0 3"
	CAMARA ROMPE PRESIÓN
	RESERVORIO
	NODO DEL SISTEMA
	CURVAS DE NIVEL

CAUDALES DE DISEÑO
CAUDAL MEDIO (Qm) = 0.36 l/s
CAUDAL MÁXIMO HORARIO (Qmh) = 0.41 l/s
CAUDAL MÁXIMO DIARIO (Qmd) = 0.80 l/s
K1 = 1.14
K2 = 2.20
Caudal por nudo = 0.008 l/s

RESULTADOS HIDRÁULICOS
PRESIÓN MÁXIMA = 99.780 mca
PRESIÓN MÍNIMA = 8.608 mca
VELOCIDAD MÁXIMA = 0.08 m/s
VELOCIDAD MÍNIMA = 0.008 m/s

NOTAS:

- PUNTOS TOPOGRÁFICOS TOMADAS CON GPS.
- COORDENADAS TOMADAS SOLO EN USUARIOS QUE NOS PERMITIERON INGRESAR A SUS HOGARES.
- EL MODELAMIENTO ESTÁTICO SE REALIZO CON EL SOFTWARE EPANET 2.1.

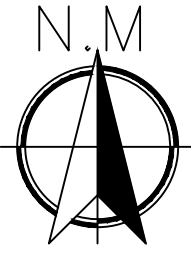


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRÁULICA

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
 DEL CENTRO POBLADO PORCON BAJO, 2023

MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE  
 DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE EPANET 2.1.

ESCALA:	1/2000	FORMATO:	A3
BACHILLER:	CHILÓN ISHPILCO, EDCAR		
ASESOR:	Dr. Ing. GASPAR MENDEZ, CRUZ.		
FECHA:	NOVIEMBRE, 2024	Nº DE PLANO:	011



LEYENDA	
	TUBERIA PVC C-10-0 1/2"
	TUBERIA PVC C-10-0 2"
	TUBERIA PVC C-10-0 3"
	CAMARA ROMPE PRESIÓN
	RESERVORIO
	NÓDO DEL SISTEMA
	CURVAS DE NIVEL

CAUDALES DE DISEÑO
CAUDAL MEDIO (Qm) = 0.36 l/s
CAUDAL MÁXIMO HORARIO (Qmh) = 0.41 l/s
CAUDAL MÁXIMO DIARIO (Qmd) = 0.80 l/s
K1 = 1.14
K2 = 2.20
Caudal por nudo = 0.008 l/s

RESULTADOS HIDRÁULICOS
PRESIÓN MÁXIMA = 99.780 mca
PRESIÓN MÍNIMA = 8.608 mca
VELOCIDAD MÁXIMA = 0.08 m/s
VELOCIDAD MÍNIMA = 0.008 m/s

**NOTAS:**

- PUNTOS TOPOGRÁFICOS TOMADAS CON GPS.
- COORDENADAS TOMADAS SOLO EN USUARIOS QUE NOS PERMITIERON INGRESAR A SUS HOGARES.
- EL MODELAMIENTO ESTÁTICO SE REALIZO CON EL SOFTWARE EPANET 2.1.



