

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



TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**“EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE DEL CERCADO DE LA ENCAÑADA, DISTRITO DE CAJAMARCA,
PROVINCIA DE CAJAMARCA EN EL AÑO 2022”**

PRESENTADO POR:

Bach. THANIA CELFA HUAMÁN VILLANUEVA

ASESOR:

Dr. Ing. LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ

CAJAMARCA – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador: THANIA CELFA HUAMÁN VILLANUEVA**
DNI: 72205000
Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL
- Asesor: LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ**
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 HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CERCADO DE LA ENCAÑADA, DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA EN EL AÑO 2022"**
- Fecha de evaluación: 05/11/2024**
- Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)**
- Porcentaje de Informe de Similitud: 13%**
- Código Documento: oid: 3117:402091484**
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 05/11/2024

 <hr/> <p>FIRMA DEL ASESOR</p> <p>Nombres y Apellidos LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ DNI: 26693344</p>	 <p>Firmado digitalmente por: BAZAN DIAZ Laura Sofia FAU 20148258601 soft Motivo: Unidad de Investigación FI Fecha: 05/11/2024 07:44:42-0500</p> <hr/> <p>UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI</p>
---	---



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : "EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CERCADO DE LA ENCAÑADA, DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA EN EL AÑO 2022."

ASESOR : Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez.

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0757-2024-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 28 de noviembre de 2024, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **dieciocho días del mes de diciembre de 2024**, siendo las quince horas (3:00 p.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 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 : Mag. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada "EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CERCADO DE LA ENCAÑADA, DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA EN EL AÑO 2022", presentado por la Bachiller en Ingeniería Civil **THANIA CELFA HUAMÁN VILLANUEVA**, asesorada por el Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez, para la obtención del Título Profesional.

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

EVALUACIÓN PRIVADA : 06 PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : 11 PTS.
EVALUACIÓN FINAL : 17 PTS. **17 DIECISIETE** (En letras)

En consecuencia, se la declara **APROBADO** con el calificativo de **17 DIECISIETE** acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las **16.00** 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

Mag. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.
Secretario

Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez.
Asesor





EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

Bachiller en Ingeniería Civil: *THANIA CELFA HUAMÁN VILLANUEVA.*

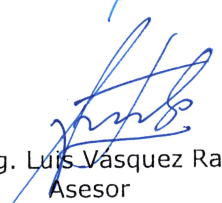
RUBRO	PUNTAJE
	Máximo/Calificación
1. DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA	
1.1. Capacidad de síntesis	03
1.2. Dominio del tema	03
1.3. Consistencia de las alternativas presentadas	03
1.4. Precisión y seguridad en las respuestas	02
PUNTAJE TOTAL (MÁXIMO 12 PUNTOS)	11

Cajamarca, 18 de diciembre de 2024


Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.
Presidente


Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.
Vocal


Mag. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.
Secretario


Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez.
Asesor



EVALUACIÓN FINAL DE LA SUSTENTACIÓN DE TESIS.

Bachiller en Ingeniería Civil: *THANIA CELFA HUAMÁN VILLANUEVA.*

RUBRO	PUNTAJE
A.- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PRIVADA	06
B.- EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN PÚBLICA	11
EVALUACIÓN FINAL	
EN NÚMEROS (A + B)	17
EN LETRAS (A + B)	DIECISIETE
- Excelente 20 - 19	MUY BUENO
- Muy Bueno 18 - 17	
- Bueno 16 - 14	
- Regular 13 a 11	
- Desaprobado 10 a menos	

Cajamarca, 18 de diciembre de 2024

Dr. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre.
Presidente

Dr. Ing. Luis Andrés León Chávez.
Vocal

Mag. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.
Secretario

Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez.
Asesor

AGRADECIMIENTO

Primero que nada, quiero agradecer a Dios por brindarme la fortaleza y sabiduría necesaria para completar esta tesis y por haber iluminado el camino para culminar mi carrera universitaria.

A mi padre Alberto Huamán Valera, a mi madre Dionicia Villanueva Alvarado, a mi hermano y sobrinos que me han dado su incondicional amor, apoyo y motivación durante el desarrollo de la presente tesis. A mi tío Segundo Bueno Palacios por su apoyo en la recolección de datos en campo.

Quiero agradecer al Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez, mi asesor de tesis, por su apoyo en la elaboración del presente trabajo de investigación.

Así también, quiero agradecer a los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca por su paciencia, orientación, consejos, enseñanzas y por compartir sus experiencias conmigo. Finalmente, agradezco a todas las personas que, de alguna manera, han colaborado en la realización de esta tesis.

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis, a mis padres por haberme inculcado la importancia de la educación y lo que significa alcanzar tus sueños. A mi hermano y a mis sobrinos Andrés y Octavio, por sus palabras de aliento y su apoyo constante en el logro de mis metas. A mis demás familiares y amigos, quienes me brindaron su soporte y motivación desinteresada para el logro de este primer paso en mi vida profesional.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.1.1 Contextualización del problema	1
1.1.2 Descripción del problema	2
1.1.3 Formulación del Problema.....	2
1.2 Hipótesis.....	2
1.3 Justificación de la investigación.....	2
1.3.1 Justificación científica	2
1.3.2 Justificación Técnica- Práctica	3
1.3.3 Justificación Institucional y Personal.....	3
1.4 Delimitación de la investigación.....	3
1.5 Objetivos	4
1.5.1 Objetivo general.....	4
1.5.2 Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes Teóricos	5
2.1.1 Antecedentes a nivel internacional	5
2.1.2 Antecedentes a nivel nacional.....	5
2.1.3 Antecedentes a nivel regional	6
2.2 Bases Teóricas.....	7
2.2.1 Agua Potable.....	7
2.2.2 Sistema de abastecimiento de agua potable.....	8
2.2.3 Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.....	9
2.2.4 Evaluación de la eficiencia hidráulica de un sistema según la metodología utilizada por CONAGUA.....	15
2.2.4.1 Parámetros de evaluación hidráulica de los sistemas de agua potable.....	16
2.2.4.2 Evaluación de la eficiencia hidráulica de los sistemas de agua potable.....	24

2.2.5	Evaluación de la sostenibilidad del sistema de agua potable, según la metodología SIRAS 2010.....	25
2.2.6	Descripción del software WaterCAD	31
2.2	Definición de términos	36
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS		37
1.6	3.1 Ubicación de la investigación	37
3.1.1	Ubicación geográfica	37
3.1.2	Ubicación temporal.....	40
3.1.3	Población.....	40
3.1.4	Climatología.....	40
3.1.5	Topografía.....	40
3.1.6	Descripción de la red de abastecimiento de agua potable.....	41
3.1.7	Esquematación del sistema de abastecimiento de agua potable	43
3.2	Metodología de la investigación	44
3.2.1	Variable de estudio.	44
3.2.2	Tipo de investigación.....	44
3.2.3	Nivel de investigación.....	44
3.2.4	Método de investigación.	44
3.2.5	Población de estudio.	44
3.2.6	Muestra.	45
3.2.7	Unidad de Análisis.	45
3.3	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	45
3.3.1	Técnicas	45
3.3.2	Instrumento de recolección de datos.....	46
3.3.3	Materiales, equipos y softwares	46
3.4	Procedimiento.....	47
3.4.1	Fase 1: Trabajo de campo	47
3.4.2	Fase 2: Trabajo de gabinete	52
3.5	Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados.....	54
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		105
4.1	Discusión de resultados.....	105
4.2	Propuesta de mejora	118
4.2.1	Sistema de Agua Potable Juancho Puquio.....	119
4.2.2	Sistema de Agua Potable El Naranjillo	129
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		135
5.1	Conclusiones	135
5.2	Recomendaciones.....	136

ANEXOS	140
--------------	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos	23
Tabla N°2: Límites máximos permisibles de parámetros químicos orgánicos e inorgánicos	24
Tabla N°3: Parámetros de la Eficiencia Hidráulica - CONAGUA, 2012.	25
Tabla N°4: Criterios de la Evaluación para Definir el Estado de la Infraestructura del Sistema de Agua Potable del Cercado de La Encañada.	26
Tabla N°5: Indicadores para determinar la Eficiencia de la Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable del Cercado de La Encañada.	28
Tabla N°6: Indicadores para determinar la Eficiencia de la Gestión Administrativa del Sistema de Agua Potable del Cercado de La Encañada.	29
Tabla N°7: Calificación de la Sostenibilidad del Sistemas de Agua.	30
Tabla N°8: Según material, velocidades máximas admisibles en tuberías.	32
Tabla N°9: Rugosidad absoluta de materiales.	34
Tabla N°10: Nivel de confianza.	54
Tabla N°11: Número de habitantes por vivienda.	55
Tabla N°12: Formato de registro de lectura en micromedidores de consumo diario.	59
Tabla N°13: Cálculo de consumo diario de agua potable por parte de los usuarios - Sector Juancho Puquio	60
Tabla N°14: Cálculo de consumo diario de agua potable por parte de los usuarios- Sector El Naranjillo	61
Tabla N°15: Cálculo de consumo horario por vivienda.	64
Tabla N°16: Cálculo de consumo horario por persona.	65
Tabla N°17: Resumen de consumo total de agua no doméstico.	68
Tabla N°18: Dotación para tipo de local educacional	68
Tabla N°19: Contribución de Instituciones Educativas	68
Tabla N°20: Dotación para tipo de establecimientos	69
Tabla N°21: Contribución de estadios, coliseo, lugares de reunión o similares	69
Tabla N°22: Contribución de parques de atracción, áreas verdes, jardines	69
Tabla N°23: Contribución de mercado	70
Tabla N°24: Dotación para alojamiento de animales	70
Tabla N°25: Contribución de plaza pecuaria.	70
Tabla N°26: Dotación por local de salud.	71
Tabla N°27: Contribución de centros de salud	71
Tabla N°28: Contribución de oficinas o similares.	71

Tabla N°29: Contribución de albergues y parroquias	72
Tabla N°30: Contribución de albergues y parroquia	72
Tabla N°31: Contribución de iglesias.....	72
Tabla N°32: Contribución de comisaría	73
Tabla N°33: Contribución de cementerio.....	73
Tabla N°34: Dotación para estaciones y parques de estacionamiento	73
Tabla N°35: Contribución de grifo.....	73
Tabla N°36: Contribución de grifo.....	74
Tabla N°37: Contribución de parque automotor	74
Tabla N°38: Contribución de panadería	74
Tabla N°39: Contribución de restaurantes, comedores o similares.....	74
Tabla N°40: Resumen de caudales unitarios	78
Tabla N°41: Presiones tomadas en campo y presiones calculadas en WaterCAD.....	88
Tabla N°42: Estado de cerco perimétrico de la captación.....	90
Tabla N°43: Estado de cerco perimétrico de la captación.....	91
Tabla N°44: Estado de cerco perimétrico de los reservorios.....	92
Tabla N°45: Estado de la estructura del reservorio Juancho Puquio.....	93
Tabla N°46: Estado de la estructura del reservorio El Naranjillo.	93
Tabla N°47: Estado de las válvulas del sistema Juancho Puquio.....	94
Tabla N°48: Estado de las válvulas del sistema El Naranjillo.	94
Tabla N°49: Estado de las piletas domiciliarias del sistema Juancho Puquio.....	95
Tabla N°50: Estado de las piletas domiciliarias del sistema El Naranjillo.	96
Tabla N°51: Análisis microbiológico del agua.....	101
Tabla N°52: Análisis físico químico del agua.....	102
Tabla N°53: Evaluación del Estado de la Infraestructura del Sistema de Agua Potable del Cercado de La Encañada.....	111
Tabla N°54: Evaluación de la Operación y Mantenimiento.....	111
Tabla N°55: Evaluación de La Gestión Administrativa	112
Tabla N°56: Índice de Sostenibilidad del Sistema Juancho Puquio.....	112
Tabla N°57: Índice de Sostenibilidad del Sistema El Naranjillo.....	113
Tabla N°58: Aforo de las fuentes.	113
Tabla N°59: Oferta hídrica.	113
Tabla N°60: Cloro residual.....	115
Tabla N°61: Presiones en la red de distribución del Sistema Juancho Puquio.....	116
Tabla N°62: Presiones en la red de distribución del Sistema El Naranjillo.	116
Tabla N°63: Eficiencia Hidráulica, metodología CONAGUA en el Sistema El Naranjillo.....	117
Tabla N°64: Velocidades en la red de distribución del Sistema Juancho Puquio.	117

Tabla N°65: Velocidades en la red de distribución del Sistema El Naranjillo.....	118
Tabla N°66: Mejoras en la velocidad de la red de distribución Juancho Puquio.	119
Tabla N°67: Mejoras en la velocidad de la red de distribución del Sistema El Naranjillo. .	129

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Población con acceso al servicio de agua por red pública, según área de residencia, 2017-2020.....	16
Gráfico N° 2 Curva de variación diaria - Sistema Juancho Puquio.....	62
Gráfico N° 3 Curva de variación diaria - Sistema El Naranjillo.	63
Gráfico N° 4 Curva de variación horaria- Sistema Juancho Puquio	66
Gráfico N° 5 Curva de variación horaria- Sistema El Naranjillo	66
Gráfico N° 6 Comparación de presiones sistema Juancho Puquio.....	89
Gráfico N° 7 Comparación de presiones sistema El Naranjillo	89
Gráfico N° 8 Cloro residual del sistema Juancho Puquio	100
Gráfico N° 9 Cloro residual del sistema El Naranjillo.	101
Gráfico N° 10 Organigrama de la JASS de la Encañada.	102
Gráfico N° 11 Continuidad del servicio de agua potable.	114
Gráfico N° 12 Satisfacción con la cantidad de agua que llega a las viviendas.....	114
Gráfico N° 13 Porcentaje de población con acceso al servicio de agua potable	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Elementos de un sistema de abastecimiento de agua potable en zona rural.....	8
Figura 2 Captación de manantial de ladera.....	10
Figura 3 Captación de manantial de fondo.	11
Figura 4 Tubo rompe carga en línea de conducción.	11
Figura 5 Válvula de aire y válvula de purga en la línea de conducción de agua potable. ...	12
Figura 6 Partes de un reservorio apoyado.	13
Figura 7 Tipos de redes de distribución. a) Ramificada. b) Red mallada. c) Red mixta.	14
Figura 8 Conexión domiciliaria.	15
Figura 9 Aforo por el método volumétrico.	19
Figura 10 Aforo método de sección y velocidad.	19
Figura 11 Componentes físicos WaterCAD.....	31
Figura 12 Diagrama de Moody para hallar el factor de fricción.....	35

Figura 13	Ubicación del distrito de La Encañada en el mapa distrital de la provincia de Cajamarca.	38
Figura 14	Ubicación del Cercado de La Encañada en el mapa del Distrito de la Encañada.	38
Figura 15	Imagen satelital de la ubicación del lugar de estudio.	39
Figura 16	Imagen satelital de los límites de la localidad de la Encañada.	39
Figura 17	Imagen satelital del mapa topográfico de la Encañada.	41
Figura 18	Esquema del sistema de abastecimiento de agua potable del Cercado de la Encañada.	43
Figura 19	Sectorización de los Sistemas de Agua Potable.	50
Figura 20	Medición de consumo de agua de la población.	51
Figura 21	Medición de presiones en el sistema de agua potable de la red el Naranjillo.	51
Figura 22	Medición de presiones en el sistema de agua potable de Juancho Puquio.	52
Figura 23	Limpieza de la captación Juancho Puquio.	98
Figura 24	Limpieza del reservorio Juancho Puquio.	98
Figura 25	Limpieza del reservorio El Naranjillo.	99
Figura 26	Cloración del sistema Juancho Puquio.	99
Figura 27	Cloración del sistema El Naranjillo.	100
Figura 28	Operario con EPP completo para realizar la cloración del sistema.	104
Figura 29	Captación Juancho Puquio- Falta de cerco perimétrico.	105
Figura 30	Captación El Naranjillo- Falta de mantenimiento y cerco perimétrico.	106
Figura 31	Válvula de aire y válvula de purga en línea de conducción el Naranjillo.	106
Figura 32	Pase aéreo en línea de conducción el Naranjillo.	107
Figura 33	Reservorio Juancho Puquio.	108
Figura 34	Captación El Naranjillo.	108
Figura 35	Tubería expuesta en línea de aducción el Naranjillo.	109
Figura 36	Tubería expuesta en la red de distribución Juancho Puquio.	110
Figura 37	: Levantamiento topográfico del sistema de agua potable.	167
Figura 38	: Levantamiento topográfico del sistema de agua potable.	167
Figura 39	Recojo de muestra para el análisis físico- químico y microbiológico del agua.	168
Figura 40	Medición de cloro residual en el reservorio Juancho Puquio.	168
Figura 41	Medición de cloro residual en la primera vivienda del sistema Juancho Puquio.	169
Figura 42	Medición de cloro residual en la vivienda intermedia del sistema Juancho Puquio.	169
Figura 43	Medición de cloro residual en la última vivienda del sistema Juancho Puquio.	170
Figura 44	Medición de cloro residual en el reservorio El Naranjillo.	170
Figura 45	Medición de cloro residual en la primera vivienda del sistema El Naranjillo.	171

Figura 46 Medición de cloro residual en la vivienda intermedia del sistema El Naranjillo. 171	
Figura 47 Medición de cloro residual en la última vivienda del sistema El Naranjillo.	172
Figura 48 Inspección de captación Juancho Puquio.	172
Figura 49 Cloración de reservorio El Naranjillo.	173
Figura 50 Plano catastral.	173
Figura 51 Plano catastral.	173
Figura 52 Plano del sistema existente de agua potable de La Encañada.	173
Figura 53 Plano del sistema existente de agua potable de La Encañada.	173
Figura 54 Plano del sistema existente de agua potable de La Encañada.	173
Figura 55 Modelamiento hidráulico del sistema de agua potable.	173
Figura 56 Modelamiento hidráulico del sistema de agua potable.	173
Figura 57 Modelamiento hidráulico- Propuesta de mejora.	173
Figura 58 Modelamiento hidráulico- Propuesta de mejora.	173
Figura 59 Modelamiento hidráulico- Línea de conducción.	173

PALABRAS CLAVE

Agua: Recurso hídrico fundamental para los seres vivos en general.

Potable: Es decir que es seguro y saludable para el consumo humano y cumple con estándares de calidad y pureza necesarios para ser ingerido sin riesgo para la salud.

Abastecimiento: Es el proceso de suministrar o proveer a la población algo necesario como es el agua potable.

Sostenibilidad: Capacidad del sistema de abastecimiento de agua potable para mantener su funcionamiento a largo plazo sin agotar recursos naturales, minimizando el impacto ambiental negativo y garantizando la calidad del agua suministrada.

Eficiencia: Capacidad del sistema de abastecimiento de agua potable para suministrar agua de calidad, optimizando el uso de recursos, reduciendo costos operativos y de mantenimiento y así, maximizar la satisfacción del usuario garantizar el bienestar y la salud de la población.

Evaluación: Es el análisis y valoración del sistema de agua potable para determinar su eficiencia y sostenibilidad.

RESUMEN

La disponibilidad de agua potable es esencial para la salud y bienestar de la población, sin embargo, en las zonas rurales suele haber deficiencias en el suministro de este recurso. El Cercado de la Encañada tiene una población de 2,337 habitantes y es abastecida por dos sistemas de agua potable que funcionan de manera independiente, El Sistema “Juancho Puquio” que abastece al 70% de la población con 30 años de funcionamiento y el Sistema “El Naranjillo” que suministra al otro 30% con 8 años de operación. La presente investigación evaluó ambos sistemas utilizando el Compendio SIRAS-2010 y la metodología CONAGUA 2012, obteniendo resultados que muestran una sostenibilidad del 71.14% para el Sistema “Juancho Puquio” y del 69.21% para el Sistema “El Naranjillo”, lo que indica que ambos sistemas están en proceso de deterioro, y esto debido a las excesivas presiones, excediendo lo permisible, pues se encontró que en la red de distribución “El Naranjillo” el 75.78% de los nodos presentan presiones fuera de lo estipulado en la Norma OS.050 con una presión excesiva de 82.98mH₂O y en la red de distribución de “Juancho Puquio” el 17.70% no cumple, presentando una presión excesiva de 72.78mH₂O. También se encontró que el 84.24% de las tuberías del Sistema “Juancho Puquio” y el 100% de tuberías del Sistema “El Naranjillo” presentan velocidades menores a lo establecido en la norma técnica, lo que puede causar sedimentación de partículas en las tuberías, pues también, en la red de distribución no se encuentran válvulas de purga.

ABSTRACT

The availability of drinking water is essential for the health and well-being of the population, however, in rural areas there are often deficiencies in the supply of this resource. Cercado de La Encañada has a population of 2,337 inhabitants and is supplied by two drinking water systems that operate independently, the “Juancho Puquio” System that supplies 70% of the population with 30 years of operation and the “El Naranjillo” System that supplies the other 30% with 8 years of operation. The present research evaluated both systems using the SIRAS-2010 Compendium and the CONAGUA 2012 methodology, obtaining results that show a sustainability of 71.14% for the “Juancho Puquio” System and 69.21% for the “El Naranjillo” System, which indicates that both systems are in the process of deterioration due to excessive pressures, exceeding the permissible, it was found that in the “El Naranjillo” distribution network, 75.78% of the nodes present pressures outside the stipulations in the OS.050 Standard with an excessive pressure of 82.98mH₂O and in the “Juancho Puquio” distribution network, 17.70% do not comply, presenting an excessive pressure of 72.78mH₂O. It was also found that 84.24% of the pipes of the “Juancho Puquio” System and 100% of the pipes of the “El Naranjillo” System have velocities lower than what is established in the Technical Standard, which can cause sedimentation of particles in the pipes, since there are no purge valves in the distribution network.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Contar con un suministro de agua continuo y óptimo para su consumo es un derecho fundamental que favorece el progreso social y económico de las comunidades. Además, ayuda a mejorar el bienestar de la población y reduce el riesgo de contraer alguna enfermedad o brotes infecciosos.

En muchas áreas rurales del Perú, se encuentra que la administración y monitoreo de los sistemas de abastecimiento de agua presentan grandes desafíos, ya que, no se dispone de un registro actualizado del estado actual de estos sistemas, lo que dificulta la toma de decisiones y la formulación de estrategias efectivas para corregir problemas y asegurar un suministro adecuado y continuo que beneficie a la población.

La finalidad de este estudio es poder analizar las condiciones actuales en las que se encuentran los sistemas de abastecimiento de agua potable del Cercado de La Encañada, puesto que, se han detectado presiones y dotaciones que exceden los parámetros normativos. Este estudio se enfoca en analizar la sostenibilidad y eficiencia hidráulica de los sistemas "El Naranjillo" y "Juancho Puquio", con el fin de identificar áreas de mejora y proponer soluciones que optimicen su funcionamiento en cumplimiento con las normativas nacionales.

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 Contextualización del problema

Los sistemas de agua potable, en las regiones rurales del Perú carecen de una adecuada gestión administrativa, esto en gran parte debido a la falta de un registro integral sobre el estado actual de dichos sistemas. Esta situación limita la capacidad de las autoridades para detectar problemas en el servicio como presiones excesivas que afectan las tuberías, grifos, accesorios y aparatos sanitarios de los usuarios. Muchos sistemas rurales presentan deficiencias en su operación, tanto en términos de sostenibilidad como de eficiencia hidráulica, y esto requiere ser detectados a tiempo para dar los mantenimiento correctivos o preventivos adecuados y así poder tener un servicio óptimo por un tiempo más prolongado.

El Cercado de La Encañada, depende de dos sistemas de agua potable: "El Naranjillo" y "Juancho Puquio". Los usuarios de ambos sistemas han informado sobre la rotura de tuberías, grifos y otros, lo que se atribuye a las presiones irregulares y la falta de compromiso de la

población en el cuidado del agua, pues muchos desperdician este recurso al utilizarlo para regar sus pastos o al dejar sus aparatos sanitarios y grifos en mal estado.

1.1.2 Descripción del problema

El principal problema identificado en el suministro de agua en el Cercado de La Encañada es que existen presiones excesivas y dotaciones que exceden los límites estipulados en El RNE-OS.050. Esta situación afecta a una gran parte de los usuarios, quienes experimentan fallas en sus grifos y otros dispositivos debido a las altas presiones. Además, la dotación de agua en los sistemas "El Naranjillo" y "Juancho Puquio" supera lo recomendado por la norma. Esto genera un desperdicio del agua disponible, y compromete la sostenibilidad del sistema a largo plazo. Por ello es necesario determinar la situación actual del sistema para poder intervenir de manera adecuada y dar solución de manera óptima.

1.1.3 Formulación del Problema

La presencia de presiones excesivas y dotaciones elevadas en el sistema de agua potable que opera en el Cercado de La Encañada, ha genera rupturas en los grifos, tuberías y accesorios, lo que afecta la adecuada distribución de este recurso. Esta situación no solo resulta en un considerable desperdicio del recurso hídrico, sino que también pone en riesgo la sostenibilidad del sistema a largo plazo, lo que genera una creciente preocupación entre los residentes y las autoridades locales.

1.2 Hipótesis

En el año 2022, los sistemas de suministro de agua potable del Cercado de La Encañada fueron clasificados como "En proceso de deterioro" de acuerdo al índice de sostenibilidad. Además, las presiones excesivas y las dotaciones de agua que superan los parámetros normativos afectan negativamente la eficiencia hidráulica del sistema.

1.3 Justificación de la investigación

1.3.1 Justificación científica

Esta investigación se justifica científicamente porque emplea el método científico, pues se tiene un problema al que se busca dar solución aplicando principios y teorías establecidas por otros autores o normas reconocidas, para evaluar y analizar los resultados y presentar conclusiones y recomendaciones confiables y aplicables.

1.3.2 Justificación Técnica- Práctica

Desde una perspectiva técnica, esta investigación ofrece soluciones prácticas y aplicables para así poder optimizar la operación de los sistemas de suministro de agua potable. El sistema de agua potable del Cercado de La Encañada presenta deficiencias en la administración y operación, careciendo de planos actualizados y reportando incongruencias entre lo proyectado y lo construido en campo. Mediante la evaluación hidráulica que incluye levantamientos topográficos, análisis de presiones, aforos, y evaluación de la calidad del agua, esta investigación proporcionará un diagnóstico hidráulico del estado actual de los sistemas de agua que abastecen al Cercado de la Encañada. Asimismo, la creación de un modelo hidráulico en WaterCAD permitirá simular el funcionamiento del sistema actual, identificando posibles fallas y áreas para su optimización. Los resultados de esta investigación permitirán proponer mejoras para el sistema de abastecimiento de agua, incluyendo la creación de planos base que no solo actualizarán la infraestructura existente, sino que también facilitarán el manejo y mantenimiento del sistema por parte de la JASS y los operarios, para que así se pueda mejorar el servicio.

1.3.3 Justificación Institucional y Personal

Desde una perspectiva institucional, este estudio aporta a la misión institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca de fomentar la investigación científica y formar profesionales capacitados para dar soluciones adecuadas a los desafíos actuales que se presentan en la gestión de los recursos hídricos.

Realizar esta tesis es fundamental para mi formación como ingeniera Civil y para obtener mi título profesional, pues me permite desarrollar habilidades en investigación científica, resolución de problemas y aplicación práctica de conocimientos teóricos. Espero que los resultados contribuyan a mejorar la sostenibilidad y eficiencia de los sistemas de agua potable beneficiando a los usuarios del Cercado de La Encañada.

1.4 Delimitación de la investigación

Esta investigación se enfocará en describir el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable en el Cercado de La Encañada, ubicado en el Distrito y Provincia de Cajamarca. Se analizarán las presiones, las dotaciones, y los coeficientes de variación diario y horario, además de la gestión administrativa, operativa y de mantenimiento del sistema, involucrando tanto a la Junta Administrativa de Servicio de Saneamiento (JASS) como a algunos usuarios del servicio. Cabe señalar que no se realizarán mediciones de presión en la línea de conducción,

ya que esta se encuentra enterrada. Asimismo, las propuestas de mejora no incluirán trámites administrativos, como la aprobación de planos, estudios de factibilidad, permisos ambientales o gestiones necesarias para su implementación.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general.

- Determinar la evaluación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable del Cercado de la Encañada, Distrito de la Encañada, Provincia de Cajamarca.

1.5.2 Objetivos específicos.

- Evaluar las presiones generadas en la red de distribución del sistema de agua potable del Cercado de la Encañada, y compararlas con los valores estipulados en el Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Estimar la dotación de agua requerida por los usuarios del Cercado de la Encañada, y comparar los resultados con lo estimado en el expediente técnico.
- Estimar la variación del coeficiente máximo diario y horario del sistema de abastecimiento de agua potable del Cercado de la Encañada y contrastar con los valores del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Evaluar y analizar la gestión administrativa, la operación y el mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable del Cercado de la Encañada.
- Proponer mejoras para optimizar el sistema de abastecimiento de agua potable del Cercado de la Encañada.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Teóricos

2.1.1 Antecedentes a nivel internacional

Carrillo y Quimbiamba (2018), en su trabajo de investigación evaluaron los aspectos hidráulicos y sanitarios del sistema de agua potable que abastece a los barrios Mushuñan e Inchalillo Alto en Ecuador. Realizaron un modelado hidráulico de la red de distribución de la zona en estudio utilizando el software EPANET 2.0 y analizaron parámetros como la presión, caudal y velocidad.

Concluyeron que el sistema de abastecimiento se había construido sin un sustento técnico adecuado, debido a las modificaciones efectuadas a lo largo de los años y al crecimiento poblacional del 2,89%, lo que generó dificultades en su funcionamiento hidráulico. Por esta razón, consideraron necesario realizar una reestructuración del sistema donde se contempló los parámetros hidráulicos y sanitarios necesarios para asegurar su calidad y ofrecer un buen servicio a los pobladores del sector.

2.1.2 Antecedentes a nivel nacional

Figuroa (2021), en su investigación, evaluó el sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío de Llacymucha y planteó mejoras para optimizar su funcionamiento. Utilizó una metodología correlacional de corte transversal que abarcó tanto aspectos cualitativos como cuantitativos. La investigación se desarrolló con un enfoque descriptivo y no experimental, ya que los datos analizados no fueron manipulados.

Como resultado de la investigación, el autor sugirió mejoras al sistema de agua potable mediante la construcción de un reservorio rectangular de concreto de tipo apoyado, con una capacidad de 15 m³ para abastecer a una población de 521 habitantes proyectada a 20 años. También sugirió instalar una red de distribución utilizando tuberías de PVC clase 10.

Delgado Y Falcón (2019), en su tesis, llevaron a cabo un análisis detallado del agua, examinando aspectos físico-químicos y bacteriológicos en seis muestras realizadas en la Ciudad de Chongoyape en Chiclayo. Realizaron la evaluación del sistema de abastecimiento de agua utilizando la metodología SIRAS 2010, examinaron tres aspectos clave: el estado

del sistema, la gestión del servicio y la operación y mantenimiento de la infraestructura existente. Los resultados del estudio indicaron que el sistema de agua obtuvo un puntaje de 2.98, clasificándolo como medianamente sostenible a largo plazo. No obstante, identificaron varios problemas en cuanto a la continuidad del servicio, la calidad del agua, el estado de la infraestructura, así también, encontraron deficiencias en la gestión y el mantenimiento del sistema.

Tapia (2019), evaluó la eficiencia hidráulica del sistema de suministro de agua potable en la Zona XII de la ciudad del Cusco. La recopilación de datos lo llevó a cabo desde el 11 de mayo hasta el 18 de julio del 2018, logró recopilar información tanto del reservorio como de los registros de facturación. A partir de estos datos, calculó el porcentaje de agua que no ha sido facturada, también se analizó las presiones en la red de distribución, el coeficiente máximo horario y la dotación.

El estudio evidenció deficiencias en el sistema, concluyendo que la eficiencia hidráulica era del 66.67% según la escala de Likert. Asimismo, se determinó que el 81.25% de las presiones cumplían con los parámetros del Reglamento Nacional de Edificaciones. El coeficiente máximo horario hallado fue de 1.9.

El porcentaje de agua no facturada alcanzó el 44.46%, sin embargo, SEDAPAL, entidad que presta el servicio de agua potable en Lima y Callao, estableció que el porcentaje de agua o facturada debe ser como máximo el 25.63%. En cuanto a la dotación, se registraron 121.23 l/hab/día para el área de influencia del Reservorio R-13 y 86.68 l/hab/día para el área del Reservorio R-14, ambos valores por debajo del estándar de 180.00 l/hab/día para climas fríos, según el Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.1.3 Antecedentes a nivel regional

Albarrán (2019), se centró en evaluar el estado hidráulico de los sistemas de abastecimiento de agua potable y la calidad de servicio que proporciona la JASS de Bellavista y San Sebastián en la localidad de Shirac, Distrito de José Manuel Quiroz, Provincia de San Marcos – Cajamarca. Usó el Software WaterCAD para evaluar las presiones en la red de distribución de cada sistema, verificándolas con los datos obtenidos en campo.

Consideró dos componentes principales en la evaluación: la Infraestructura, es decir el diagnóstico de la situación actual de cada sistema y la Gestión administrativa. Para ello utilizó indicadores que le permitieron valorar el funcionamiento de cada sistema. Consideró que la evaluación de la infraestructura corresponde al 60% y la gestión administrativa el 40%. Los resultados indicaron que existen presiones excesivas en ambos sistemas, lo que perjudica a los usuarios y a la administración, lo que genera mayor costo de mantenimiento. Por lo que recomienda un rediseño hidráulico y mejorar la calidad del servicio mediante capacitaciones tanto para las autoridades, como para los técnicos, directivos y usuarios.

Alarcón, (2017), evaluó la eficiencia hidráulica del sistema de agua potable en el centro poblado Llimbe, en el distrito de Asunción – Cajamarca, en el año 2017, así también, determinó la sostenibilidad, capacidad operativa, mantenimiento y gestión del sistema, para lo que utilizó formatos adaptados de PROPILAS CARE-PERÚ, el cual usa la metodología detallada en el Compendio SIRAS 2010, además, verificó la resistencia de las estructuras mediante ensayos con esclerómetro.

Los resultados mostraron que la eficiencia hidráulica del sistema alcanzó el 84.76%, mientras que su índice de sostenibilidad fue del 64.66%, lo que indica un deterioro del sistema. La eficiencia en la operación y mantenimiento se situó en el 65.625%, y la eficiencia en la gestión administrativa fue del 68.33%. Además, llevó a cabo estudios complementarios, incluyendo un análisis fisicoquímico y bacteriológico de las fuentes, los resultados encontrados evidenciaron que el agua es apta para el consumo humano, pues sus componentes están dentro de los límites permitidos por la normativa. También midió mediante ensayos no destructivos la resistencia actual de las paredes de concreto armado del reservorio, los resultados arrojaron que la resistencia promedio es de 152.50 kg/cm².

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Agua Potable.

Es un recurso hídrico fundamental para el consumo del ser humano, acceder a ella es un derecho indispensable. Conforme a lo que estipula la normativa actual, el agua no presenta color ni olor y tiene un sabor que resulta agradable. No tiene microbios porque está purificada y satisface las necesidades de la población sin afectar la salud. También es fundamental para prevenir enfermedades (Conza y Páucar, 2013, p.7).

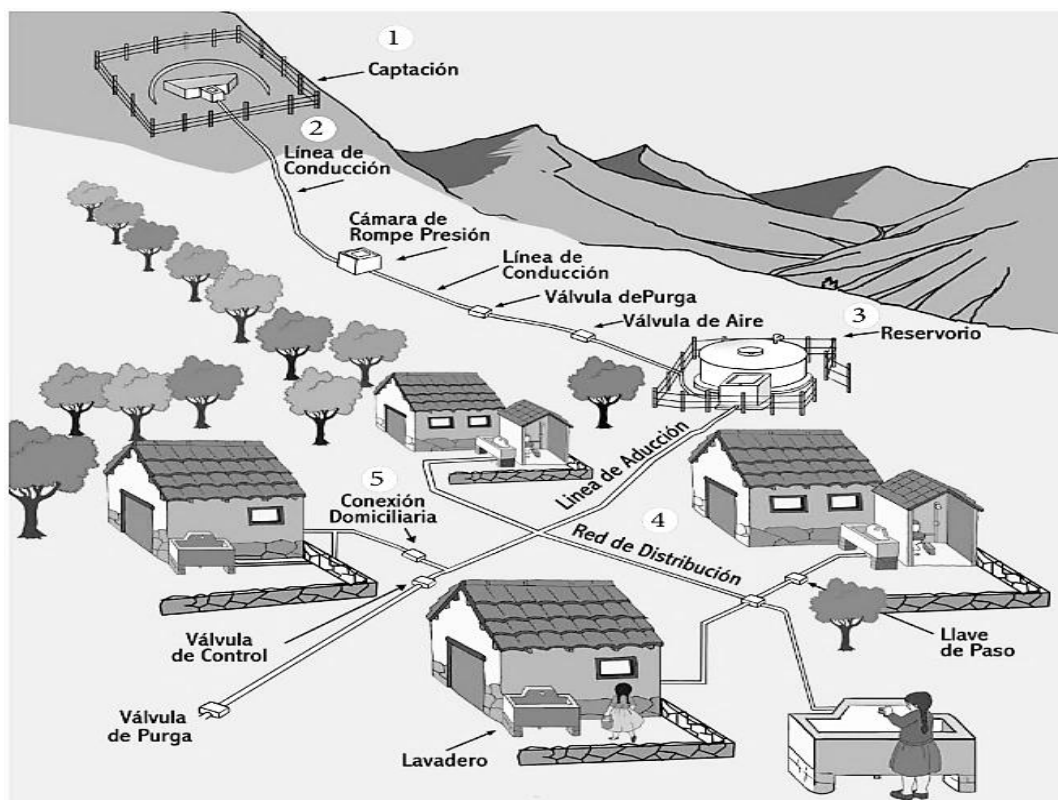
Utilizamos el agua potable de la siguiente manera:

- Tomando agua tratada.
- Lavando las verduras y frutas antes de ser ingeridas.
- Empleando agua limpia para preparar los alimentos.
- Lavándonos las manos con agua y jabón antes de comer, saliendo del baño, antes de cocinar y luego de cambiar los pañales a los bebés.
- Aseando nuestro cuerpo.

2.2.2 Sistema de abastecimiento de agua potable.

Es un conjunto estructurado de infraestructuras y procesos que permiten captar, tratar, almacenar y distribuir agua segura para el consumo humano. Inicia en una fuente de agua, como ríos, lagos o pozos subterráneos, desde donde el agua es transportada a plantas de tratamiento, allí se purifica y desinfecta de modo que cumpla con los estándares normativos. Luego, el agua se almacena en reservorios para luego ser distribuida a través de tuberías hasta llegar a los hogares, comercios u otras instalaciones. (SUNASS, 2004, p.31).

Figura 1 Elementos de un sistema de abastecimiento de agua potable en zona rural.



Fuente: Manual de OyM de sistemas de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento en zonas rurales (Conza y Páucar, 2013, p.11).

2.2.3 Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

2.2.3.1 Fuente de Abastecimiento.

La fuente es el origen de donde se obtiene el agua que será tratada y distribuida para su consumo. Pueden ser superficiales o subterráneas, naturales o artificiales, según la zona de donde provenga puede ser de un manantial (afloramiento, nacimiento, nacimiento), o bien un pozo o la derivación de agua de un curso como un río o lago. La fuente de abastecimiento debe garantizar el caudal diario máximo que requiere la población. Si la calidad del agua de la fuente no cumple con los estándares definidos en la normativa, será necesario proyectar obras que puedan garantizar el tratamiento adecuado del agua (CARE Internacional-Avina, 2012, p.60).

Existen diversas fuentes de agua potable, tales como:

a. Aguas superficiales

Se encuentran en quebradas, ríos o lagos, estas están sujetas a contaminación, tanto por medios naturales como por las actividades humanas. Estas fuentes deben ser protegida para evitar que se convierta en un medio de transporte de agentes causantes de enfermedades. Para que este tipo de fuentes puedan ser utilizadas deben de seguir un tratamiento (CARE Internacional-Avina, 2012, p.45).

b. Aguas subterráneas

Se refiere a las corrientes acuíferas que emergen o se infiltran desde las capas subterráneas o subsuelo. En términos generales, su calidad es superior a la de las fuentes superficiales, puesto que, el agua, va pasando por las diferentes capas de la tierra permitiendo su filtración. Así, este proceso permite que el agua se vaya filtrando, eliminando materia orgánica y bacterias. Estas fuentes se hallan frecuentemente en pozos profundos, pozos excavados, galerías filtrantes y manantiales (CARE Internacional-Avina, 2012, p.45).

c. Agua lluvia

Esta fuente de agua es aprovechada en situaciones donde conseguir agua superficial de buena calidad no es factible, sin embargo, en estas zonas debe existir abundantes precipitaciones. Para su recolección se aprovechan los techos de las casas u otras superficies impermeables para recoger el agua y canalizarla hacia sistemas cuyo tamaño está determinado por la demanda requerida y las condiciones de precipitación de la zona (Agüero, 2004, p.5).

2.2.3.2 Obras de Captación.

Son un conjunto de estructuras diseñadas para obtener o captar el agua desde una fuente, como ríos, manantiales, pozos o lagos. Su función principal es asegurar que el agua sea captada de forma eficiente y segura, protegiéndola de posibles contaminantes. Las captaciones están diseñadas para adaptarse a las características de la fuente, existen así captaciones de aguas superficiales, de aguas subterráneas, así como también puede captarse el agua de lluvia (CARE Internacional-Avina, 2012, p.60).

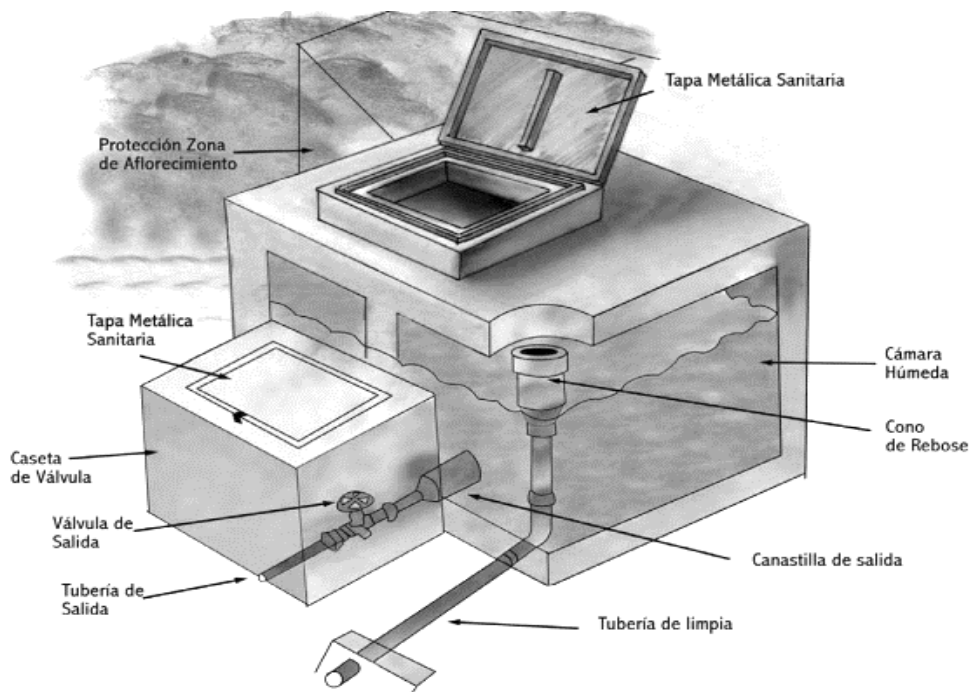
En el RNE en la norma OS.010 menciona que para el diseño de estas obras se deberá garantizar una capacidad mínima que cubra el caudal máximo diario necesario para el abastecimiento de la población.

Existen diversos tipos de captación, dependiendo a la fuente de abastecimiento que se tenga, algunos de estos son:

a. Captación de manantial de ladera

Esta captación se realiza cuando se necesita proteger una fuente que emerge en una superficie inclinada o ladera de manera puntual o dispersa. Esta estructura cuenta con una protección para el afloramiento del agua, una cámara húmeda y una caseta de válvulas. (MVCS, 2018, p.61).

Figura 2 Captación de manantial de ladera.

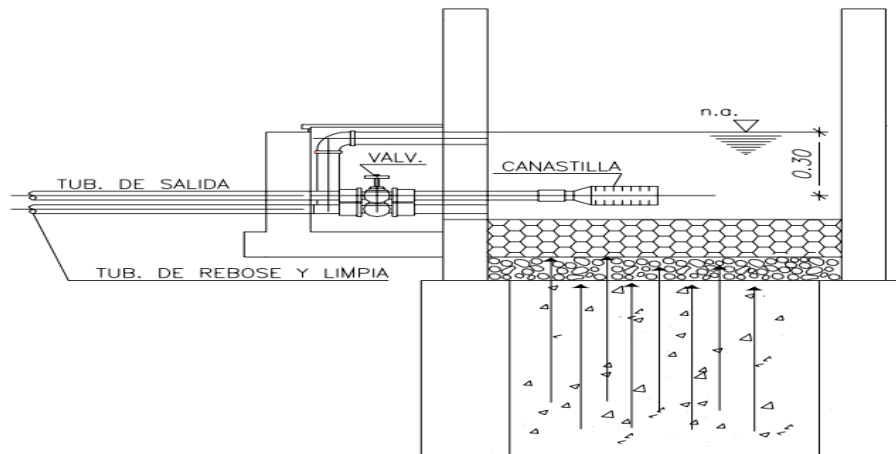


Fuente: Manual de OyM de sistemas de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento en zonas rurales (Conza y Páucar, 2013, p.12).

b. Captación de manantial de fondo

Este tipo de captación permite utilizar el agua subterránea que brota en áreas planas. Su estructura se compone de una cámara que en el fondo no tiene losa y está ubicada alrededor del puto de agua, permitiendo que esta emerja a la superficie, esta cámara cuenta con una sección húmeda, allí se almacena y se regula el agua, además de una sección seca donde se encuentran las válvulas de control de salida (MVCS, 2018, p.65).

Figura 3 Captación de manantial de fondo.



Fuente: Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales (Agüero, 2004, p.17).

2.2.3.3 Línea de Conducción.

La línea de conducción es la tubería principal que transporta el agua desde la fuente hasta un tanque de almacenamiento o planta de tratamiento si así lo requiere, transporta un caudal específico a lo largo de su trayecto de forma segura y eficiente. En casos donde hay un desnivel considerable, es decir, superior a 50 metros entre la captación y el reservorio se deben instalar cámaras rompe presión tipo CRP-6 o tubos rompe carga, esto ayuda a prevenir presiones altas en la red que pueden causar daños en la tubería. Esta estructura se diseña teniendo en cuenta el caudal máximo diario (CARE Internacional-Avina, 2012, p.67).

Figura 4 Tubo rompe carga en línea de conducción.



Fuente: Conza y Páucar, 2013, p.13.

Cuando el terreno presenta irregularidades significativas, la tubería puede pasar tanto por zonas altas o elevadas como por zonas bajas o depresiones, generando acumulación de aire en zonas altas y de sedimentos en zonas bajas. La acumulación de aire puede interrumpir el flujo de agua y reducir la eficiencia del sistema y los sedimentos pueden obstruir el paso del agua reduciendo la velocidad del flujo y con el tiempo puede provocar daños en las tuberías. Para evitar estos problemas y tener un flujo continuo, se colocan válvulas de aire en los puntos altas para liberar el aire atrapado y válvulas de purga en los puntos bajas para drenar los sedimentos acumulados, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 5 *Válvula de aire y válvula de purga en la línea de conducción de agua potable.*



Fuente: Manual de OyM de sistemas de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento en zonas rurales (Conza y Páucar, 2013, p.14).