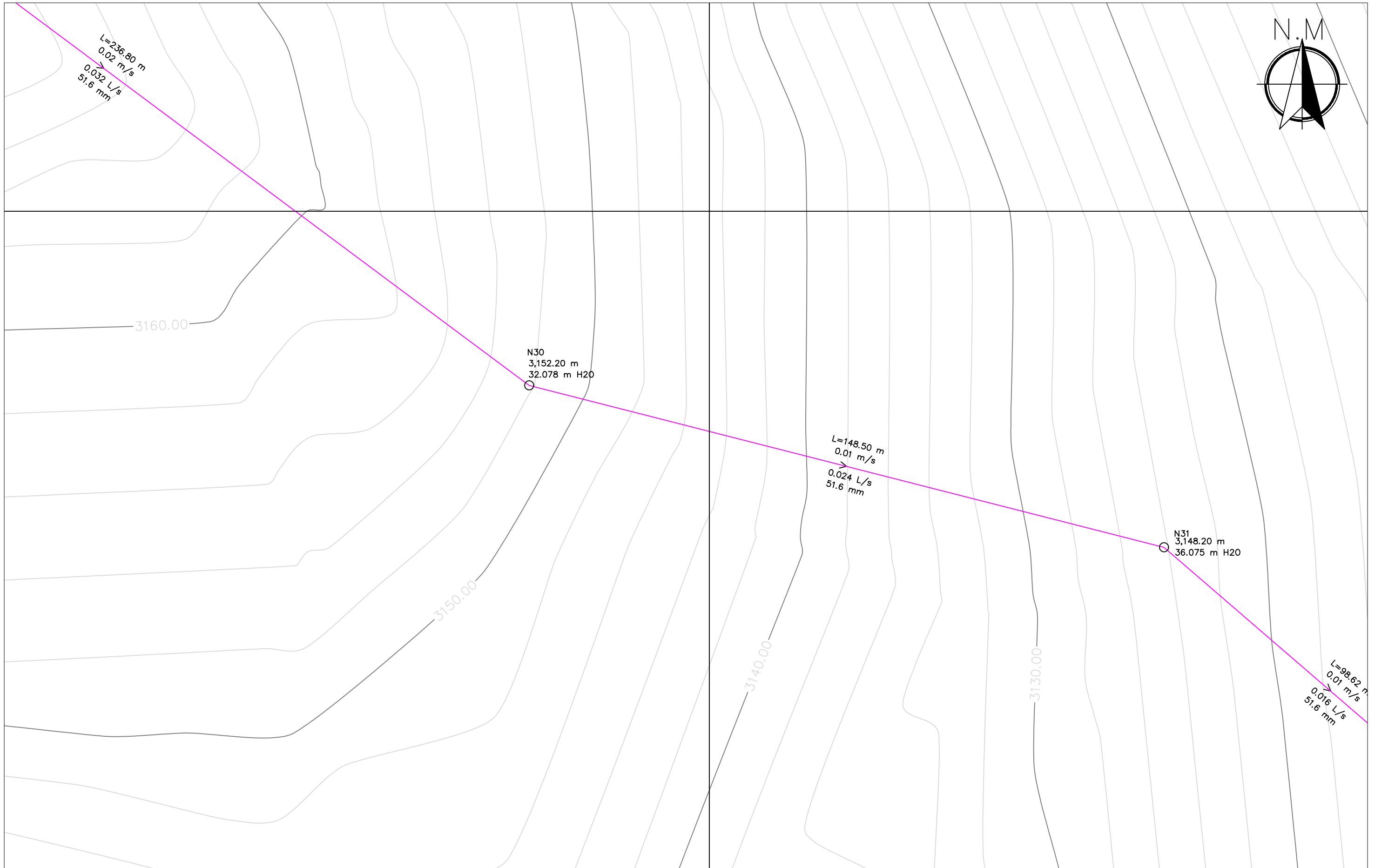
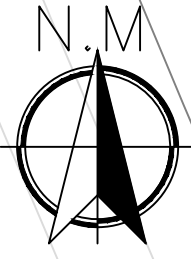
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRÁULICA

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO PORCON BAJO, 2023

MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE EPANET 2.1.

ESCALA:	1/2000	FORMATO:	A3
BACHILLER:	CHILÓN ISHPILCO, EDGAR		
ASESOR:	Dr. Ing. GASPAR MENDEZ, CRUZ.		
FECHA:	NOVIEMBRE, 2024	Nº DE PLANO:	012





LEYENDA	
	TUBERIA PVC C-10-0 1/2"
	TUBERIA PVC C-10-0 2"
	TUBERIA PVC C-10-0 3"
	CAMARA ROMPE PRESION
	RESERVORIO
	NODO DEL SISTEMA
	CURVAS DE NIVEL

CAUDALES DE DISEÑO
CAUDAL MEDIO (Qm) = 0.36 l/s
CAUDAL MÁXIMO HORARIO (Qmh) = 0.41 l/s
CAUDAL MÁXIMO DIARIO (Qmd) = 0.80 l/s
K1 = 1.14
K2 = 2.20
Caudal por nudo = 0.008 l/s

RESULTADOS HIDRÁULICOS
PRESIÓN MÁXIMA = 99.780 mca
PRESIÓN MÍNIMA = 8.608 mca
VELOCIDAD MÁXIMA = 0.08 m/s
VELOCIDAD MÍNIMA = 0.008 m/s

NOTAS:

1. PUNTOS TOPOGRÁFICOS TOMADAS CON GPS.
2. COORDENADAS TOMADAS SOLO EN USUARIOS QUE NOS PERMITIERON INGRESAR A SUS HOGARES.
3. EL MODELAMIENTO ESTÁTICO SE REALIZO CON EL SOFTWARE EPANET 2.1.