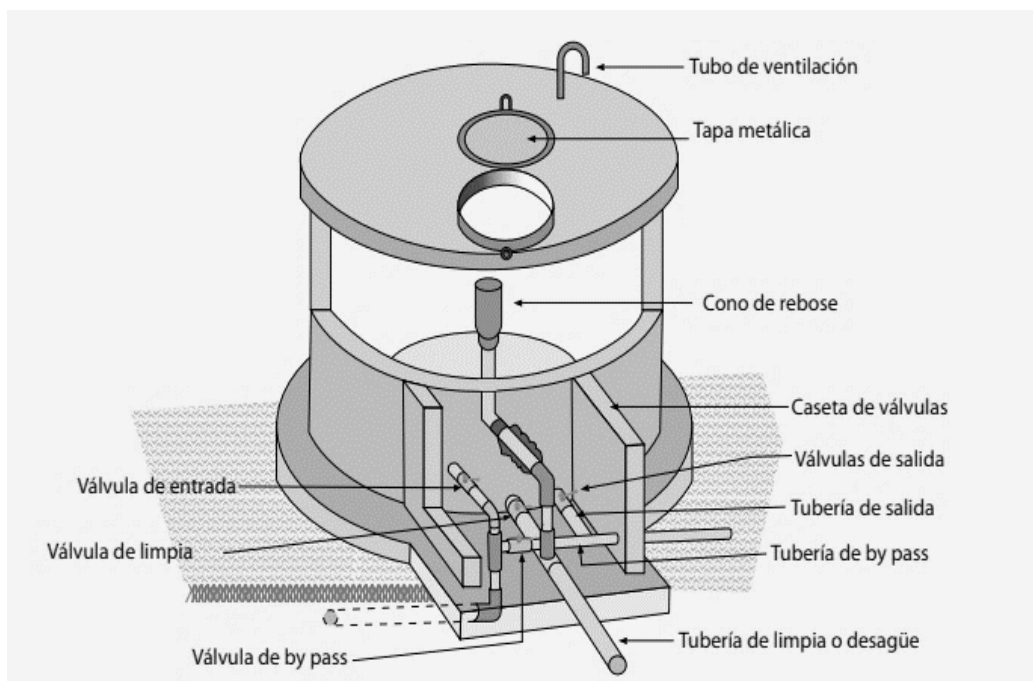
2.2.3.4 Reservorios.

Son depósitos diseñados para almacenar agua potable y asegurar que la población sea abastecida durante las horas de mayor demanda, además se debe mantener una presión de servicio óptima. Es útil para compensar las variaciones de consumo en el día, mantener y compensar las presiones en la red, así como para almacenar cierta cantidad de agua que permita atender situaciones de emergencia como incendios. El reservorio se ubica en un punto alto de la población, puede existir más de un reservorio, el volumen de este dependerá del tamaño de la población (CARE Internacional-Avina, 2012, p.77).

Los reservorios deben contar con un sistema de desinfección que garantice la calidad del agua que llega a los hogares. Uno de los métodos de desinfección es el método de cloración por goteo, para ello se instala por lo general un tanque de polietileno donde contiene una solución concentrada de cloro y cuenta con un sistema que controla el goteo por segundo o en ml/s con el que cae esta sustancia al reservorio para desinfectar el agua almacenada que luego será distribuida a las viviendas, este tanque debe estar lo más próxima posible al punto de ingreso del agua al reservorio y de manera que la luz natural no afecte la solución de cloro almacenada. Los niveles de cloro residual deben mantenerse entre 0,3 mg/l como

mínimo y 0,8 mg/l como máximo en condiciones normales, ya que valores superiores pueden ser detectados por los usuarios debido al olor y sabor, resultando en un rechazo del agua por parte de la población (RM 192 2018 Vivienda).

Figura 6 Partes de un reservorio apoyado.



Fuente: PROAGUA, 2017, p.17.

2.2.3.5 Línea de Aducción.

Es el sistema de tuberías que transporta el agua desde el reservorio o planta de tratamiento hasta la red de distribución. Es fundamental tener en cuenta las pérdidas por fricción para el cálculo del diámetro, la velocidad y el caudal en la tubería, pues este factor afecta el comportamiento del flujo. Se debe ubicar adecuadamente cámaras rompe presión tipo 7 cuando la diferencia de cotas supere los 50m. o cuando las presiones sean superiores a 50mca. La capacidad de la línea de aducción debe ser suficiente para transportar, al menos, el caudal máximo horario (CARE Internacional-Avina, 2012, p.67).

2.2.3.6 Red de Distribución de Agua Potable.

Consiste en un sistema de tuberías que conducen el agua desde la línea de aducción hasta las conexiones de las viviendas. En áreas con topografía pronunciada, se instalan cámaras rompe presión CRP-7 para reducir la energía del agua o las presiones elevadas. Además, se colocan válvulas de control con cajas de protección para regular el flujo del agua. En zonas

bajas o en extremos de los ramales, se instalan válvulas de purga que facilitan la eliminación de sedimentos y permite la limpieza de las tuberías (Conza y Páucar, 2013, p.16).

Las redes de distribución se pueden clasificar como:

a. Red de distribución abierta o ramificada

Es aquella que está compuesta por una tubería principal y una serie de ramificaciones que terminan en puntos ciegos. Este tipo de red se emplea por lo general en caminos o veredas, donde por razones topográficas no es económico ni técnico conectar los ramales. También se adapta a las poblaciones que se desarrollan a lo largo de una vía o de un río, tiene desventajas ya que en los extremos muertos puede formarse crecimientos bacterianos y sedimentación (CARE Internacional-Avina, 2012, p.81).

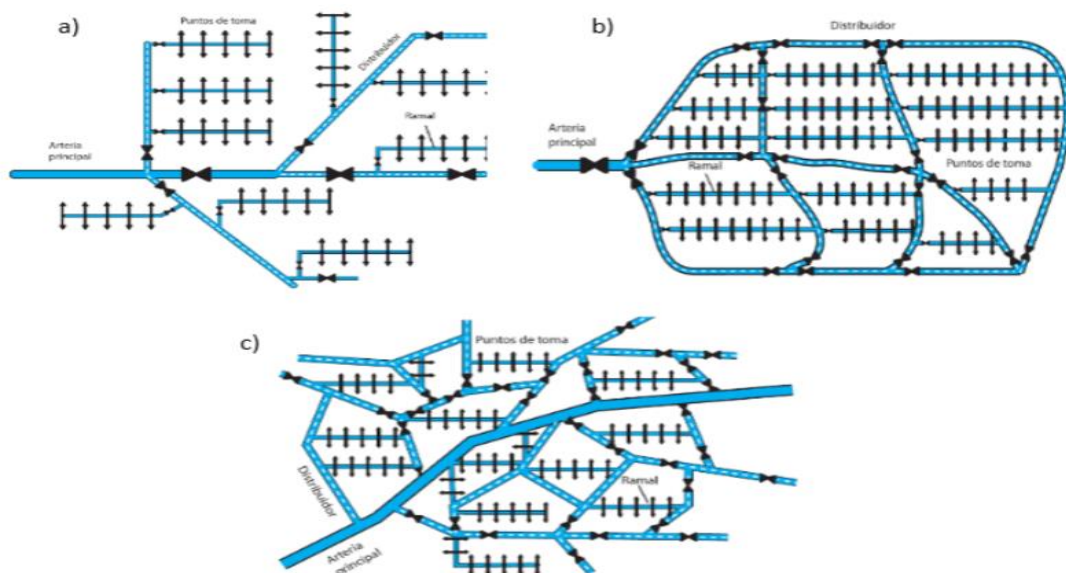
b. Red de distribución cerrada o mallada

Esta red de distribución consiste en tuberías que forman circuitos cerrados, lo que permite una circulación de agua más eficiente en términos de presión y caudal. Además, facilita el aislamiento de pequeñas áreas del sistema (como unas cuantas manzanas) durante trabajos de mantenimiento o reparaciones, reduciendo el número de consumidores afectados por el corte de agua (CARE Internacional-Avina, 2012, p.81).

c. Red de distribución mixta

Las redes de distribución mixtas combinan características de redes abiertas y cerradas, con el objetivo de adaptarse mejor a las condiciones del lugar y a la distribución de la población a la que se va a abastecer.

Figura 7 Tipos de redes de distribución. a) Ramificada. b) Red mallada. c) Red mixta.

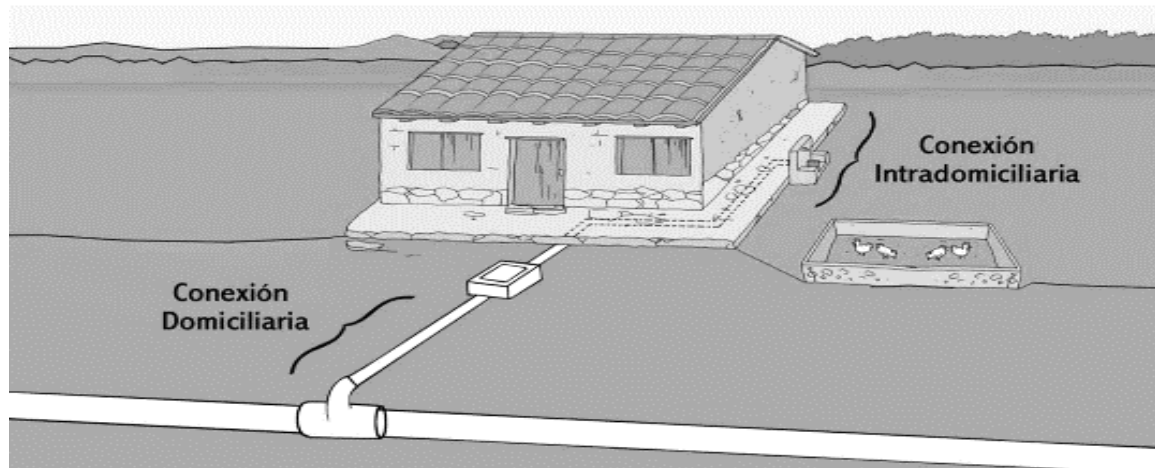


Fuente: Fontanería y calefacción básica. Ediciones Paraninfo, S.A. CAÑERO, J. L., 2016.

2.2.3.7 Conexión domiciliaria.

Consiste en un sistema de tuberías y accesorios que conectan la red de distribución con las viviendas. Se tiene dos secciones, una la parte pública o conexión domiciliaria, que va desde la conexión de la red principal o de distribución hasta la llave de paso, y la parte privada o conexión intradomiciliaria, que son todas las instalaciones dentro de la vivienda (Conza y Páucar, 2013, p.17).

Figura 8 Conexión domiciliaria.



Fuente: Manual de OyM de sistemas de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento en zonas rurales (Conza y Páucar, 2013, p.17).

2.2.4 Evaluación de la eficiencia hidráulica de un sistema según la metodología utilizada por CONAGUA.

La eficiencia hidráulica se refiere a la capacidad de un sistema de abastecimiento de agua potable para transportar el agua con la mínima pérdida de energía, proporcionando servicios a tarifas equitativas y atendiendo correctamente a los usuarios. En otras palabras, se trata de utilizar de manera óptima los recursos para ofrecer un servicio de calidad. Aunque no existe un único indicador que determine la eficiencia hidráulica de un sistema, esta se puede evaluar de manera práctica mediante ciertos parámetros que consideran la disponibilidad del agua en el tiempo y el espacio para los usuarios (CONAGUA, 2012, p.64).

A continuación, se muestran los parámetros que se usan para la evaluación hidráulica:

- El consumo unitario (l/hab/día)
- La dotación de agua (l/hab/día)
- La continuidad del suministro de agua potable (horas/día)

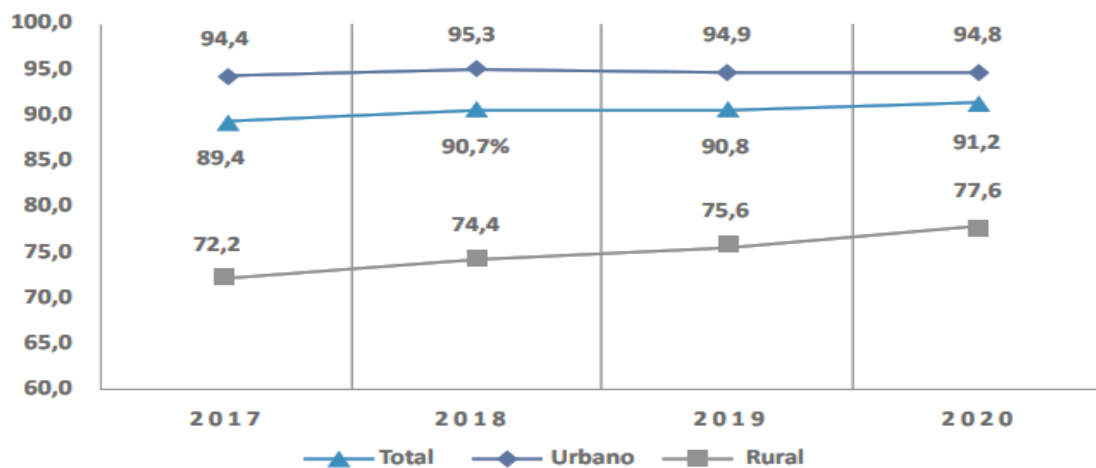
- La diferencia entre el caudal disponible en la red y el caudal requerido por los usuarios (+-%).
- La presión del agua en la red de distribución.

2.2.4.1 Parámetros de evaluación hidráulica de los sistemas de agua potable.

2.2.4.1.1 Cobertura y continuidad de agua potable.

La cobertura se refiere al porcentaje de la población total de la zona evaluada que dispone de acceso a una conexión de agua potable y la continuidad por su parte es el indicador que contabiliza las horas de suministro de agua al día, es importante que el sistema de agua opere las 24 horas del día, con el fin de que la comunidad disponga de agua en cualquier momento del día (SUNASS, 2004, p.33).

Gráfico N° 1 Población con acceso al servicio de agua por red pública, según área de residencia, 2017-2020



Nota: Incluye conexión a red pública de agua dentro de la vivienda, fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación y pileta pública.

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento , 2022.

2.2.4.1.2 Dotación y consumo.

a. Dotación

Es la cantidad promedio de agua que un habitante consume al día, en este se consideran los consumos Doméstico, Comercial, Industrial, Estatal o Social. Además, se incluyen las pérdidas que se ocasionan a lo largo del recorrido del flujo en el sistema. Su unidad de medida de la dotación es l/hab/día.

Se recomienda una dotación diaria para las conexiones domiciliarias de 180 l/hab/día en zonas de clima frío, y 220 l/hab/día en áreas de clima templado o cálido. En programas de vivienda con lotes de hasta 90 m², la dotación se reduce a 120 l/hab/día en climas fríos y 150 l/hab/día en climas templados o cálidos (RNE OS.100, 2018).

Para otro tipo de habilitaciones urbanas como industrial, comercial, estatal o social, deberá aplicarse según la norma del RNE IS.010.

b. Consumo

Es la demanda de agua y se refiere a la cantidad de agua que se necesita para abastecer de manera adecuada una población específica, esta se calcula en función a dos factores principales: el consumo por habitante (dotación) y la cantidad total de población. Las unidades de consumo se expresan en términos de litros por día (l/día) o metros cúbicos por segundo (m³/s).

$$\text{Consumo} = \text{Dotación (l/hab/día)} \times \text{N}^{\circ} \text{Población (hab)}$$

2.2.4.1.3 Variaciones de Consumo

La cantidad de agua consumida no se mantiene estable a lo largo del día ni del año. Por esta razón, es fundamental calcular los picos de consumo diario y horario, los cuales se determinan a partir de los coeficientes de variación diaria y horaria. Estos coeficientes están relacionados con el promedio diario anual de la demanda, para su cálculo se realiza un análisis de los consumos diarios y horarios medidos en campo. Sin embargo, si no se logra obtener dicha información, se pueden utilizar los siguientes coeficientes:

- Variación máxima diaria: 1,3
- Variación máxima horaria: 1,8 a 2,5

a. Variaciones diarias

Estas dependerán de las estaciones del año, pues la temperatura y la distribución de las lluvias no son constantes durante todo el año, por lo que el consumo de agua puede aumentar o disminuir (Moya, 2000, p.46).

b. Variaciones horarias:

Existe una diferencia en el consumo durante 24 horas del día y depende bastante de la población, ya que no todos tienen el mismo estilo de vida y no todas las poblaciones son del mismo tamaño; en poblaciones pequeñas en las que las costumbres son similares (al levantarse, al almorzar, dormir, otras actividades que son realizadas a la misma hora) el consumo máximo horario será mayor, por otro lado, en las ciudades grandes, la

costumbre de los pobladores es distintas (por ejemplo, hay personas que trabajan de noche y duermen durante el día) entonces el consumo máximo horario es menor (Moya, 2000, p.48).

2.2.4.1.4 Caudal

El caudal se puede definir como la cantidad de fluido que circula (agua en este caso) por una sección que puede ser tubería, canal, u otro en una unidad de tiempo.

De igual forma nos podemos referir al caudal como el volumen que fluye por segundo a través de un punto. Este depende de distintos factores tales como la estación del año, ubicación, clima, régimen fluvial, vegetación, entre otros.

a. Demanda hídrica

La demanda hídrica viene a ser el volumen de agua usado o consumido por los distintos sectores económicos y poblacionales. Depende del número de habitantes en la zona. El valor de la demanda depende de distintos factores, como las costumbres de la zona, ubicación, demografía, clima, entre otros.

b. Oferta hídrica

la oferta hídrica es el volumen de agua disponible para satisfacer la demanda generada por la población. Esta oferta hídrica se obtiene de las fuentes de agua existentes en la zona. Para determinar el caudal ofertado por un sistema se realiza mediante un aforo.

Existen diversos métodos de aforo, algunos de ellos son:

- **Método volumétrico:** aplicado en corrientes de agua de pequeño caudal, como manantiales o arroyos con flujos inferiores a 20 l/s. Este método implica dirigir el flujo hacia un depósito impermeable de volumen conocido, registrar el tiempo total necesario para llenar el recipiente y, posteriormente, calcular el caudal (ICC, 2017, p.3).

$$Q = V / T$$

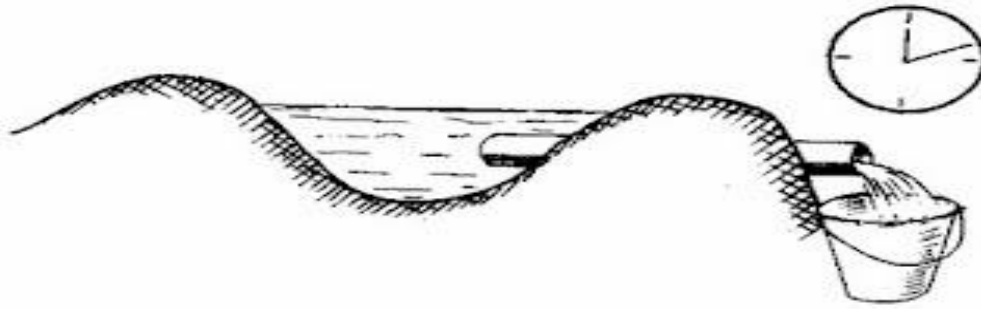
Donde:

Q: Caudal a calcular (m³/s)

V: volumen del recipiente (m³)

T: tiempo (s)

Figura 9 Aforo por el método volumétrico.



Fuente: Cueva del ingeniero civil.

- **Método de Sección- Velocidad:** En este enfoque, se obtienen de manera independiente el área de la sección del curso de agua y la velocidad del agua. La sección transversal se determina mediante sondeos u otros procedimientos topográficos, mientras que la velocidad se calcula mediante métodos como el uso de molinetes, flotadores o la medición de la pendiente hidráulica. (ICC, 2017, p.8).

$$Q = A \times V$$

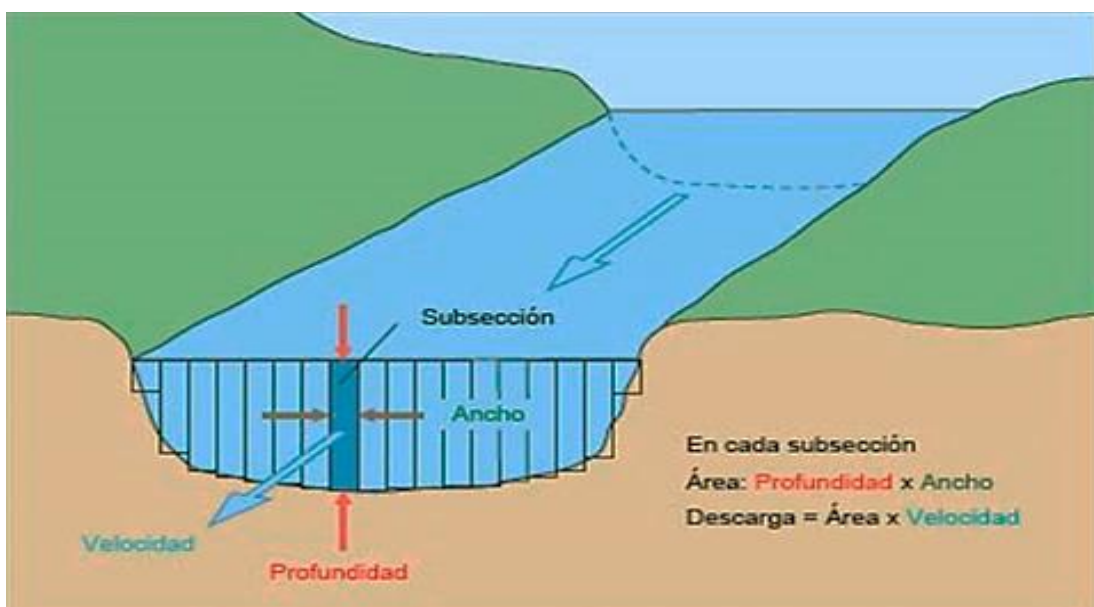
Donde:

Q: Caudal a calcular (m³/s)

A: Área de la sección transversal (m²)

V: Velocidad media del agua (m/s)

Figura 10 Aforo método de sección y velocidad.



Fuente: Ecología y Ciencia SRL

c. Déficit entre el caudal de agua disponible en la red y el caudal de agua requerido por los usuarios

Cuando la cantidad de agua potable ofertada por el sistema hidráulico no coincide con la demanda requerida por los usuarios, debido a diversos factores como la topografía, el crecimiento poblacional, la capacidad hidráulica, otros, provoca un déficit en la distribución del agua, lo que se manifiesta en inconvenientes como la escasez, baja presión y falta de continuidad en el suministro. (CONAGUA, 2012, p.65).

El déficit de agua en una zona es determinado mediante la siguiente ecuación:

$$Def = \sum_{i=1}^{n_{zs}} \%_{0z,i} \left(\frac{Q_{s,i} - Q_{req,i}}{Q_{ts}} \right)$$

Donde:

Def_{sar} : déficit promedio en el caudal de agua disponible en la red y el caudal de agua requerido por los usuarios ($\pm\%$).

$Q_{s,i}$: Caudal de agua suministrado a la red de una zona de servicio, i (l/s).

$Q_{req,i}$: Caudal requerido por los usuarios en una zona de servicio, i (l/s).

Q_{ts} : Caudal total suministrado a toda la red de distribución (l/s).

$\%_{0z,i}$: Porcentaje que representa una zona de servicio i, de la suma total de las zonas de Servicio.

n_{zs} : Numero de zonas de servicio.

d. Cálculo de caudales

- **Caudal promedio diario (Qp)**: Es la cantidad de agua necesaria que un habitante utiliza en un día promedio del año, para su cálculo se puede determinar empleando la siguiente fórmula:

$$Qp = Pf \times D / 86400$$

Donde:

Qp: Caudal promedio diaria (l/s)

Pf: Población futura

D: Dotación (l/hab/día)

- **Caudal máximo diario (Qmaxd):** se puede relacionar con el caudal promedio, obteniéndose la siguiente expresión:

$$Q_{maxd} = k_1 \times Q_p$$

Donde:

Qmaxd: Caudal máximo diario (l/s)

Qp: Caudal promedio diario (l/s)

k1: Coeficiente de variación diaria (varía entre 1.2 – 1.5)

En el Perú en zonas donde la variación del clima no es muy agresiva se puede considerar el $k_1 = 1.3$. El Qmaxd servirá para el diseño de Captación, línea de Conducción y reservorio (Moya, 2000, p.48).

- **Caudal máximo horario (Qmaxh):** es la hora de máximo consumo, está relacionado respecto al caudal promedio, mediante el coeficiente k2.

$$Q_{maxh} = k_2 \times Q_p$$

Donde:

Qmaxh: Caudal máximo horario (l/s)

Qp: Caudal promedio diario (l/s)

k2: Coeficiente de variación horaria (varía entre 1.8 – 2.5)

El coeficiente k2 varía según el tamaño de la población, para poblaciones de 2,000 a 10,000 hab. k2 se considera igual a 2.5, y para poblaciones mayores a 10,000 hab. se tomará k2 igual a 1.8. Este consumo sirve para diseñar la red de distribución y la línea de aducción. (Moya, 2000, p.49).

2.2.4.1.5 Presión de servicio

Es la presión medida en un punto determinado de la tubería de abastecimiento durante un determinado estado de servicio. La presión de servicio medida dentro de la red de tuberías se llama también “Presión de red”. Esta presión disponible en cualquier punto de la red estará determinada por la altura piezométrica en ese punto, la cual, a su vez, dependerá de la altura del depósito. Para obtener esta presión, se deben restar las pérdidas de carga ocasionadas por las conducciones y la altura geométrica del punto específico en consideración en toda la red (Pulido Carrillo, 2004).

En el Reglamento Nacional de Edificaciones la Norma OS.050, menciona que:

- La presión estática no será mayor a 50 mH₂O (metros columna de agua) en cualquier punto de la red.
- En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor a 10 mH₂O (metros columna de agua).
- En caso de abastecimiento de agua por piletas, la presión mínima será 3.5 mH₂O a la salida de la pileta.

La presión promedio en la red se calcula a partir de los registros obtenidos mediante mediciones en campo. Para obtener este valor promedio, se aplica la siguiente fórmula:

$$P_{med} = \frac{\sum_{j=1}^{mp} P_j}{m}$$

Siendo:

P_{med}: Presión media del agua en la red de distribución (kg/cm²)

P_j: Presión en el j-ésimo punto de medición en campo (kg/cm²)

mp: Número de puntos de medición de presión

m: Número de registros de presión realizados.

2.2.4.1.6 Operación y Mantenimiento del sistema de agua potable.

La operación y mantenimiento de un sistema de agua potable incluye todas las actividades y procesos necesarios para asegurar su correcto funcionamiento y prolongar su vida útil. Una planificación adecuada, junto con su ejecución y la participación de usuarios, son claves para lograr la sostenibilidad del sistema y también de la organización comunitaria (CARE Internacional-Avina, 2012, p.9).

2.2.4.1.6.1 Cloración del agua.

Proceso de desinfección del agua mediante el uso de compuestos clorados, como el hipoclorito de calcio o el hipoclorito de sodio, con el objetivo de eliminar microorganismos patógenos como bacterias, virus, parásitos y así garantizar y mejorar la calidad del agua destinada al consumo humano. La Organización Mundial de la Salud (OMS) dice que la concentración adecuada de estos compuestos debe estar entre 0.5 y 1.0 mg/l; si se encuentra por debajo de 0.1 mg/l, su capacidad de purificación se ve afectada, es por ello que se debe llevar un monitoreo contante del nivel de cloro tanto en el reservorio como en las viviendas.

La cloración es realizada por los operarios encargados del sistema con apoyo de la junta administradora de servicios de saneamiento (JASS).

2.2.4.1.6.2 Calidad del agua para consumo humano.

Estas aguas no deben tener organismos, sustancias químicas, minerales o impurezas que puedan causar enfermedades. Para purificar o potabilizar el agua es necesario someterla a uno o varios procesos de tratamiento dependiendo de la calidad del agua cruda que se obtenga de la fuente de abastecimiento (CARE Internacional-Avina, 2012, p.19).

En el 2011 la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), elaboró el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” para proteger y promover la salud y bienestar en la población. Este reglamento establece los límites máximos permisibles que puede tener el agua de elementos físicos, químicos y microbiológicos, para ser considerada potable.

a. Parámetros microbiológicos.

Estos parámetros permiten determinar la presencia de microorganismos en el agua que pueden representar un riesgo para la salud, son esenciales para asegurar que el agua de consumo humano esté libre de bacterias, virus y otros patógenos que puedan causar enfermedades. Mantener estos parámetros bajo control permite evitar la transmisión de enfermedades y asegurar un suministro seguro de agua. También ayuda a evaluar si los procesos de desinfección, como la cloración, están funcionando correctamente. (MINSAs, 2011, p.28).

Tabla N°1: *Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos*

Parámetros	Unidad de medida	Límite máx.
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC= Unidad formadora de colonias.

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (MINSAs, 2011, p.38)

b. Parámetros químicos inorgánicos y orgánicos.

Referido a las cantidades máximas permitidos de ciertos elementos en el agua, como el arsénico, mercurio, plomo, boro, etc. Además, limita la concentración de sustancias orgánicas, como los hidrocarburos disueltos, el benceno, aldrín, cloruro de vinilo, etc.

Tabla N°2: Límites máximos permisibles de parámetros químicos orgánicos e inorgánicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Arsenio	mg As L-1	0.01
2. Cloro (nota 1)	mg L-1	5
3. Cromo total	mg Cr L-1	0.050
4. Mercurio	mg Hg L-1	0.001
5. Nitratos	mg NO3 L-1	50.00
6. Nitritos	mg NO2 L-1	3.00 exposición corta 0.20 exposición larga
7. Plomo	mg Pb L-1	0.01

Nota 1: Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL-1.

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (MINSa, 2011, p.40)

c. Parámetros de control obligatorio.

Estos parámetros deben cumplir de manera obligatorio cualquier proveedor de agua, estos son: coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbidez, residual de desinfectante y pH. Si la prueba para coliformes termotolerantes resulta positiva, el proveedor está obligado a realizar un análisis de *Escherichia coli* para confirmar la presencia de contaminación fecal (MINSa, 2011, p.28).

2.2.4.2 Evaluación de la eficiencia hidráulica de los sistemas de agua potable.

Para esta evaluación se usan parámetros que permiten obtener una visión integral de la eficiencia hidráulica del sistema, considerando aspectos clave como el consumo, la continuidad del servicio, la presión del agua y la calidad del agua suministrada a los usuarios.

Tabla N°3: *Parámetros de la Eficiencia Hidráulica - CONAGUA, 2012.*

EFICIENCIA HIDRÁULICA	Parámetros	Indicadores	Categorías			
			1	2	3	4
	Oferta hídrica	Caudal	1 muy malo Qofer=0	2 malo Qofer<Qmaxd	3 regular Qofer=Qmaxd	4 bueno Qofer>Qmaxd
	Continuidad	Horas de agua	1 malo <8	2 regular 8-16	3 bueno 16-20	4 óptimo >20
	Cobertura Poblacional	% Cobertura	1 malo <50%	2 regular 50-65%	3 bueno 65-80%	4 óptimo >80%
	Calidad del agua	Cloro residual (mg/L) y	1 No cloran	2 defecto <0.5	3 exceso >1.0	4 normal 0.5-1.0
	Presión media del agua en la red de distribución	mH2O	1 defecto <10	2 exceso >50	-	4 normal 10-50

Fuente: Elaborado por Dilmer Alejandría Alarcón, en su tesis “Eficiencia Hidráulica Del Sistema de Agua Potable en El Centro Poblado Llimbe, Distrito De Asunción – Cajamarca, 2017”, basada en CONAGUA, 2012 y el RNE, 2018.

2.2.5 Evaluación de la sostenibilidad del sistema de agua potable, según la metodología SIRAS 2010.

2.2.5.1 Evaluación de la sostenibilidad de los Sistemas de agua potable.

Un sistema sostenible se refiere a aquellos que cuentan con una infraestructura en condiciones óptimas y proporcionan un servicio de calidad, brindando al usuario continuidad y cantidad adecuada del recurso hídrico. La evaluación de la sostenibilidad se realiza mediante la generación de un índice de sostenibilidad aplicando la metodología SIRAS 2010. Este índice se deriva de la cuantificación de tres factores fundamentales que serán objeto de evaluación en el presente estudio de investigación.

- El estado del sistema (ES) con un 50%.
- La gestión de los servicios (G) que brindan a través de los sistemas 25%
- Operación y mantenimiento (OyM) del sistema un 25%.

Estos factores permiten obtener una visión integral de la sostenibilidad de los sistemas de agua potable que son evaluados, considerando tanto la condición física de la infraestructura como la eficacia de la gestión y la operación y mantenimiento efectuadas.

a. Estado de la Infraestructura.

Esta evaluación se hace mediante la recopilación de datos tomados durante las visitas a campo de los diferentes componentes del sistema. Se examinan detalladamente aspectos como la condición física de las tuberías, la condición de las captaciones,

reservorios de agua, válvulas y otros elementos clave de la infraestructura. Esta evaluación integral permite obtener una visión completa de la situación en la que se encuentra la infraestructura, identificar posibles desperfectos que tenga la infraestructura y establecer las bases para futuras acciones de mantenimiento, reparación o mejora del sistema de agua potable.

Tabla N°4: *Criterios de la Evaluación para Definir el Estado de la Infraestructura del Sistema de Agua Potable del Cercado de La Encañada.*

Indicadores para determinar el Estado de la Infraestructura del Sistema				
Factores o determinante	Sostenible	En proceso de deterioro	En grave proceso de deterioro	Colapsado
Puntajes a Calificar	4	3	2	1
A. Estado de la Infraestructura del Sistema				
a) Captación				
- Cerco Perimétrico	Si tiene en buen estado	Si tiene en mal estado	-	No tiene
- Estado de la estructura	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Válvulas	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tapa sanitaria	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Accesorios	Bueno	Regular	Malo	No tiene
b) Cámara rompe presión CRP 6				
- Estructura	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tapa sanitaria	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Canastilla	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tubería de limpieza y rebose	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Dado de protección	Bueno	Regular	Malo	No tiene
c) Línea de conducción				
- Como está la Tubería	Cubierta totalmente	Cubierta parcialmente	Malograda	Colapsada
- Estado del cruce/ pase aéreo	Bueno	Regular	Malo	Colapsado
d) Planta de tratamiento de aguas				
- Estado de la estructura	Bueno	Regular	Malo	Colapsado
e) Reservorio				
- Estado de la estructura	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Cerco Perimétrico	Si tiene en buen estado	Si tiene en mal estado	-	No tiene
- Tapa sanitaria	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Cajas de Válvulas	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Canastilla	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tubería de limpieza y rebose	Bueno	Regular	Malo	No tiene

- Tubo de ventilación	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Válvulas (flotadora, de entrada, salida, desagüe)	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Dado de protección	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Cloración por goteo	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Grifo de enjuague	Bueno	Regular	Malo	No tiene
f) Línea de aducción y red de distribución				
	Cubierta totalmente	Cubierta parcialmente	Malograda	Colapsada
- Tubería				
- Estado de pases aéreos (si tiene)	Bueno	Regular	Malo	No tiene
g) Válvulas				
-Válvula de aire	Bueno	-	Malo	No tiene y necesita
- Válvulas de purga	Bueno	-	Malo	No tiene y necesita
- Válvulas de control	Bueno	-	Malo	No tiene y necesita
h) Cámara rompe presión CRP 7				
- Estructura	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Cerco Perimétrico	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tapa sanitaria	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tapa de caja de válvulas	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Canastilla	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tubería de limpieza y rebose	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Válvulas (flotadora, de control)	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Dado de protección	Bueno	Regular	Malo	No tiene
i) Piletas domiciliarias				
- Pedestal	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Válvula de paso	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Grifo	Bueno	Regular	Malo	No tiene

$$\text{Eficiencia de la Infraestructura (\%): } \frac{a + b + c + d + e + f + g + h + i}{36} \times 100$$

Fuente: Aptación de formato utilizado por metodología SIRAS 2010 (Gobierno Regional Cajamarca, Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010, p.23).

b. Estado de la Operación y Mantenimiento.

Este factor analiza cómo se ejecutan las operaciones diarias y las prácticas de mantenimiento del sistema, desde la operación de los equipos y componentes hasta las acciones preventivas y correctivas implementadas para garantizar el funcionamiento

óptimo y sostenible de la infraestructura, esto ayuda a asegurar la continuidad del suministro de agua potable a los usuarios, y a maximizar la vida útil de los componentes y minimizar los problemas operativos.

Tabla N°5: *Indicadores para determinar la Eficiencia de la Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable del Cercado de La Encañada.*

Indicadores para determinar la Eficiencia de la Operación y mantenimiento				
Puntajes a Calificar	4	3	2	1
a) Plan de mantenimiento	Sí, se cumple	Sí, pero a veces no se cumple	Sí, pero no se cumple	No existe
b) Participación de usuarios	Si	Sólo la junta	A veces algunos	No
c) Cada que tiempo realizan la limpieza	4 veces al año o más	3 veces al año	1 o 2 veces	No se hace
d) Cada que tiempo realizan la cloración	Entre 15 a 30	Cada tres meses	Más de tres meses	Nunca
e) Prácticas de conservación de la fuente	Vegetación natural	Forestación/ Zanjias de infiltración	-	No existe
f) Quien se encarga de los servicios de gasfitería	Gasfitero/ operador	Los directivos	Los usuarios	Nadie
g) Remuneración del encargado de los servicios de gasfitería	Sí	-	-	No
h) Cuentan con herramientas	Sí	-	-	No

$$\text{Eficiencia de la OyM (\%)} = \sum_{i=a}^{n=h} \left(\frac{i}{32} \right) \times 100$$

Fuente: Aptación de formato utilizado por metodología SIRAS 2010 (Gobierno Regional Cajamarca, Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010, p.38).

c. Estado de la Gestión Administrativa.

Esta evaluación proporciona información sobre la capacidad de la entidad a cargo para gestionar eficazmente los recursos y brindar un servicio sostenible a todos los usuarios. Es esencial entender cómo se lleva a cabo la gestión administrativa, ya que tiene un impacto directo en la calidad y continuidad del servicio de agua potable y por ende en el bienestar de la comunidad a la que sirve el sistema.

Tabla N°6: *Indicadores para determinar la Eficiencia de la Gestión Administrativa del Sistema de Agua Potable del Cercado de La Encañada.*

Indicadores para determinar la Eficiencia de la de la Gestión Administrativa				
Puntajes a Calificar	4	3	2	1
a. Formalización de la JASS	Sí	-	-	No
b. Responsable de la administración del servicio	JASS	Núcleo ejecutor Comunidad/	Municipalidad/ Autoridades	Nadie
c. Tenencia del expediente técnico	JASS/JAP	Núcleo ejecutor	Municipalidad	No sabe
d. Herramientas de gestión:				No usan ninguna
1. Estatutos.		Al menos 3 de	Al menos 1 de	ninguna
2. Padrón de asociados.	Todas	las opciones	las opciones	herramient
3. Libro de Caja. Recibos de pago.		anteriores	anteriores	a de
4. Libro de actas				gestión
e. Número de usuarios en padrón de familias (Cobertura)	Es igual que el N° de familias que se abastecen con el sistema.	-	Es menor que el N° de familias que se debe abastecer con el sistema	No hay padrón o no hay ningún usuario inscrito
f. Cuota familiar (Si hay)	Si pagan	-	-	No pagan
g. Cuanto es la cuota	Mayor de 3 soles	de 1.1 a 3 soles	0.1 a 1 sol	No pagan
h. Morosidad	Menor del 10%	10.1% al 50.9%	51% al 89.9%	90% a 100%
i. Número de reuniones de directiva con usuarios	3 veces al año/ mensual	1 o 2 veces al año	Sólo cuando es necesario	No se reúnen
j. Cambios en la directiva	A los 2 años	A los 3 años	Al año/ más de 3 años	No hay junta
k. Quién escogió modelo de pileta	Esposa / La familia	El esposo	El proyecto	No hay pileta
l. N.º de mujeres que participan en gestión del sistema	2 mujeres	1 mujer	-	Ninguna
m. Han recibido cursos de capacitación	Sí	-	-	No
n. Que cursos:				
1: Limpieza, Cloración y Desinfección.	Todas	Al menos 2 temas de los anteriores	Al menos 1 tema de los anteriores	Ningún tema
2: Operación y reparación del sistema.				
3: Manejo administrativo				
o. Se han realizado nuevas inversiones	Sí	-	-	No

Eficiencia de la Gestión Administrativa (%):

$$\sum_{i=a}^{n=0} \left(\frac{i}{60} \right) \times 100$$

Fuente: Aptación de formato utilizado por metodología SIRAS 2010 (Gobierno Regional Cajamarca, Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010, p.36).

El índice de Sostenibilidad (IS) se determina con la siguiente ecuación:

$$IS = 50\%(ES) + 25\%(G) + 25\%(OyM)$$

Tabla N°7: *Calificación de la Sostenibilidad del Sistemas de Agua.*

Índice de Sostenibilidad	Estado	Clasificación del Sistema
3.51-4.00	Bueno	Sostenible
2.51-3.50	Regular	En proceso de deterioro
1.51-2.50	Malo	En grave proceso de deterioro
1.00-1.50	Muy Malo	Colapsado

Fuente: Aptación de formato utilizado por metodología SIRAS 2010 (Gobierno Regional Cajamarca, Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010, p.100).

- **Sistema Sostenible:** Se caracteriza por tener una infraestructura en perfectas condiciones, lo que asegura la continuidad del servicio, pues cumple con los estándares normativos. El sistema presenta una cobertura al 100% de la población proyectada. Asimismo, cuenta con una directiva completa que incluye a uno o más miembros femeninos. Este sistema funciona de manera eficiente y recibe mantenimiento de forma regular (Gobierno Regional Cajamarca, Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010, p.5).

- **Sistema en proceso de deterioro:** Estos sistemas presentan un deterioro en su infraestructura, lo que ocasiona interrupciones en el servicio, afectando su continuidad, cantidad o calidad. La mala gestión ha llevado a una reducción de la cobertura y problemas financieros, como morosidad o falta de pago por el servicio. La operación y mantenimiento no son adecuados, provocando fallos en el servicio. Si no se implementan medidas correctivas, estos sistemas debido al deterioro de la infraestructura y a la disminución de la calidad del servicio pueden pasar a ser no sostenibles (Gobierno Regional Cajamarca, Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010, p.5).

- **Sistema en grave proceso de deterioro o no sostenible:** Estos sistemas presentan serios problemas en su infraestructura, lo que genera un servicio altamente deficiente en cuanto a cantidad, continuidad y calidad. La cobertura se reduce y la gestión se limita a uno o dos dirigentes. Aunque todavía es posible recuperarlos, es necesario realizar inversiones para rehabilitar la infraestructura y reorganizar la directiva. Asimismo, es necesario que el área de gestión, operación y mantenimiento

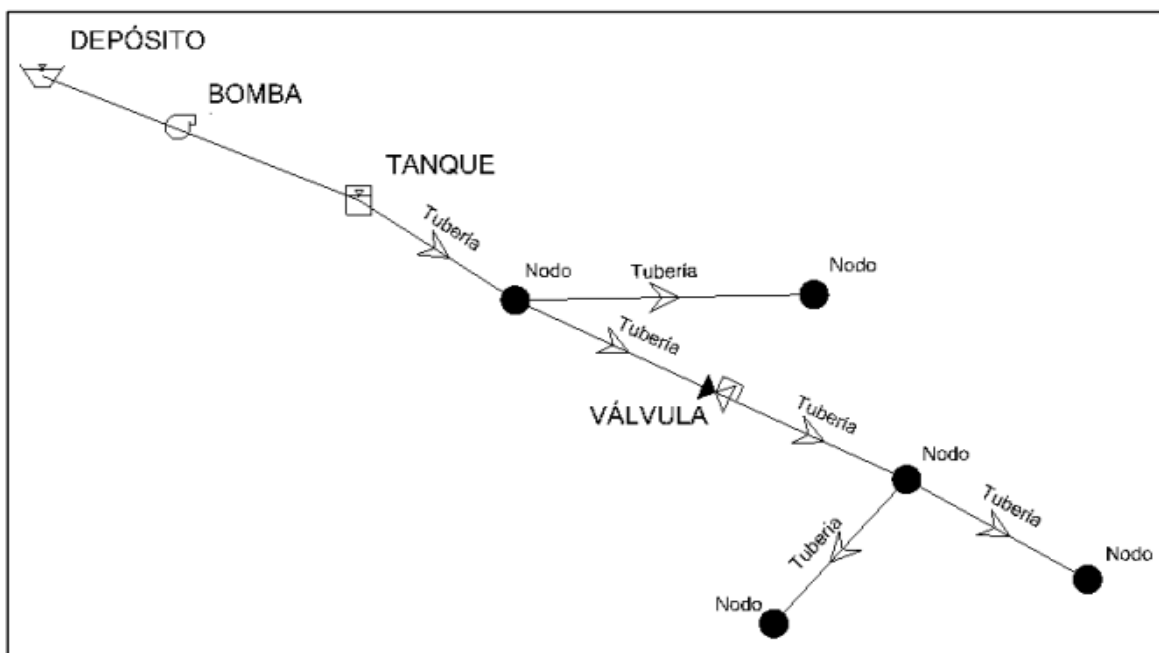
se capacite para brindar un mejor servicio (Gobierno Regional Cajamarca, Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010, p.5).

- **Sistema colapsado:** Estos sistemas se encuentran completamente abandonados y no prestan ningún servicio. No cuentan con una junta directiva. Para restablecer el servicio, es necesario elaborar un nuevo expediente o crear un sistema completamente nuevo (Gobierno Regional Cajamarca, Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010, p.5).

2.2.6 Descripción del software WaterCAD

Es un programa especializado en modelado hidráulico, creado por Bentley Systems, que se emplea para la planificación y análisis de redes de distribución de agua potable. Su principal aplicación en ingeniería es el modelado de sistemas de agua potable, pues permite calcular el caudal, la velocidad del fluido, las pérdidas de carga, la gradiente hidráulica, la presión en los nodos y el nivel de agua en los tanques. En el programa WaterCAD las líneas representa a las tuberías, las cuales están conectadas a nodos los mismos que simbolizan conexiones, tanques y depósitos. (Albarrán, 2019, p.12).

Figura 11 Componentes físicos WaterCAD.



Fuente: Albarrán Tirado, 2019.

a. Tuberías

Son los conductos encargados de transportar agua de un punto a otro. El programa WaterCAD asume que estas están completamente llenas. Los parámetros más relevantes que se debe conocer en las tuberías son el diámetro, la longitud y el coeficiente de rugosidad. Los principales valores obtenidos son: el caudal, la velocidad, las pérdidas y el factor de fricción.

La velocidad mínima deberá ser de 0.60 m/s y la velocidad máxima admisible será según la siguiente tabla:

Tabla N°8: *Según material, velocidades máximas admisibles en tuberías.*

Material	Velocidad máxima admisible
Tubos de concreto	3 m/s
Tubos de asbesto-cemento, acero y PVC	5 m/s

Fuente: RNE, OS.050 2018, p.3.

Si se tienen velocidades menores a la mínima, entonces se presentará sedimentación; en cambio si se tienen velocidades por encima de la máxima se producirá el deterioro de los accesorios y tuberías.

b. Pérdidas

Las pérdidas de agua debidas a la rugosidad de las paredes de la tubería pueden calcularse mediante tres métodos diferentes: el Método de Hazen-Williams, el Método de Darcy-Weisbach y el Método de Chezy-Manning. En el presente trabajo, se optará por utilizar el Método de Darcy- Weisbach, pues este método permite aplicar a diferentes diámetros, tipos de tuberías y condiciones de flujo.