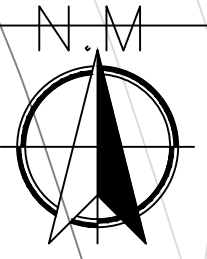


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRÁULICA

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
 DEL CENTRO POBLADO PORCON BAJO, 2023

MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE  
 DISTRIBUCION UTILIZANDO EL SOFTWARE EPANET 2.1.

ESCALA:	1/2000	FORMATO:	A3
BACHILLER:	CHILÓN ISHPILCO, EDGAR		
ASESOR:	Dr. Ing. GASPÁR MENDEZ, CRUZ.		
FECHA:	NOVIEMBRE, 2024	Nº DE PLANO:	013



LEYENDA	
	TUBERIA PVC C-10-0 1/2"
	TUBERIA PVC C-10-02"
	TUBERIA PVC C-10-03"
	CAMARA ROMPE PRESIÓN
	RESERVORIO
	NÓDO DEL SISTEMA
	CURVAS DE NIVEL

CAUDALES DE DISEÑO
CAUDAL MEDIO (Qm) = 0.36 l/s
CAUDAL MÁXIMO HORARIO (Qmh) = 0.41 l/s
CAUDAL MÁXIMO DIARIO (Qmd) = 0.80 l/s
K1 = 1.14
K2 = 2.20
Caudal por nudo = 0.008 l/s

RESULTADOS HIDRÁULICOS
PRESIÓN MÁXIMA = 99.780 mca
PRESIÓN MÍNIMA = 8.608 mca
VELOCIDAD MÁXIMA = 0.08 m/s
VELOCIDAD MÍNIMA = 0.008 m/s

NOTAS:

- PUNTOS TOPOGRÁFICOS TOMADAS CON GPS.
- COORDENADAS TOMADAS SOLO EN USUARIOS QUE NOS PERMITIERON INGRESAR A SUS HOGARES.
- EL MODELAMIENTO ESTÁTICO SE REALIZO CON EL SOFTWARE EPANET 2.1.