Ecuación de Darcy- Weisbach (Cengel y Cimbala, 2006, p.329):

$$hf = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$$

Siendo:

- Hf: pérdida de carga debido a la fricción, en m.
- f: factor de fricción de Darcy- Weisbach.
- L: longitud del tramo de la tubería, en m.
- D: diámetro interno de la tubería, en m.
- v: Velocidad promedio del fluido, en m/s.
- g: aceleración de la gravedad, en m/s²

Factor de fricción de Darcy- Weisbach

El factor de fricción de Darcy- Weisbach es un parámetro adimensional, que depende de la rugosidad absoluta de la tubería y de la viscosidad. La viscosidad es considerada a través del Número de Reynold, el cual determina el régimen del fluido, que puede ser laminar, turbulento o transicional (Cengel y Cimbala, 2006, p.330).

$$Re = \left(\frac{VD}{\nu}\right)$$

Siendo:

Re: Número de Reynolds.

V: Velocidad media del flujo, en m/s.

D: Diámetro de la tubería, en m.

ν : Viscosidad cinética.

Se tiene la siguiente clasificación de flujo de acuerdo al número de Reynolds:

- $Re < 2000$; flujo laminar
- $2000 < Re < 4000$: flujo de transición
- $Re > 4000$: flujo turbulento).

Se puede calcular el factor de fricción de dos formas, usando el diagrama de Moody o usando fórmulas empíricas.

a. Ecuación de Colebrook- White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left[\frac{\varepsilon}{3.7 * D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right]$$

Donde:

f: factor de fricción

ε : Rugosidad absoluta, en m.

D: Diámetro interno, en m.

Re: Número de Reynolds

Dado que para hallar el valor de “f” se deben realizar muchas iteraciones, se utilizan fórmulas simplificadas de acuerdo al tipo de flujo:

- **Flujo laminar (Re<2000)- Ley de Poiseuille** (Cengel y Cimbala, 2006, p.330):

$$f = \frac{64}{Re}$$

Donde:

f: factor de fricción de Darcy- Weisbach

Re: Número de Reynolds

- **Flujo turbulento (Re>4000)** (Cengel y Cimbala, 2006, p.341):

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7 \left(\frac{D}{\epsilon} \right)} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

Donde:

f: factor de fricción de Darcy- Weisbach

ϵ : Rugosidad absoluta, en m.

D: Diámetro interno, en m.

Re: Número de Reynolds

Para determinar el valor de la rugosidad absoluta “ ϵ ” se tiene la siguiente tabla:

Tabla N°9: *Rugosidad absoluta de materiales.*

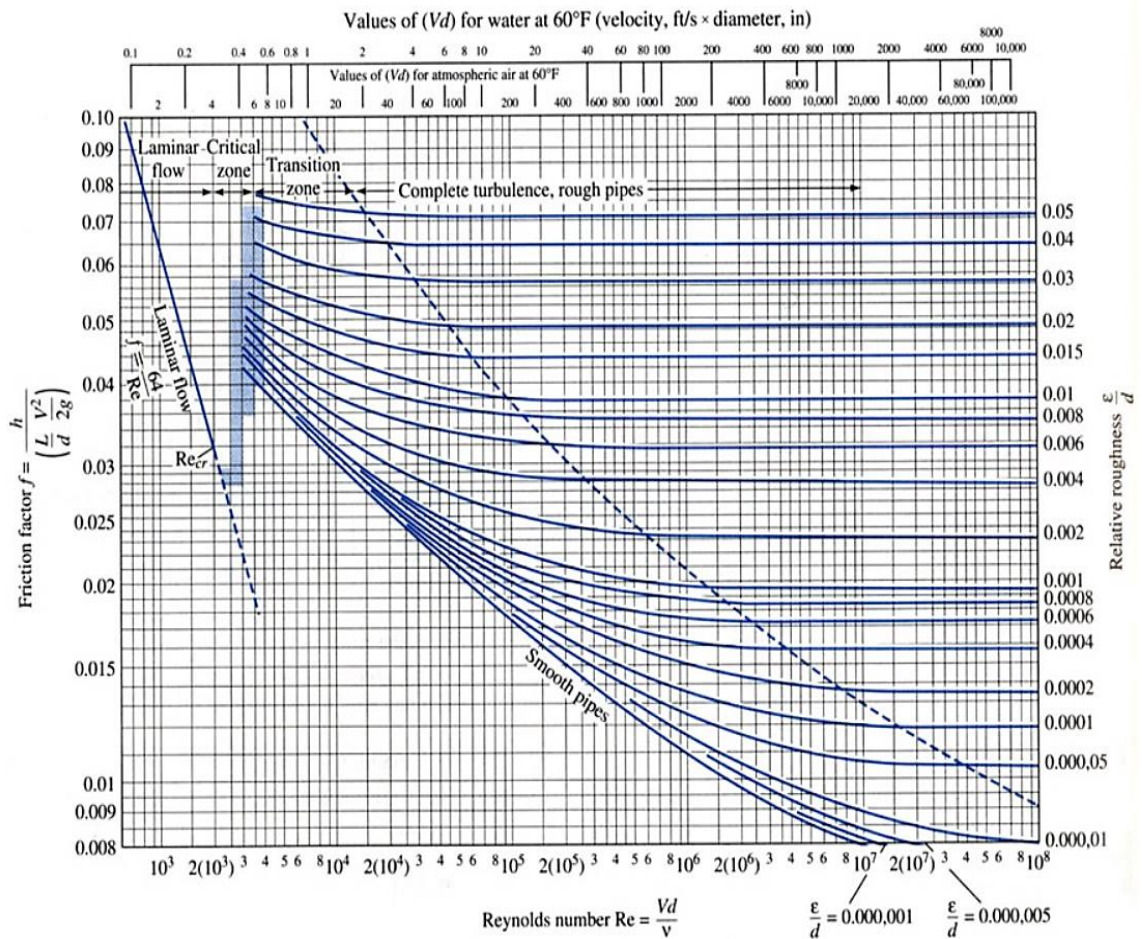
Material	ϵ (mm)
PVC	0.0015
Tubos estirados de acero	0.0024
Tubos de latón o cobre	0.0015
Fundición revestida de cemento	0.0024
Hierro galvanizado	0.06-0.24
Acero comercial o soldado	0.03-0.09

Fuente: Materiales y coeficientes de fricción- Universidad UTE.

b. Diagrama de Moody:

Es una representación gráfica en escala doblemente logarítmica que permite hallar el factor de fricción en el flujo de fluidos a través de tuberías, considerando factores como el número de Reynolds y la rugosidad relativa de una tubería.

Figura 12 Diagrama de Moody para hallar el factor de fricción.



Fuente: <https://raulsmtz.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/03/moody.jpg>

La tabla anterior muestra el coeficiente de rugosidad para tuberías nuevas, esta va cambiando con el paso del tiempo debido a la calidad del agua, las condiciones ambientales a las cuales están sometidas estas tuberías y otros factores. Para determinar la rugosidad actual de las tuberías se puede usar el Darwin Calibration de WaterCAD.

c. Calibración

La calibración consiste en comparar valores observados con los valores modelados y ajustar el modelo para que refleje con precisión la situación real.

WaterCAD tiene una herramienta llamada Darwin Calibrator, que permite realizar la calibración del modelado hidráulico para que este refleje el comportamiento real, esta herramienta nos permite calibrar nuestro modelo a partir de datos de campo como las presiones, demandas. Se calibran las rugosidades, demandas, estados (Bentley Systems, 2008).

2.2 Definición de términos

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS): Es un organismo que se encarga de regular, supervisar y fiscalizar los servicios de saneamiento, para que el servicio que se brinde a los usuarios sea de la mejor calidad, cobertura y a precios adecuados (SUNASS, 2004, p.20).

Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS): Es una organización que se forma en las zonas rurales, donde sus miembros que la conformada son usuarios elegidos por la comunidad y estos son los encargados de gestionar y operar los servicios de agua potable y saneamiento (SUNASS, 2004, p.20).

Cloro residual libre: Es la cantidad de cloro que se encuentra en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito, este componente ayuda a la desinfección del agua destinada al consumo humano y así la protege de posibles contaminaciones microbiológicas (MINSAL, 2011, p.10).

Gestión de la calidad de agua de consumo humano: Se refiere al conjunto de acciones técnicas y administrativas orientadas a asegurar que la calidad del agua para el consumo de la población cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa vigente (MINSAL, 2011, p.10).

Cámara rompe presión tipo 06: Cuando existe una topografía muy accidentada o existe un desnivel entre la captación y algunos puntos en la línea de conducción son mayores a 50m. se puede generarse presiones superiores a la máxima que soporta una tubería. Por ello se construyen estas estructuras que permiten reducir la presión hidrostática a cero y así evitar daños en la tubería (Suárez, 2022).

Cámara rompe presión tipo 07: Además de reducir la presión, también regula el caudal, ya que tiene una válvula flotadora. Estas cámaras se instalan en las líneas de aducción y red de distribución, son ubicadas siempre y cuando presente una presión estática máxima de: 50 mca para el caso de que se utilice tubería de presión nominal (PN) 7.5 y 60 m para el caso de que se utilice tubería de presión nominal (PN) 10 (Suárez, 2022).

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

1.6 3.1 Ubicación de la investigación

3.1.1 Ubicación geográfica

El presente trabajo se realizó en La localidad de La Encañada, conocida también como el Cercado de La Encañada es la capital distrital de La Encañada, ubicado en la zona noreste de la Ciudad de Cajamarca, en la Región de Cajamarca, se encuentra a una altitud de 3098 m.s.n.m., esta medida fue tomada en la plaza de armas del Cercado de la Encañada.

El Cercado de La Encañada se encuentra ubicado en la Región Quechua, tiene las siguientes coordenadas UTM:

- N= 9216016 m.
- E= 793532 m.

Los límites del alcance del sistema de abastecimiento del Cercado de la Encañada son:

- **Por el Norte:** Con el Caserío Magmamayo y el Caserío Hualtipata
- **Por el Sur:** Con el Caserío Potrerillo y el Centro Poblado Polloc,
- **Por el Este:** Con el Anexo La Torre y Anexo Rollopampa
- **Por el Oeste:** Con el Anexo los Alisos y el Caserío Huaytorco.

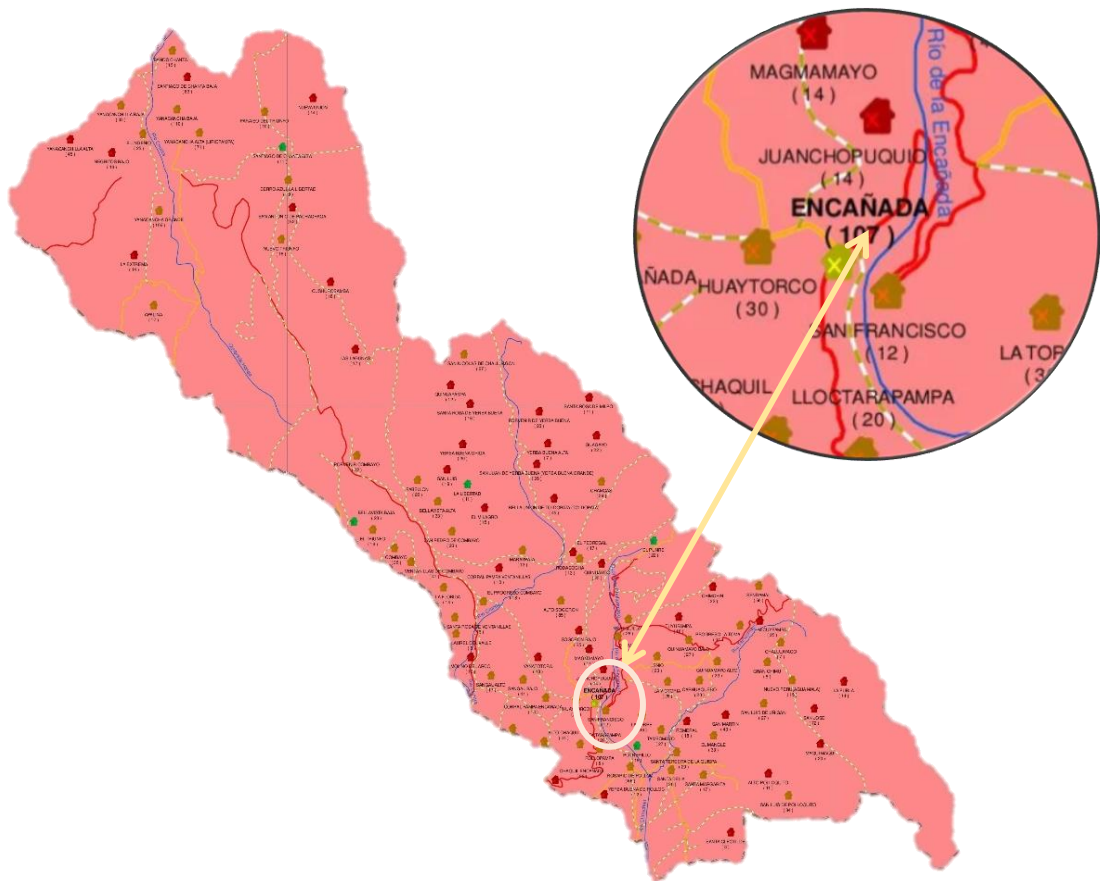
La Encañada se encuentra al noreste de la ciudad de Cajamarca a unos 33.4 km. Para llegar a la Encañada se debe recorrer la carretera 8B aproximadamente 50 minutos en auto, pasando por Baños del Inca, Polloc y finalmente la Encañada. La carretera es pavimentada y se encuentra en buen estado.

Figura 13 Ubicación del distrito de La Encañada en el mapa distrital de la provincia de Cajamarca.



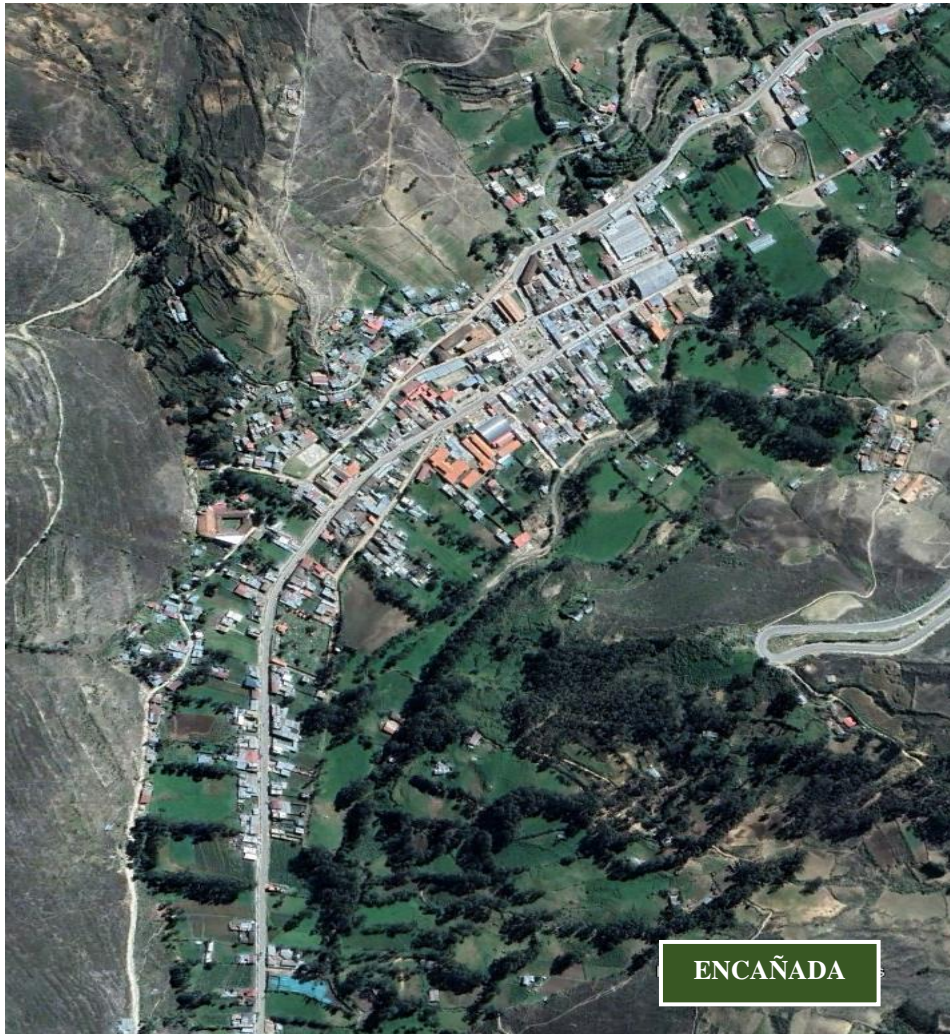
Fuente: Google imágenes.

Figura 14 Ubicación del Cercado de La Encañada en el mapa del Distrito de la Encañada.



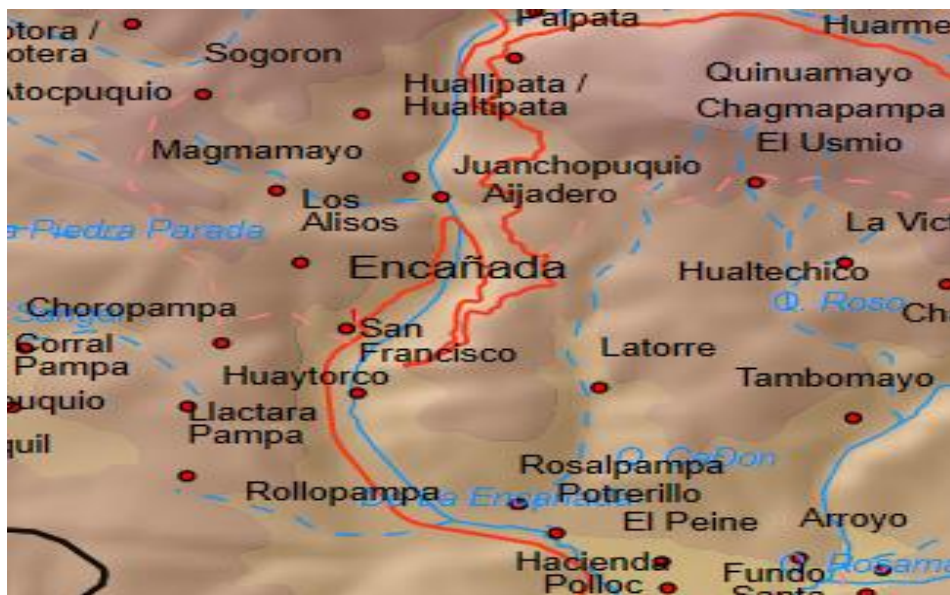
Fuente: Google imágenes.

Figura 15 Imagen satelital de la ubicación del lugar de estudio.



Fuente: Google Earth.

Figura 16 Imagen satelital de los límites de la localidad de la Encañada.



Fuente: CIGA/PUCP – Modelo de elevación digital

3.1.2 Ubicación temporal.

El estudio de campo se realizó en octubre, noviembre y diciembre del año 2022, de tal forma, la información presentada corresponde a dicho intervalo de tiempo. Sin embargo, el análisis y trabajo en gabinete se realizó en el año 2023.

3.1.3 Población

El Cercado de la Encañada cuenta con 742 usuarios, de los cuales 692 son conexiones domiciliarias, y cuenta con una densidad poblacional de 3.375 habitantes/vivienda, por ende, se tiene aproximadamente 2,337 habitantes.

3.1.4 Climatología

El distrito de la Encañada se encuentra en la región natural quechua. Su clima varía entre templado, semiseco y moderadamente frío, soleado durante el día y frío durante la noche.

El SENAMHI menciona que la Encañada cuenta con una temperatura media anual de 13 °C, siendo julio el mes más frío con una temperatura promedio de 10°C y octubre el mes más cálido con una temperatura promedio de 15 °C.

La época de lluvias en La Encañada se encuentra principalmente de diciembre a marzo, prolongándose en ciertas ocasiones hasta abril, mientras que de abril a agosto es la época seca y de septiembre a noviembre se presentan lluvias irregulares.

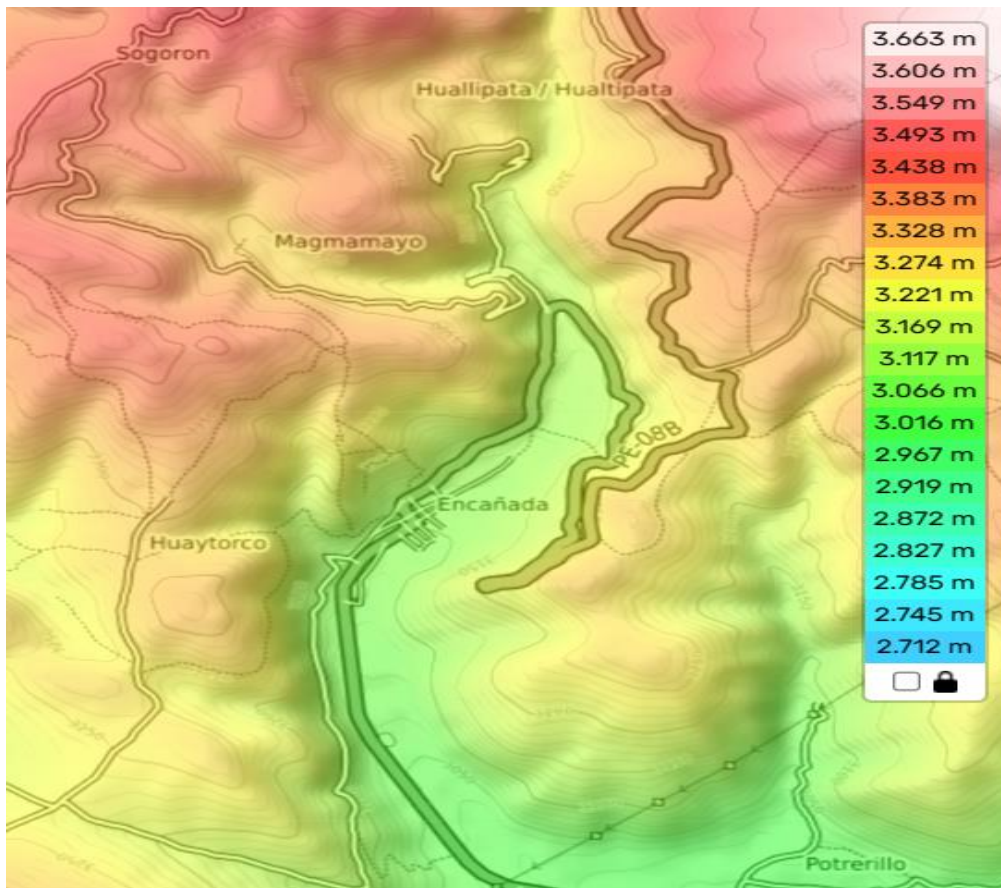
Durante la estación de lluvias se registra una participación promedio anual de alrededor de 900mm y la humedad relativa promedio anual en La Encañada es del 75%.

3.1.5 Topografía

El Cercado de La Encañada tiene una topografía accidentada y montañosa, las altitudes varían entre 3025 msnm y 3210 msnm. Debido a su topografía montañosa la evacuación de aguas de lluvias se realiza hacia las quebradas y río; garantizándose una evacuación de aguas de lluvias en su totalidad.

El área de influencia del sistema de abastecimiento de agua potable en La Encañada es de aproximadamente 98.47 ha. La ciudad se extiende 3.91 km. de largo por un ancho de 0.42 km. aproximadamente.

Figura 17 Imagen satelital del mapa topográfico de la Encañada.



Fuente: Topographic-map.com

3.1.6 Descripción de la red de abastecimiento de agua potable

En El Cercado de la Encañada los encargados del manejo, operación y mantenimiento del Sistema de abastecimiento de agua potable son La Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) y la Municipalidad Distrital de La Encañada.

Se cuenta con 2 sistemas de agua potable que abastece a la localidad y en total a 742 usuarios, para una mayor comprensión se han dividido de la siguiente forma:

a. Sistema 1- Sistema Juancho Puquio

El sistema Juancho Puquio, es el más antiguo de la Encañada que sigue en funcionamiento, tiene una antigüedad de casi 30 años, se le ha ido dando mejoras a lo largo del tiempo por lo que se encuentra en condiciones operativas, su captación es llamada Captación Juancho Puquio, por ello todo este sistema será llamado sistema Juancho Puquio, la captación está ubicada en las coordenadas UTM: N= 9217575.30 m, E= 793929.31m y una cota de 3175.58 msnm.

Tiene una línea de conducción por gravedad de 527.16m. de longitud es de PVC-C7.5 de 4". Esta línea de conducción llega al reservorio, llamado Reservorio Juancho Puquio con una capacidad de almacenamiento de 50m³, está ubicado en las coordenadas UTM: N= 9217109.67 m, E= 794081.02 m y una cota de 3154.27 msnm, en la actualidad este abastece a más del 70% de la población de la Encañada. La línea de aducción es de PVC-C7.5 de 3" y las de distribución son de PVC-C7.5 de 3", 2" y 3/4", las conexiones domiciliarias son de PVC de 1/2".

No se cuenta con planos digitales de este sistema; sin embargo, la JASS y operarios encargados de su mantenimiento fueron los responsables de brindar toda la información necesaria para la realización del presente trabajo.

b. Sistema 2- Sistema El Naranjillo

Este sistema fue construido en el año 2015, en el expediente técnico se indica la construcción de una nueva captación llamada el Naranjillo, un nuevo reservorio de 40m³ y una nueva red de distribución, esta red abastecería a la parte alta de la Encañada, adicional se implementaría el sistema de micro medición para el 100% de los usuarios: sin embargo, en la actualidad no todos los usuarios cuentan con medidores y los que cuentan en su mayoría están malogrados. Este sistema tiene varias fallas, ya que aseguran los operarios que hay rotura frecuente en las tuberías y accesorios, dadas estas circunstancias la JASS hasta la fecha no ha recibido conforme el proyecto y este se encuentra en juicio ya que la empresa no da respuesta ante las quejas de la población.

La captación El Naranjillo se encuentra ubicada en las coordenadas UTM: N= 9218078.40 m., E= 794096.57 m. y una cota de 3209.87 msnm.

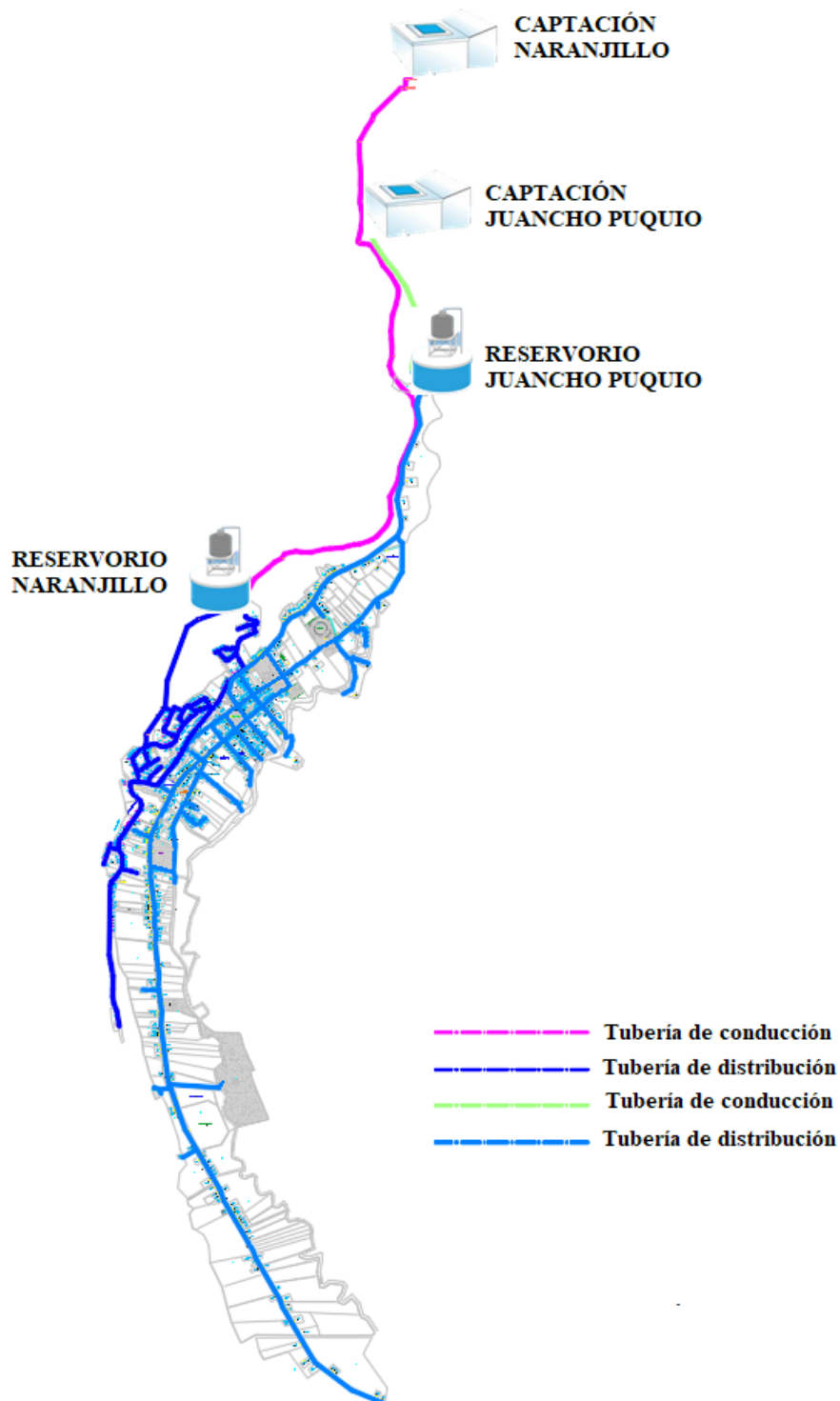
Tiene una línea de conducción de 2.272 km. de longitud es de material PVC C10 de 4" es un sistema por gravedad. Esta línea de conducción llega al reservorio, llamado Reservorio El Naranjillo, su capacidad es de 55m³, está ubicado en las coordenadas UTM: N= 9216360.93 m, E= 793501.42 m y una cota de 3173.060 msnm, en la actualidad este abastece aproximadamente al 30% de la población de la Encañada. La línea de aducción y distribución son de PVC-C-10 de 3", 2" y las conexiones domiciliarias son de PVC de 1/2".

Se cuenta con los planos del expediente técnico en físico, más no se tiene en digital, la JASS y operarios encargados de su mantenimiento fueron los responsables de brindar toda la información que se necesitó para la elaboración de este trabajo.

3.1.7 Esquematación del sistema de abastecimiento de agua potable

Para entender mejor como está conformado el sistema de abastecimiento de agua potable y sus componentes, se presenta un esquema que servirá de guía para la descripción correspondiente de cada sistema.

Figura 18 Esquema del sistema de abastecimiento de agua potable del Cercado de la Encañada.



3.2 Metodología de la investigación

3.2.1 Variable de estudio.

Para la presente investigación se ha identificado la siguiente variable:

Variable independiente:

- **Sistema de abastecimiento de agua potable:** Es el conjunto de componentes necesarios para poder abastecer de agua a una población. Para la evaluación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable del Cercado de la Encañada, se han considerado los indicadores de presión, dotación, variación del coeficiente máximo horario, la administración, operación y mantenimiento.

3.2.2 Tipo de investigación.

La investigación es de tipo cuantitativa, pues busca comprobar la hipótesis mediante la recolección de datos, mediciones realizadas en campo y con ellos la realización de cálculos para proponer mejoras al sistema de abastecimiento de agua potable de la Encañada.

3.2.3 Nivel de investigación.

La investigación alcanza el nivel descriptivo, ya que nos permite obtener datos rigurosos e importantes para precisar la eficiencia del sistema de abastecimiento de agua potable en estudio, y así averiguar e identificar las fallas presentadas.

La investigación será de un diseño no experimental, pues no se realizará manipulación deliberada de la variable en estudio.

3.2.4 Método de investigación.

El método de investigación que se utilizó es el método hipotético – deductivo, ya que los planteamientos teóricos presentados en este documento fueron las bases para realizar la investigación.

3.2.5 Población de estudio.

La población de estudio la constituye todos los sistemas de abastecimiento de agua potable en el Distrito de la Encañada, Provincia de Cajamarca, Región Cajamarca.

3.2.6 Muestra.

Está conformada por los sistemas de abastecimiento de agua potable “El Naranjillo” y “Juancho Puquio” del Cercado de la Encañada, Distrito y Provincia de Cajamarca, Región Cajamarca.

3.2.7 Unidad de Análisis.

La unidad de análisis es el sistema de Agua Potable “El Naranjillo” y “Juancho Puquio”, la JASS y las personas que conforman el Cercado de la Encañada.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1 Técnicas

- **Revisión documentaria:** Consiste en la revisión de fuentes bibliográficas referidas a la investigación (libros, tesis y revistas), estándares, normas, manuales y expedientes técnicos del sistema que fue proporcionado por la Municipalidad La Encañada.
- **Encuesta:** Se aplicaron encuestas a los operarios, al presidente de la JASS y a los usuarios, para recopilar información sobre la administración operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable.
- **Modelamiento en WaterCAD:** Se realizó un levantamiento topográfico de la línea de conducción y aducción de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la Encañada. Así junto con la información recopilada en campo y proporcionada por la Municipalidad se hizo el modelado en WaterCAD.
- **Toma de presiones:** Haciendo uso del manómetro se adaptó a los grifos de los usuarios y se midió la presión del agua en diferentes puntos de la red de distribución.
- **Medida de micromedidores:** Para evaluar el consumo diario y horario de agua por parte de los usuarios, se tomó las medidas indicadas en los micromedidores ya instalados en algunas viviendas, esto se realizó con ayuda de los operarios.
- **Muestras de agua:** Se tomaron 02 muestras de agua en la captación El Naranjillo y 02 muestras de agua en la captación Juancho Puquio, para realizar el análisis microbiológico y el análisis físico químico del agua en el Laboratorio de Salud Ambiental del Gobierno Regional de Cajamarca para así determinar la calidad de agua que abastece a la población del Cercado de la Encañada.
- **Cloro residual y Ph:** Se tomaron 04 muestras para de agua de la red de distribución del Naranjillo y 04 muestras de la red de distribución de Juancho Puquio. Se tomaron

muestras en el reservorio, la primera vivienda, la vivienda intermedia y en la vivienda más alejada de la red. Esta evaluación se hizo junto con los operarios y personal del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento quien en las fechas de evaluación se encontraban haciendo monitoreo al sistema.

3.3.2 Instrumento de recolección de datos

- **Fichas técnicas de evaluación:** Sirve para registrar el estado actual de los componentes (Captación, línea de conducción, reservorio, línea de aducción y redes de distribución), también en estas fichas se registró el cálculo de aforo del sistema de abastecimiento de agua potable de la Encañada.
- **Fichas de registro:** Sirve para registrar datos conseguidos en campo, como la medición de los consumos diarios leídos en los micromedidores, las presiones medias en campo y la medición del nivel de cloro residual.

3.3.3 Materiales, equipos y softwares

a. Materiales

- Formatos de encuestas para los usuarios, para los operarios y para el presidente de la JASS.
- Formatos para recopilar datos de las características o descripción de las diversas estructuras del sistema de agua potable.
- Formatos para el registrar los datos obtenidos de la medición de los consumos diarios y las presiones.

b. Equipos

- Estación total + accesorios
- GPS.
- Cámara fotográfica
- Laptop
- Impresora
- Manómetro
- Kit de comparador visual para cloro residual y Ph.

c. Softwares

- Autocad Civil 3D – 2021

- WaterCad V8i
- Google Earth
- Microsoft Office 2016 (Word, Excel)

3.4 Procedimiento

El procedimiento para llevar a cabo la investigación de la Evaluación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable del Cercado de La Encañada se dividió en 2 fases:

3.4.1 Fase 1: Trabajo de campo

3.4.1.1 Exploración preliminar

Esta fase comprende una serie de actividades orientadas a recopilar información fundamental para establecer la situación actual del sistema, para definir criterios que faciliten una adecuada evaluación. Se siguió el siguiente procedimiento para la exploración preliminar:

- i. Solicitudes de Permiso: Se envió solicitud a la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) y a la Municipalidad Distrital de La Encañada, solicitando facilidades para llevar a cabo la investigación (ver Anexo 1).
- ii. Obtención de Planos: Se solicitó a la Municipalidad los planos físicos y digitales de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la zona. Sin embargo, se obtuvo únicamente el expediente físico. La Municipalidad colaboró facilitando la participación de tres operarios que están encargados del sistema, quienes, junto a la JASS acompañaron en las visitas de campo. Además, se obtuvo el plano catastral de la ciudad.
- iii. Información de la JASS: Se solicitó información detallada sobre el sistema de abastecimiento de agua potable y el padrón de usuarios a la JASS.
- iv. Recorridos de campo: Se realizó cuatro recorridos por los sistemas de abastecimiento de agua potable para evaluar su situación actual, acompañada por los tres operarios de la Municipalidad.
- v. Fichas de evaluación: Se elaboraron fichas de evaluación que fueron completadas durante las visitas de campo para una mejor recopilación de información.

3.4.1.2 Levantamiento topográfico

Esta actividad consistió en elaborar un plano topográfico, en el cual se pudo ubicar la posición y altura de todos los elementos de los sistemas evaluados. Las actividades realizadas incluyeron:

- i. Tras el primer recorrido, se pudo realizar el levantamiento topográfico de las redes de conducción y aducción de los sistemas “Juancho Puquio” y “El Naranjillo”, contando con la colaboración de los dos operarios encargados de su Operación y Mantenimiento y de dos ayudantes. Durante el levantamiento topográfico se pudo constatar las notables discrepancias que existe entre lo construido en campo y lo proyectado en el expediente técnico.
- ii. Debido a la falta de planos actualizados por parte de la Municipalidad y la JASS, se realizó una verificación y un levantamiento de ubicación de cada componente de los Sistemas existentes. A través de la información física recopilada, se logró establecer las características hidráulicas de cada uno de los elementos que componen el sistema actual.

3.4.1.3 Encuestas a usuarios, operarios y JASS

Para recolectar información, se diseñaron y aplicaron tres encuestas:

- i. Encuesta N°1: “Encuesta a Operarios del Sistema de Agua Potable”. Esta encuesta fue dirigida a los Operarios encargados de la Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, se enfocó en la frecuencia del mantenimiento y la existencia de un plan de mantenimiento y cloración. El formato de esta encuesta se puede ver en el Anexo 3.
- ii. Encuesta N°2: “Encuesta sobre Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable”. Esta encuesta fue dirigida a la JASS, con la finalidad de poder evaluar las condiciones de la gestión y administración del sistema. El formato se encuentra detallada en el Anexo 3.
- iii. Encuesta N°3: “Encuesta a Usuarios”. Esta encuesta fue dirigida a la población usuaria, busca evaluar la satisfacción de la comunidad con el servicio de agua que reciben. Debido a diversas razones, no se pudo aplicar a todos los 742 usuarios, por lo que se trabajó con una muestra representativa. Ver el formato de encuesta en el Anexo 3.

3.4.1.4 Estudio de las fuentes de abastecimiento

a. Muestreo y análisis de para determinar la calidad del agua.

- i. La población del Cercado de la Encañada cuenta con 02 captaciones de manantiales que afloran a la superficie terrestre, atravesando suelos y capas rocosas que pueden

- contener elementos orgánicos e inorgánicos. Por ello, es importante llevar a cabo un análisis físico, químico y bacteriológico con el fin de evaluar la calidad de este recurso.
- ii. Se recolectaron 02 muestras de agua en la captación El Naranjillo y 02 muestras en la captación Juancho Puquio, destinada una muestra de cada una al análisis microbiológico y las otras dos al análisis físico-químico. Se realizaron los estudios necesarios para determinar la calidad del agua en el Laboratorio de Salud Ambiental del Gobierno Regional de Cajamarca.
 - iii. Se midió el nivel de cloro residual en los sistemas para conocer el estado con el que llega el agua a las viviendas. En colaboración con los operarios y el personal del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento se tomaron 04 muestras de agua de cada sistema, la primera fue en el reservorio, la segunda en la primera vivienda, la tercera en la vivienda intermedia y la cuarta en la parte más baja de la red (Ver Anexo 4).
- b. Aforos.**
- i. Con la ayuda de los operarios se calculó el aforo de las captaciones y reservorios de Naranjillo y Juancho Puquio, para determinar su caudal. (Ver Anexo 5)

3.4.1.5 Registro de consumos

Conocer los consumos resulta vital para determinar el rendimiento de los sistemas de agua potable y así analizar presiones y velocidades, para compararlos con las normativas. Existen micromedidores instalados en campo; sin embargo, no todos están operativos y no todos los usuarios están prestos a colaborar con la investigación. Para calcular estos consumos se sectorizó la zona y se identificó un micromedidor funcional por sector. Se siguió el siguiente procedimiento:

- i. Zonificación: Se dividió la zona de estudio en 5 sectores por cada sistema.
- ii. Selección de viviendas: Se eligieron 10 viviendas, 5 viviendas conectadas a la red El Naranjillo y 5 a la red Juancho Puquio, una vivienda por sector.
- iii. Registro de consumos: Se registraron los consumos de las 10 viviendas durante un periodo de 8 días. Para el consumo horario se realizó una semana después, registrando los consumos por hora de cada vivienda en el día que mayor consumo se tuvo la semana anterior.

Figura 19 Sectorización de los Sistemas de Agua Potable.

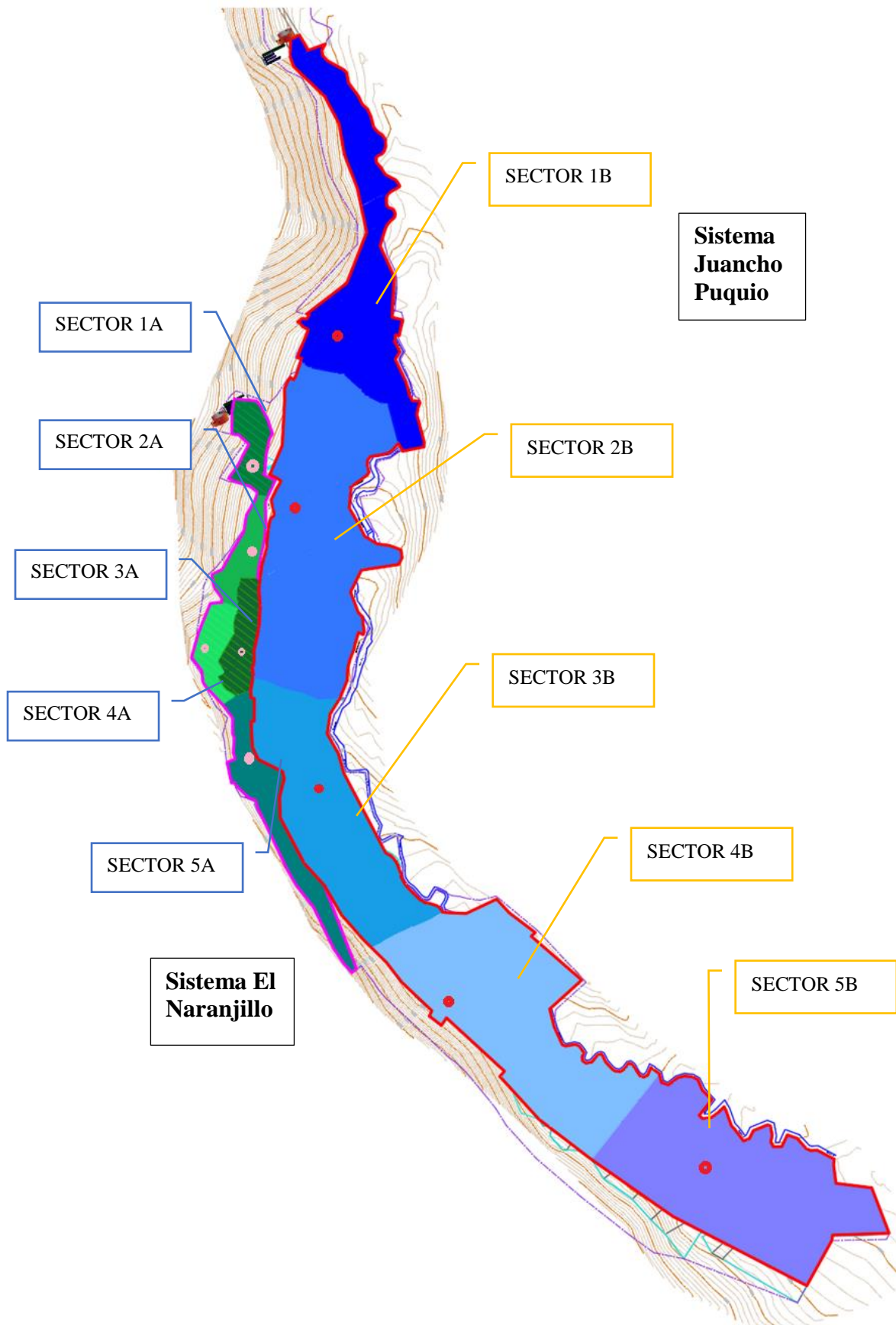


Figura 20 *Medición de consumo de agua de la población.*



3.4.1.6 Registro de presiones

Se midieron las presiones en 32 viviendas del sistema El Naranjillo y Juancho Puquio. Para realizar estas medidas se utilizó un manómetro adaptado a una Tee de PVC de ½” y a un grifo de ½”. Con los valores registrados en campo se verificó el modelo hidráulico desarrollado en el programa WaterCAD.

Los resultados de presión registrados en campo deben ser muy cercanos a los resultados que obtenemos en el programa, pues así obtendremos una red equilibrada que pueda ser evaluada de manera adecuada.

Figura 21 *Medición de presiones en el sistema de agua potable de la red el Naranjillo.*

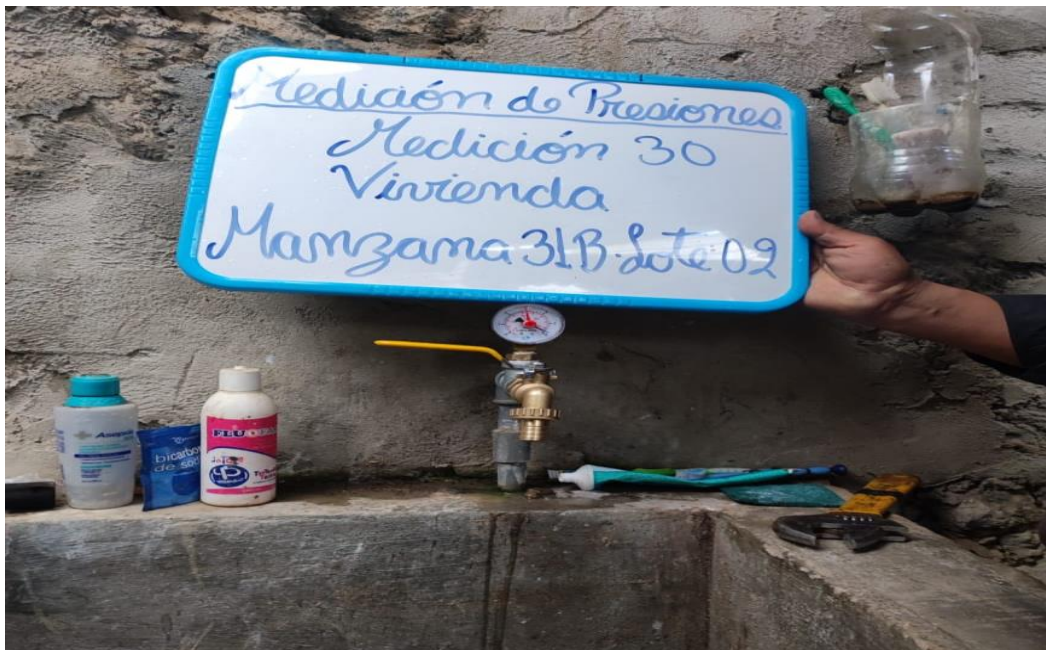


Figura 22 *Medición de presiones en el sistema de agua potable de Juancho Puquio.*



3.4.2 Fase 2: Trabajo de gabinete

3.4.2.1 Dibujo de planos catastrales

Después de realizar el levantamiento catastral y topográfico, se realizó el dibujo, donde se puede apreciar la situación actual en la que se encuentran los sistemas de agua potable, para el procesamiento de estos datos usamos el programa Civil 3D. (Ver el plano en Anexo 9).