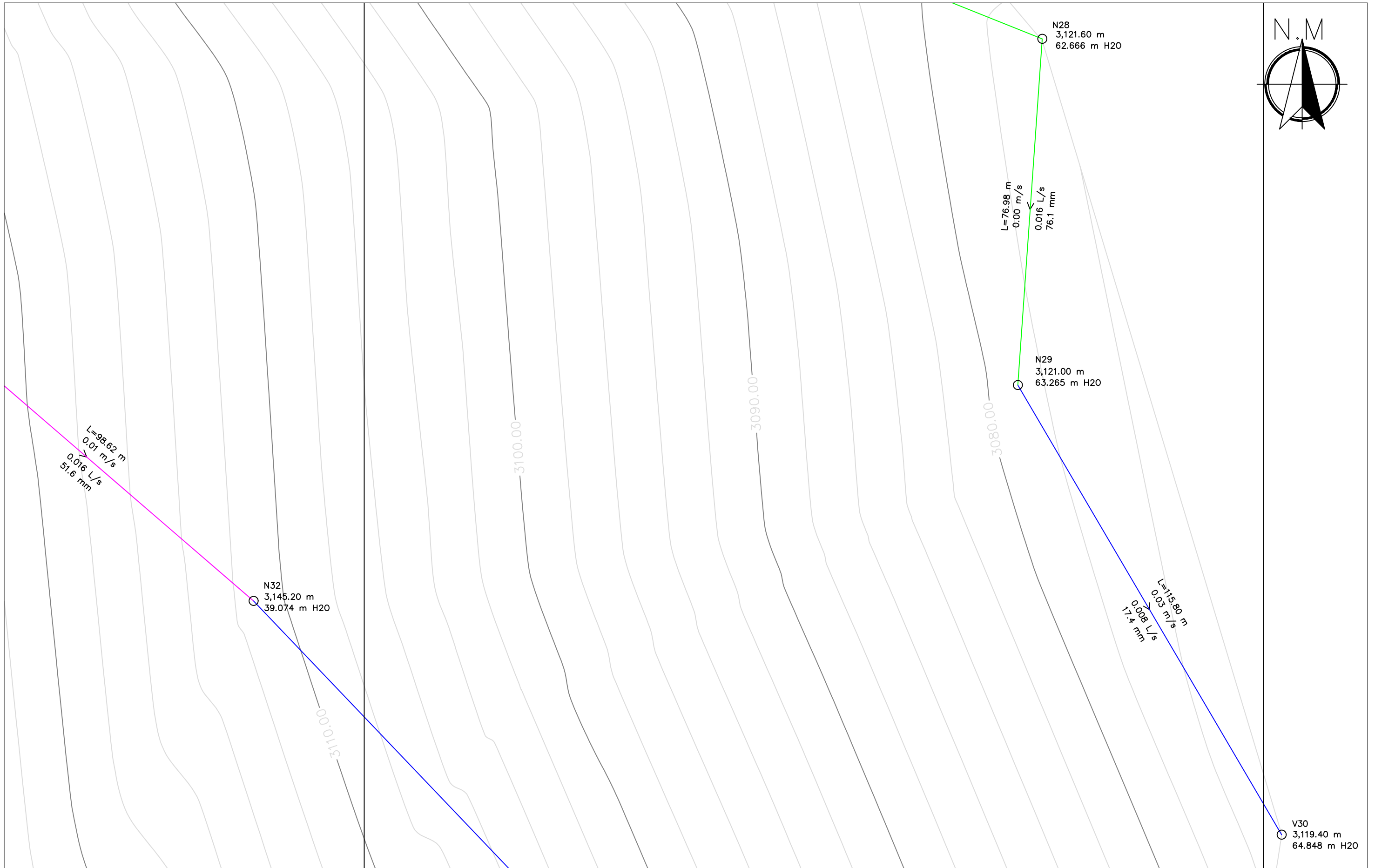
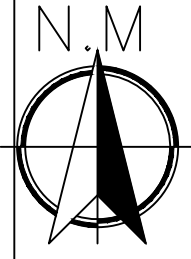


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA HIDRÁULICA

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
 DEL CENTRO POBLADO PORCON BAJO, 2023

MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE  
 DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE EPANET 2.1.

ESCALA:	1/2000	FORMATO:	A3
BACHILLER:	CHILÓN ISHPILCO, EDCAR		
ASESOR:	Dr. Ing. GASPAR MENDEZ, CRUZ.		
FECHA:	NOVIEMBRE, 2024	N° DE PLANO:	014



LEYENDA	
	TUBERIA PVC C-10-0 1/2"
	TUBERIA PVC C-10-0 2"
	TUBERIA PVC C-10-0 3"
	CAMARA ROMPE PRESIÓN
	RESERVORIO
	NODO DEL SISTEMA
	CURVAS DE NIVEL

CAUDALES DE DISEÑO
CAUDAL MEDIO (Qm) = 0.36 l/s
CAUDAL MÁXIMO HORARIO (Qmh) = 0.41 l/s
CAUDAL MÁXIMO DIARIO (Qmd) = 0.80 l/s
K1 = 1.14
K2 = 2.20
Caudal por nudo = 0.008 l/s

RESULTADOS HIDRÁULICOS
PRESIÓN MÁXIMA = 99.780 mca
PRESIÓN MÍNIMA = 8.608 mca
VELOCIDAD MÁXIMA = 0.08 m/s
VELOCIDAD MÍNIMA = 0.008 m/s

NOTAS:

- PUNTOS TOPOGRÁFICOS TOMADAS CON GPS.
- COORDENADAS TOMADAS SOLO EN USUARIOS QUE NOS PERMITIERON INGRESAR A SUS HOGARES.
- EL MODELAMIENTO ESTÁTICO SE REALIZO CON EL SOFTWARE EPANET 2.1.



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

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO PORCON BAJO, 2023

MODELAMIENTO ESTÁTICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO EL SOFTWARE EPANET 2.1.

ESCALA:	1/2000	FORMATO:	A3
BACHILLER:	CHILÓN ISHPILCO, EDCAR		
ASESOR:	Dr. Ing. GASPAR MENDEZ, CRUZ.		
FECHA:	NOVIEMBRE, 2024	Nº DE PLANO:	015