3.4.2.2 Procesamiento y sistematización de la información obtenida en campo

- i. Se procesaron los datos recopilados en campo usando el programa Excel 2016, donde se analizó las encuestas aplicadas, la medición de las presiones y los consumos diarios y horarios.
- ii. Se calculó la densidad poblacional, la población actual y los caudales de diseño para evaluar los sistemas. También se calculó los consumos no domésticos según la normativa peruana, abarcando la categoría social, estatal, comercial e industrial.
- iii. Posteriormente, con la información procesada se realizó el modelado hidráulico en el programa WaterCAD.

3.4.2.3 Modelado hidráulico de la situación actual del sistema en WaterCAD

- i. Con los planos proporcionados por la Municipalidad Distrital de La Encañada, los padrones de usuarios suministrados por la JASS y las observaciones obtenidas en las visitas de campo, se ubicó los componentes y se definió las características de las tuberías. Estos datos fueron dibujados en Civil 3D y se exportaron posteriormente al programa WaterCAD.
- ii. En WaterCAD se definió algunos elementos y sus características como los reservorios y se especifica los diámetros de las tuberías, la rugosidad, el material y la demanda base.
- iii. Se establecieron las elevaciones de los sistemas, para ello se exportó las curvas de nivel, de la topografía generada en el levantamiento topográfico.
- iv. Se ingresaron los caudales unitarios a los nodos que representan a las viviendas.
- v. Tras completar el modelado de los sistemas, se procede a calibrar la rugosidad de las tuberías de ambos sistemas mediante una comparación con las presiones de campo. Esta calibración validará la precisión del modelado.

3.4.2.4 Evaluación hidráulica y sostenibilidad del sistema de agua potable

Para evaluar la eficiencia hidráulica y la sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua del Cercado de la Encañada, se adoptó lo descrito en el Marco teórico, en los ítems 2.2.4 y 2.2.5. Este trabajo de investigación se basó en la tesis titulada “Eficiencia Hidráulica del Sistema de Agua Potable en El Centro Poblado Llimbe, Distrito De Asunción – Cajamarca, 2017”, elaborada por Dilmer Alejandría Alarcón, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)- 2012, el Reglamento Nacional de Edificaciones y el compendio SIRAS- 2010.

3.4.2.5 Propuesta de mejora para el sistema de agua potable.

Luego de realizar un análisis detallado de la situación actual del sistema de abastecimiento de agua potable y determinar la eficiencia del mismo, se procedió afinar el diseño de la red con el propósito de potenciar la eficiencia operativa y lograr una distribución más efectiva del agua potable. Este ajuste no solo se centra en la optimización de la infraestructura física, sino que también, se orienta a mejorar significativamente la calidad del servicio, para elevar la satisfacción general de los usuarios. Este enfoque no solo busca corregir deficiencias identificadas, sino que también aspira a enriquecer la experiencia de los usuarios y garantizar una gestión eficaz en beneficio de toda la comunidad.

3.5 Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados

3.5.1 Evaluación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable

Para determinar la eficiencia hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable del Cercado de La Encañada se procedió a procesar los datos obtenidos en campo, de acuerdo al procedimiento descrito en el apartado 3.4 Procedimiento, del presente trabajo de investigación.

3.5.1.1 Cálculo de la densidad poblacional

Para este cálculo se realizó una encuesta a la población con el propósito de determinar el número de habitantes por vivienda. Debido a que no se pudo realizar la encuesta a los 742 usuarios por fines sociales, de desconfianza o porque se encuentran morosos en el pago de su cuota familiar, se optó por realizar la encuesta a una muestra representativa de la población. Para encontrar el tamaño de la muestra representativa, se empleó la siguiente fórmula:

Fórmula de tamaño de muestra para una población finita:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

n: Tamaño de muestra buscado

N: Tamaño de la población o Universo

Z: Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)

e: Error de estimación máximo aceptado

p: Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

q: Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado (q= 1-p)

El valor de "Z" se obtuvo de acuerdo con el nivel de confianza, según la siguiente tabla:

Tabla N°10: Nivel de confianza.

NIVEL DE CONFIANZA	Z
90 %	1.65
95 %	1.96
99 %	2.58

Fuente: Questionpro- Tamaño de muestra

Datos utilizados:

N= 742 Total de usuarios del agua.

Z= 1.96 Nivel de confianza del 95%

e= 5% Margen de error del 5%

p= 0.5

q= 0.5

Para determinar el tamaño de la muestra se eligió p=0.5 y q=0.5 por conveniencia, ya que esta investigación no se centra específicamente en esta probabilidad. Esta elección permite una estimación prudente del tamaño de la muestra para obtener resultados más generales evitando sesgos. Esta elección no afecta la validez de los resultados, ya que el principal fin de la investigación es determinar la evaluación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable del Cercado de la Encañada.

Reemplazando estos valores en la fórmula hallamos el tamaño de la muestra de estudio:

$$n = \frac{742 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (742 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

n= 254 Tamaño de muestra

Con lo calculado, en campo se formuló la encuesta a 256 usuarios, de los cuales se obtuvo una densidad poblacional de 3.375 hab./vivienda.

En la siguiente tabla se observa la lista de usuarios encuestados, así como el número de habitantes en cada vivienda.

Tabla N°11: *Número de habitantes por vivienda.*

Id.	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	Hab / Viv.	Id.	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	Hab / Viv.
1	Evely Flores Zambrano	-	5	129	Nancy Julca Huingo	40562141	1
2	Alberto Huamán Valera	08526465	2	130	Jovita Huaripata Yupanqui	-	3
3	Natalia Colorado Briones	-	6	131	Tereza Alvarado Cortéz	26650734	5
4	Nélida Sánchez Pajares	26649977	1	132	Ernestina Gutierrez	26601193	1
5	Reinerio Bringas Gallardo	26646547	4	133	Yuli Celada Basán	40653029	6
6	Teonila Culqui Zelada	26650542	5	134	Wilmer Mantilla Vásquez	44126241	4
7	Natali Silva Salazar	70981746	6	135	Roger Tacilla Alvarado	44104540	4
8	Eloisa Portal Culqui	46694957	3	136	Elvia Quiliche Castrejón	42319160	5
9	Idael Huaripata Guevara	26711504	5	137	María De La Cruz Duran	42624611	4
10	Sara Chaupe Julca	-	8	138	Humberto Huaripata Guevara	43030579	4
11	Lucila Salazar Alvarado	26617260	3	139	Santos Castope Chalán	26701174	3

12	Irene Chaupe Julca	-	5	140	Marilú Goicochea Pajares	43541013	4
13	Rosas Valera Cárdenas	26711549	5	141	Alipio Fortunato Salazar Bazan	26726203	4
14	Alex De La Cruz Ramirez	-	2	142	Hermila Aguilar Silva	26684029	6
15	Cintia Rabines Limay	47962429	4	143	Juana Gutierrez Alvarado	40342953	2
16	María Vera Huaripata	26711511	16	144	Carlos Huamán Requelme	40471479	6
17	María Zambrano Ispilco	46501594	3	145	Gregorio Sánchez Morales	26649294	5
18	Felícita Zambrano Ispilco	41286935	5	146	Amambal Chilón María Julia	26619348	4
19	Daniel Bueno Cortéz	18117025	2	147	Aristedes Chaupe Aguilar	26646890	2
20	Daniel Bueno Palacios	26735162	4	148	Tomás Tasilla Campos	26647032	2
21	Andrea Palacios Córdor	26648543	4	149	Vásquez Villanueva Betty	08644862	3
22	Rosa Vera Alvarado	-	2	150	Cristina Villanueva Alvarado	26625648	3
23	Isabel Terrones Chaupe	42262927	3	151	Eloisa Portal Culqui	46694956	4
24	Segundo Bueno Palacios	26649296	3	152	María Alvarado Gutierrez	26726396	2
25	Benjamín Sánchez Salazar	26649556	4	153	Rosa Sánchez Ramires	26646415	2
26	Keil Salazar Sánchez	47744677	5	154	Evangelista Mollan Romero	26649442	2
27	María Luz Diaz Casas	26700934	2	155	Saúl Terrones Chaupe	40829813	8
28	Yajaira Coronado Bances	41385332	3	156	Natividad Goicochea Huaripata	26700898	3
29	Andalecio Bringas Salazar	26631865	4	157	Porfirio Casahuaman Mantilla	26649565	2
30	Antony Bringas Silva	70939607	4	158	Magdalena Gallardo Gonzales	10135244	2
31	Jhoana Ordoñez Llashac	48856647	3	159	Margarita Castrejón Portal	26675321	2
32	Rosa Salazar Ortéz	-	2	160	Clara Melchora Alvarado Díaz	26640794	3
33	Luz Maribel Vera Soto	41385588	7	161	Esmeralda Gutierrez Huingo	26649157	2
34	Francisca Bolaños Chávez	-	4	162	Maruja Aguilar Mendoza	26635282	4
35	Fiorela Mantilla Huamán	62483612	5	163	Aguedita Villanueva Alvarado	26632863	2
36	Clara Sánchez Cárdenas	26648854	6	164	Ricardo Gutierrez Villanueva	26623674	2
37	Elsa Estacio Mosqueira	44950185	2	165	Wilmer Casas Villanueva	40362440	4
38	Cristina Tasilla Chávez	41513749	3	166	Ever Casas Villanueva	41282608	4
39	Santos Pajares Huaripata	26656427	5	167	Teodocia Sifuentes Sánchez	26685003	6
40	Manuela Casahuamán Velásquez	26648954	6	168	Cesar Vásquez Cabrera	-	4
41	Jaime Salazar Yupanqui	27050721	4	169	Francisco Valera Cabrera	-	2
42	Gladis Guerra Bringas	-	3	170	Victor Flores Requelme	-	2
43	Rosa Cabanillas Tello	26672901	4	171	María Jesús Moreno	-	2
44	Nicolas Quiroz Flores	26601887	3	172	Dani Junior Tafur Morocho	-	5
45	Clara Villanueva Chávez	26648940	6	173	Eudocia Cabrera Huaripata	-	4
46	Orfelinda Mantilla Rojas	46379161	4	174	Marcelino Díaz Pachamanco	-	3
47	Elvira Alejandrina Silva Villanueva	26649748	2	175	José Daniel López Villanueva	-	4
48	Jobita Huaripata Juarez	71971413	4	176	Gonzalo Alvarado Cotéz	-	3
49	Gregorio Carranza Ortíz	49023349	3	177	Mirian Julca Llico	-	3
50	Cila Alvino Dionicio	-	2	178	Selfida Estrada Bringas	-	4
51	Teodocio Aguilar Culqui	26649814	2	179	Saúl Terrones Chaupe	-	8
52	Martín Portal Cachay	48892359	2	180	Fernando Alvarado Huaripata	-	1
53	Edgardo Chuan De La Cruz	71227770	3	181	Alindor Alvarado Cortéz	-	4
54	Gilberto Chuan De La Cruz	71230870	3	182	Orlando Silva Cárdenas	-	2
55	Marcial Julca Quiliche	26648035	3	183	David Vásquez Pando	-	4

56	Ermelinda Ocas Huamán	26649518	2	184	Justina Castope Cortéz	-	3
57	Edi Gladys Llico Ocas	26684051	4	185	José Manuel Chávez Quiliche	-	3
58	Julia Correa Flores	-	4	186	Santiago Reyes Rojas	-	3
59	Roxana Sánchez Caruanambo	42748031	2	187	Jara Marín José Cruz	-	3
60	Ángeles Huaripata Cruzado	44406832	3	188	Walter Chaupe Chalán	-	3
61	Luisa Chavez Mantilla	-	7	189	Gustavo Salazar Terrones	-	5
62	José De La Cruz Gonzales	26619281	5	190	Julca Huingo Nancy	-	1
63	Daleny Flores Casas	40927417	4	191	Juan Infante Zelada	-	3
64	Aurora Casas De Flores	26648828	4	192	María Hormecinda Tello Tasilla	-	2
65	Manuela Requelme Sánchez	80002417	4	193	Alberto Vásquez Salazar	-	1
66	Francisca Lucano Quiliche	41285752	4	194	Daniel Vásquez Requelme	-	4
67	Julia Amambal De Chilón	26619348	2	195	Jeremías Huamán Huaripata	-	6
68	Lucila Caruanambo Bautista	26649130	3	196	Hector Huaripata Llamoga	-	4
69	Tania Bringas Sánchez	42948645	4	197	Segundo Huamán Llanos	26647771	5
70	Noemí Flores Casas	26721788	4	198	Diana Estefani Becerra Campos	47214585	1
71	Asunción Aquino Llashac	-	3	199	Antonio Rodríguez Chaupe	01059259	2
72	María Lucia Durán Lucano	-	5	200	Samuel Colorado Gonzales	45401407	3
73	Colorado Cortéz Luz Elena	-	3	201	Humberto Alvarado Huaripata	73271326	3
74	Telo Murrugarra	-	4	202	Walter Salazar Chávez	26646456	2
75	Ana Villar Zamora	48575270	4	203	Gregorio Cortéz Sánchez	26650056	1
76	Alejandrina Sánchez Roncal	44791222	9	204	María Luisa Llanos Cortéz	26647786	1
77	Sarita Perez Calderón	-	7	205	Carlomagno Bringas Vigo	80627829	1
78	Modesto Cabrera Requelme	26649456	6	206	Cecilia Reyes Castope	46729489	3
79	Claudelinda Vigo Díaz	26684218	6	207	Natividad Reyes Rojas	26647503	1
80	Sonia Requelme Durán	45145237	3	208	Paula Aguilar Chilón	26711573	7
81	Teofila Cortéz Colorado	26684186	6	209	Teonila Llanos Tasilla	43924419	4
82	Margarita Cóndor Moreno	43123941	3	210	Margarita Gutiérrez Cortéz	40513670	1
83	Matilde Moreno Reyes	26662908	3	211	Pascual Llanos Ramírez	42347555	1
84	Zoila Valera Sánchez	06280764	8	212	Segundo Ocas Huaripata	44644786	3
85	María Cabrera Aguilar	43534633	4	213	José Lucano Moreno	44847298	3
86	Sabina Gutierrez Portal	26711452	2	214	Ricardina Aguilar Cachay	26735302	1
87	Victoria Cortéz Dilas	45439814	5	215	Clara Salazar Colorado	40924050	4
88	Requelme Roncal Jesús	26711117	3	216	Angeles Valqui Perez	42045661	1
89	Rebeca Chilón Amambal	26716949	4	217	Ramón Cabrera Rodríguez	26711999	1
90	Ilda Díaz Díaz	71207567	4	218	Teodora Reyes Rojas	26684222	6
91	Ninfa Castope Llanos	73321462	3	219	Javier Tasilla Portal	73328649	1
92	Sonia Briones Valera	-	3	220	Lusmeri Huaripata Díaz	41523054	4
93	Chavez Alvarado Martina	80627672	6	221	Asunciona Mantilla Cortez	26648947	1
94	Victoria Lucano Flores	26648465	5	222	José Luis Gutiérrez Saucedo	43043308	4
95	Mirian Julca Llico	47488199	5	223	Nelly Huaripata Castope	45923754	2
96	Rosa Culqui Huaripata	-	3	224	Matilde Huaripata Castope	42902843	1
97	Mardely Vásquez Huingo	42012132	4	225	Persy Casas Gutiérrez	43541027	1
98	Isabel Zambrano Alvarado	40465684	4	226	Ines Tasilla Chaupe	26726584	1
99	Justiniano Casas Moreno	26649453	5	227	Santos Vera Tasilla	43920439	3

100	Clara Melchora Alvarado Díaz	26647194	3	228	Martin Rodríguez Huaripata	26701069	3
101	Teresa Llico Mantilla	26684261	5	229	Guillermo Mantilla Colorado	26648613	2
102	Irene Chavez De La Cruz	26721660	2	230	Herminio Lozano Culqui	26711540	3
103	María Rosa Huamán Valera	26648943	4	231	Pascuala Salazar Sánchez	26648826	1
104	Berta Huamán Valera	26647935	2	232	Jaime Llanos Sánchez	26711441	3
105	Sandra Vásquez Huamán	44242081	3	233	Roberto Cortez Lucano	41798545	1
106	Sumilde Vásquez Torres	26674861	2	234	Segundo Daniel Yupanqui Sánchez	41211252	6
107	Mercedes Cerquín Llico	26619642	2	235	Nicolasa Salazar Sánchez	26649653	1
108	Cesar Montenegro Gil	27976784	2	236	Hipólito Murga Soto	26648557	1
109	Roque Cabrera Huaripata	26674530	2	237	Hector Portal Llanos	47359156	3
110	Alfonso Vásquez Salazar	26647392	2	238	Luis Huaripata Chávez	26646883	1
111	Mara Soledad Vásquez Huamán	44219749	3	239	Amanda Bringas De Becerra	26602588	1
112	Carol Vásquez Huamán	45620422	2	240	Cristóbal Huamán Cortéz	26711167	4
113	Clara Nélide Vásquez Saldaña	26648068	4	241	Lilian Portal Llanos	48307317	1
114	Aurelia Requelme Roncal	26711910	2	242	Santiago Yupanqui Sánchez	40121396	4
115	Concepción Aguedita Villanueva Alvarado	26632863	2	243	Juana Gutiérrez Mantilla	26683839	3
116	Francisco Soto Suares	26646655	1	244	Juan Jesús Salazar Sánchez	26608888	1
117	Régulo Huaripata Guevara	26700826	2	245	Elías Tasilla Soto	44621147	3
118	Nestor Jorge Casas Chávez	26712049	3	246	Luz Hortencia Basauri Torres	10458536	1
119	Aurelia Herrera Herrera	27365361	3	247	María Natividad Cerquín Rudas	26647024	1
120	Consuelo Medina Cajacuri	08432718	6	248	Segundo Pajares Cortéz	26650155	1
121	Nicolas Julca Sangay	26711864	3	249	María Felimia Salazar Castro	43021776	1
122	Carmela Sánchez Alvarado	26735028	3	250	Eladio Marín Malaver	26649188	1
123	Mercedes Julca Tacilla	26711997	2	251	Rosario Huaripata Chávez	26647145	2
124	Fermin Cabrera Salazar	26646418	3	252	Lusmila Sánchez Acuña	-	4
125	Deysi Estacio Lucano	71966015	7	253	Flor Cristina Sánchez Cárdenas	26726327	3
126	Herminio Vigo Izquierdo	26647862	3	254	Gregoria Lucano Flores	26650083	7
127	Vásquez Condor Santos	26721784	1	255	Antonieta Vásquez Flores	26648263	3
128	Requelme Chuquiruna Destacio Juana	26700878	7	256	María Soledad Vásquez Huamán	44219749	3
Habitantes promedio / vivienda				3.375			

3.5.1.2 Cálculo de consumo diario

Se tienen instalados medidores de agua, sin embargo, no todos se encuentran operativos. Se solicitó autorización a los usuarios para llevar a cabo las lecturas de los medidores, de los cuales sólo 10 usuarios accedieron a participar de acuerdo a la sectorización descrita en el apartado 3.4.1.5. del presente trabajo de investigación. Se tomaron datos por 8 días con el fin de evaluar el consumo de estos usuarios. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla N°12: Formato de registro de lectura en micromedidores de consumo diario.

LECTURA DE MEDIDORES EN L. (Hora de medición 8:30 am.)										
Medidor	Usuario	Sistema	Lectura (L)							
			Miércoles 07/12/2022	Jueves 08/12/2022	Viernes 09/12/2022	Sábado 10/12/2022	Domingo 11/12/2022	Lunes 12/12/2022	Martes 13/12/2022	Miércoles 14/12/2022
Medidor 1	Orlando Silva Cárdenas	Juancho Puquio	2699727.00	2699915.00	2700093.00	2700274.00	2700541.00	2700749.00	2700959.00	2701173.00
Medidor 2	Walter Chaupe Chalan	Juancho Puquio	1242640.00	1243030.00	1243485.00	1243990.00	1244540.00	1244945.00	1245490.00	1245897.00
Medidor 3	Andrea Palacios Cóndor	Juancho Puquio	911725.00	912185.00	912745.00	913355.00	914090.00	914735.00	915405.00	915875.00
Medidor 4	Santos Vera Tasilla	Juancho Puquio	139050.00	139208.00	139404.00	139581.00	139825.00	140004.00	140209.00	140375.00
Medidor 5	Yuli elada Basán	Juancho Puquio	1083430.00	1084135.00	1084981.00	1085885.00	1086990.00	1088005.00	1088685.00	1089360.00
Medidor 6	Ricardo Huaripata	El Naranjillo	1581628.00	1582022.00	1582398.00	1582793.00	1583355.00	1583790.00	1584230.00	1584638.00
Medidor 7	Natalia Colorado Briones	El Naranjillo	834918.00	835635.00	836272.00	836960.00	837875.00	838618.00	839402.00	840080.00
Medidor 8	Maria Evangelista Mollan Romero	El Naranjillo	215825.00	216087.00	216362.00	216670.00	217040.00	217322.00	217555.00	217770.00
Medidor 9	Antony Bringas Silva	El Naranjillo	225720.00	226192.00	226646.00	227190.00	227855.00	228355.00	228878.00	229285.00
Medidor 10	Wilder Tasilla Perez	El Naranjillo	44080.00	44312.00	44565.00	44850.00	45195.00	45565.00	45825.00	46088.00

Tabla N°13: Cálculo de consumo diario de agua potable por parte de los usuarios - Sector Juancho Puquio

CONSUMO DIARIO DE USUARIOS- Sector Juancho Puquio												
Medidor	Usuario	Sistema	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Total (L)	Promedio (L)/Día	Hab./Familia
			Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles			
Medidor 1	Orlando Silva Cárdenas	Juancho Puquio	188.00	178.00	181.00	267.00	208.00	210.00	214.00	1,446.00	206.57	2
Medidor 2	Walter Chaupe Chalan	Juancho Puquio	390.00	455.00	505.00	550.00	405.00	545.00	407.00	3,257.00	465.29	3
Medidor 3	Andrea Palacios Cóndor	Juancho Puquio	460.00	560.00	610.00	735.00	645.00	670.00	470.00	4,150.00	592.86	4
Medidor 4	Santos Vera Tasilla	Juancho Puquio	158.00	196.00	177.00	244.00	179.00	205.00	166.00	1,325.00	189.29	2
Medidor 5	Yuli Celada Basán	Juancho Puquio	705.00	846.00	904.00	1,105.00	1,015.00	680.00	675.00	5,930.00	847.14	6
	Qd		380.20	447.00	475.40	580.20	490.40	462.00	386.40		460.23	3.40
	Qpd		460.23	460.23	460.23	460.23	460.23	460.23	460.23			

Tabla N°14: Cálculo de consumo diario de agua potable por parte de los usuarios- Sector El Naranjillo

CONSUMO DIARIO DE USUARIOS - Sector El Naranjillo												
Medidor	Usuario	Sistema	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Total (L)	Promedio (L)/Día	Habitantes Por Familia
			Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles			
Medidor 6	Ricardo Huaripata	El Naranjillo	394.00	376.00	395.00	562.00	435.00	440.00	408.00	3,010.00	430.00	3
Medidor 7	Natalia Colorado Briones	El Naranjillo	717.00	637.00	688.00	915.00	743.00	784.00	678.00	5,162.00	737.43	6
Medidor 8	Maria Evangelista Mollan Romero	El Naranjillo	262.00	275.00	308.00	370.00	282.00	233.00	215.00	1,945.00	277.86	2
Medidor 9	Antony Bringas Silva	El Naranjillo	472.00	454.00	544.00	665.00	500.00	523.00	407.00	3,565.00	509.29	4
Medidor 10	Wilder Tasilla Perez	El Naranjillo	232.00	253.00	285.00	345.00	370.00	260.00	263.00	2,008.00	286.86	2
Qd			415.40	399.00	444.00	571.40	466.00	448.00	394.20		448.29	3.40
Qpd			448.29	448.29	448.29	448.29	448.29	448.29	448.29			

Después de obtener el consumo diario de los usuarios, se realizó el cálculo de la dotación doméstica tanto para el sistema de Juancho Puquio como El Naranjillo.

Para el cálculo de la dotación doméstica en los sistemas se empleó la siguiente fórmula:

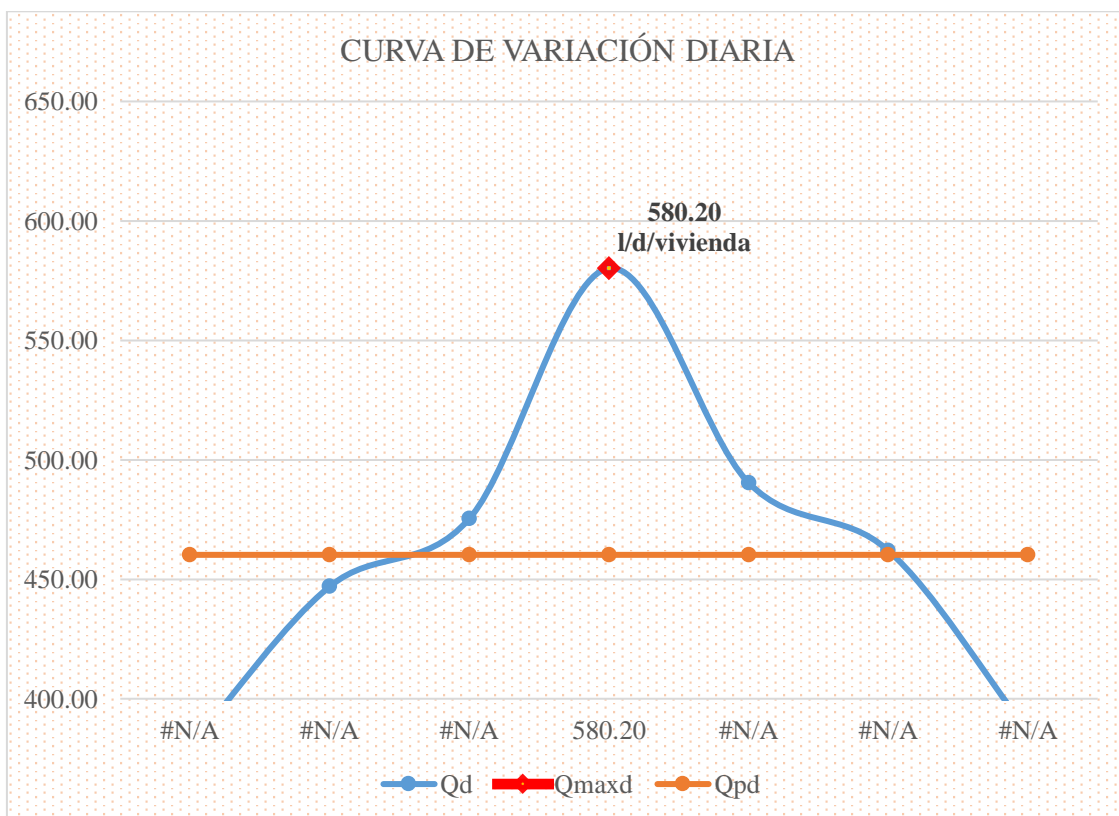
$$D = \frac{Qpd \text{ (l/día)}}{\# \text{ de hab. promedio (hab.)}}$$

Siendo:

- Qpd: Consumo promedio diario por vivienda expresada en l/día.
- # de hab. promedio: Número de habitantes promedio en las viviendas evaluadas.

Los resultados obtenidos para el sistema Juancho Puquio son:

Gráfico N° 2 Curva de variación diaria - Sistema Juancho Puquio.



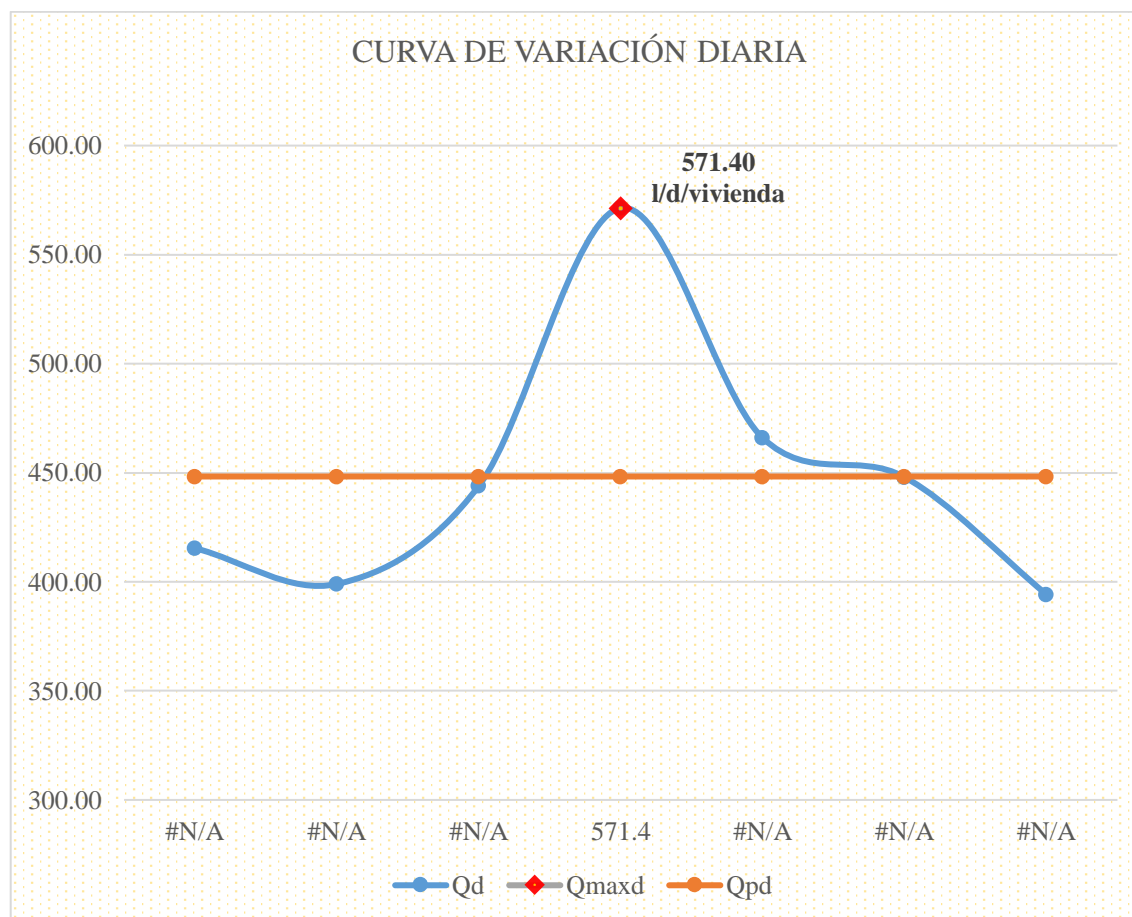
Reemplazando los datos obtenidos en la fórmula, se obtiene la dotación doméstica para el sistema Juancho Puquio:

$$D = \frac{460.229 \text{ l/día}}{3.40 \text{ hab.}}$$

$$D = 135.37 \text{ l/día/hab.}$$

Los resultados obtenidos para el sistema El Naranjillo son:

Gráfico N° 3 Curva de variación diaria - Sistema El Naranjillo.



Reemplazando los datos obtenidos en la fórmula, se obtiene la dotación doméstica para el sistema El Naranjillo:

$$D = \frac{448.286 \text{ l/día}}{3.40 \text{ hab.}} = 131.85 \text{ l/día/hab.}$$

3.5.1.3 Cálculo de consumo horario

Para obtener el consumo horario, se procedió de la misma manera que para el consumo diario, por lo que se obtuvo en campo los datos específicos del consumo horario de los 10 medidores seleccionados.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los datos tomados en campo del consumo horario de cada vivienda:

Tabla N°15: *Cálculo de consumo horario por vivienda.*

CÁLCULO DE CONSUMO HORARIO EN LITROS /VIVIENDA/DÍA											
Juancho Puquio							El Naranjillo				
Hora	Medidor 1	Medidor 2	Medidor 3	Medidor 4	Medidor 5	Medidor 6	Medidor 7	Medidor 8	Medidor 9	Medidor 10	
	Orlando Silva Cárdenas	Walter Chaupe Chalan	Andrea Palacios Córdor	Santos Vera Tasilla	Yuli Celada Basán	Ricardo Huaripata	Natalia Colorado Briones	Maria Evangelista Mollan Romero	Antony Bringas Silva	Wilder Tasilla Perez	
	2 hab.	3 hab.	4 hab.	2 hab.	6 hab.	3 hab.	6 hab.	2 hab.	4 hab.	2 hab.	
07:00	08:00	33	81	104	35	166	82	165	47	98	42
08:00	09:00	41	42	51	39	87	50	80	31	56	38
09:00	10:00	14	27	46	11	56	23	58	20	34	46
10:00	11:00	16	47	63	17	87	52	43	29	86	34
11:00	12:00	54	88	122	25	178	94	161	53	119	61
12:00	13:00	29	72	96	51	158	81	178	56	104	58
13:00	14:00	25	51	78	41	103	53	79	24	46	38
14:00	15:00	16	33	47	11	73	19	32	14	31	6
15:00	16:00	8	15	22	8	32	13	59	8	17	10
16:00	17:00	9	18	26	16	38	29	41	12	20	8
17:00	18:00	18	36	50	18	75	24	27	20	53	14
18:00	19:00	30	48	70	28	95	46	57	27	51	15

Tabla N°16: *Cálculo de consumo horario por persona.*

CÁLCULO DE CONSUMO HORARIO EN LITROS /VIVIENDA/HORA											
		Juancho Puquio					El Naranjillo				
		Medidor 1	Medidor 2	Medidor 3	Medidor 4	Medidor 5	Medidor 6	Medidor 7	Medidor 8	Medidor 9	Medidor 10
Hora		Orlando Silva Cárdenas	Walter Chaupe Chalan	Andrea Palacios Cóndor	Santos Vera Tasilla	Yuli Celada Basán	Ricardo Huaripata	Natalia Colorado Briones	Maria Evangelista Mollan Romero	Antony Bringas Silva	Wilder Tasilla Perez
		2 hab.	3 hab.	4 hab.	2 hab.	6 hab.	3 hab.	6 hab.	2 hab.	4 hab.	2 hab.
07:00	08:00	16.50	27.00	26.00	17.50	27.67	27.33	27.50	23.50	24.50	21.00
08:00	09:00	20.50	14.00	12.75	19.50	14.50	16.67	13.33	15.50	14.00	19.00
09:00	10:00	7.00	9.00	11.50	5.50	9.33	7.67	9.67	10.00	8.50	23.00
10:00	11:00	8.00	15.67	15.75	8.50	14.50	17.33	7.17	14.50	21.50	17.00
11:00	12:00	27.00	29.33	30.50	12.50	29.67	31.33	26.83	26.50	29.75	30.50
12:00	13:00	14.50	24.00	24.00	25.50	26.33	27.00	29.67	28.00	26.00	29.00
13:00	14:00	12.50	17.00	19.50	20.50	17.17	17.67	13.17	12.00	11.50	19.00
14:00	15:00	8.00	11.00	11.75	5.50	12.17	6.33	5.33	7.00	7.75	3.00
15:00	16:00	4.00	5.00	5.50	4.00	5.33	4.33	9.83	4.00	4.25	5.00
16:00	17:00	4.50	6.00	6.50	8.00	6.33	9.67	6.83	6.00	5.00	4.00
17:00	18:00	9.00	12.00	12.50	9.00	12.50	8.00	4.50	10.00	13.25	7.00
18:00	19:00	15.00	16.00	17.50	14.00	15.83	15.33	9.50	13.50	12.75	7.50
Promedio /Vivienda		12.21	15.50	16.15	12.50	15.94	15.72	13.61	14.21	14.90	15.42
Promedio Total		14.46					14.77				

Gráfico N° 4 Curva de variación horaria- Sistema Juancho Puquio

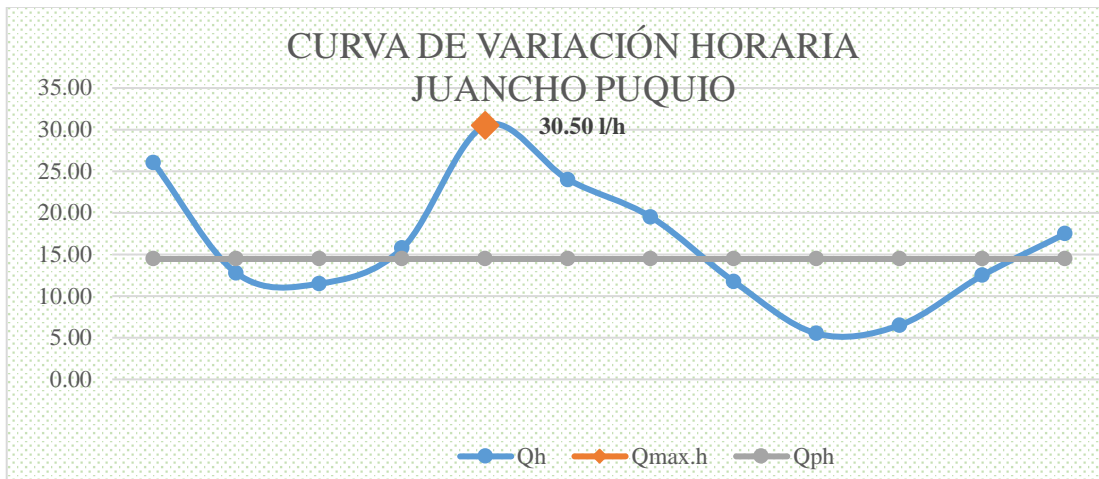
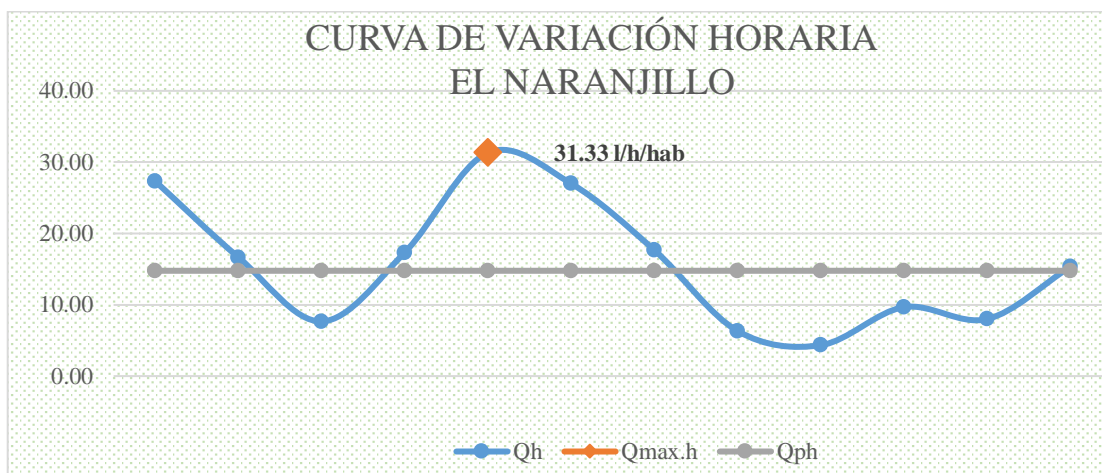


Gráfico N° 5 Curva de variación horaria- Sistema El Naranjillo



3.5.1.4 Cálculo de coeficiente de variación

a. Cálculo del coeficiente de variación diaria (k1)

Para calcular el coeficiente K1, se obtuvo dividiendo el consumo promedio del día en donde la demanda de agua ha sido mayor entre el promedio del consumo diario de los usuarios de todos los días. Permite identificar de manera precisa los momentos de mayor requerimiento de agua en el día. Se tiene así, la siguiente fórmula para calcular el coeficiente K1:

$$k1 = \frac{Q_{maxd}}{Q_p}$$

Sector Juancho Puquio:

$$Q_{maxd} = \underline{580.20 \text{ l/día/vivienda}}$$

$$Q_{pd} = 460.23 \text{ l/día/vivienda}$$

$$K1 = \frac{580.20 \text{ l/día/vivienda}}{460.23 \text{ l/día/vivienda}}$$

$$K1 = 1.26$$

Sector El Naranjillo:

$$Q_{\max d} = \frac{571.40 \text{ l/día/vivienda}}{448.29 \text{ l/día/vivienda}}$$

$$K1 = \frac{571.40 \text{ l/día/vivienda}}{448.29 \text{ l/día/vivienda}}$$

$$K1 = 1.27$$

b. Cálculo del coeficiente de variación horaria (k2)

Para el cálculo del coeficiente K2, se procede dividiendo el consumo horario correspondiente al periodo de máxima demanda de agua entre el promedio del consumo horario de los usuarios para todas las horas del día. Este coeficiente ayuda a evaluar la variación máxima por hora. Se tiene así, la siguiente fórmula para calcular el coeficiente K2:

$$K2 = \frac{Q_{\max h}}{Q_p}$$

Sector Juancho Puquio:

$$Q_{\max h} = \frac{30.50 \text{ l/h/hab.}}{14.46 \text{ l/h/hab.}}$$

$$K2 = \frac{30.50 \text{ l/h/hab.}}{14.46 \text{ l/h/hab.}}$$

$$K2 = 2.11$$

Sector El Naranjillo:

$$Q_{\max h} = \frac{31.33 \text{ l/h/hab.}}{14.77 \text{ l/h/hab.}}$$

$$Q_{ph} = 14.77 \text{ l/h/hab.}$$

$$K2 = \frac{31.33 \text{ l/h/hab.}}{14.77 \text{ l/h/hab.}}$$

$$K2 = 2.12$$

La norma OS.100 *Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria del 2018*, en el apartado 1.5. *Variaciones de consumo*, menciona que el coeficiente de variación diaria es 1.3 y el coeficiente de variación horaria es de 1.8 a 2.5. En el expediente técnico se usó el coeficiente diario 1.3 para ambos sistemas y el coeficiente horario 2.0 para el sistema Juancho Puquio y 1.8 para el sistema el Naranjillo.

Los valores encontrados en la investigación, cumplen con los valores normados, por lo que se tomarán para hallar los caudales máximos diarios y horarios.

3.5.1.5 Cálculo de consumo no doméstico

Para determinación la dotación diaria mínima de agua destinada a usos comerciales, estatales y sociales se utilizaron los consumos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones. Este reglamento proporciona lineamientos específicos y actualizados que se considerarán como referencia fundamental para establecer las cantidades mínimas requeridas para cada uno de estos sectores.

Tabla N°17: *Resumen de consumo total de agua no doméstico.*

Sector	Categoría De Usuario	Cantidad	Caudal No Doméstico (L/Día)	Caudal No Doméstico (L/S)	Total (L/S)
Juancho Puquio	Comercial	17	66401.568	0.769	1.576
	Estatal	24	58073.1375	0.672	
	Industrial	1	800.000	0.009	
	Social	7	10918.613	0.126	
El Naranjillo	Social	1	7714.500	0.089	0.089

A continuación, se detalla el cálculo de la dotación no doméstica:

a. Contribución de Instituciones Educativas

Las dotaciones diarias mínimas de agua para locales educacionales y residencias estudiantiles serán según la siguiente tabla:

Tabla N°18: *Dotación para tipo de local educacional*

Tipo de local educacional	Dotación diaria
Alumnado educación primaria	20 L por persona
Alumnado educación secundaria y superior	25 L por persona

Fuente: RNE IS.010, 2018.

Para el presente trabajo de investigación el número de alumnos y el número de docentes se obtuvo de la página de ESCALE del ministerio de educación. (Ver Anexo N°6)

Tabla N°19: *Contribución de Instituciones Educativas*

Cant.	Descripción	N° De Alumnos	N°. De Docentes	Dotación (L/Alum/Día)	Dotación (L/Docente /Día)	Q (L/Día)
1	I.E Inicial - Jardín N°026	92	4	20	100	2240
1	I.E Primaria N°82048 "Inmaculada Concepción"	256	17	20	100	6820
1	I.E Secundaria "José Carlos Mariátegui"	346	29	25	100	11550
CONSUMO TOTAL						20610

b. Contribución de estadios, coliseo, lugares de reunión o similares

Las dotaciones diarias mínimas para locales de espectáculos o centros de reunión, cines, teatros, auditorios, discotecas, casinos, salas de baile y espectáculos al aire libre y otros similares serán de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla N°20: Dotación para tipo de establecimientos

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Cines, teatros y auditorios	3 L por asiento
Discotecas, casinos, salas de baile y otros similares	30 L por m2 de área
Estadios, velódromos, autódromos, plaza de toros y similares	1 L por espectador
Circos, hipódromos, parques de atracción y similares	1 L por espectador más la dotación requerida para el mantenimiento de animales.

Fuente: RNE IS.010, 2018.

Tabla N°21: Contribución de estadios, coliseo, lugares de reunión o similares

Cant	Descripción	N° De Espectadores	Dotación (L/Espectador/Día)	Q Consumo (L/Día)
1	Estadio Jose Carlos Mariátegui	3500	1	3500
1	Coliseo Municipal MDLE.	2000	1	2000
1	Plaza Taurina Municipal	3500	1	3500
1	IE N°82048 Local Antiguo (Se usa para reuniones con los usuarios del agua, luz y otros)	500	1	500
CONSUMO TOTAL				9500

c. Contribución de parques de atracción, áreas verdes, jardines

La dotación de agua para áreas verdes será de 2 l/d por m2. No se requerirá incluir áreas pavimentadas, enripiadas u otras no sembradas para los fines de esta dotación (RNE IS.010, 2018, p.14).

Tabla N°22: Contribución de parques de atracción, áreas verdes, jardines

Cant.	Descripción	A (M2)	%De Área Verde	Dotación (L/M2/Día)	Q Consumo (L/Día)
1	Plaza De Armas (sólo áreas verdes)	1509.00	20%	2	603.60
1	Parque Recreativo MDLE.	1284.70	20%	2	513.88
1	Vivero Municipal San Pedro	535.00	50%	2	535.00
1	Vivero Municipal Shitapampa	3364.60	50%	2	3364.60
1	Fundo Municipal Encañada	28682.75	0.5%	2	286.83
CONSUMO TOTAL					5303.91

d. Contribución de mercado

La dotación diaria mínima de agua para locales comerciales dedicados a comercio de mercancías secas, será de 6 l/d por m² de área útil del local, considerándose una dotación mínima de 500 l /d. La dotación de agua para mercados y establecimientos, para la venta de carnes, pescados y similares serán de 15 l/d por m² de área del local (RNE IS.010, 2018, p.13).

En el mercado de la encañada se puede encontrar tanto mercancías secas como carnes, pescados y similares, alrededor del 60% del establecimiento es de mercancías secas y el 20% corresponde a los productos de pescados y carnes, el resto son áreas libres.

Tabla N°23: *Contribución de mercado*

Cant.	Descripción	A (M2)	%De Área	Dotación (L/M2/Día)	Q Consumo (L/Día)
1	Mercado De Abastos La Encañada (comercio de mercancías secas)	4001.38	60%	6	14404.97
1	Mercado De Abastos La Encañada (venta de carnes, pescados y similares)	4001.38	20%	15	12004.14
CONSUMO TOTAL					26409.11

e. Contribución de plaza pecuaria

Para determinar la contribución de la plaza pecuaria, se tiene la siguiente tabla:

Tabla N°24: *Dotación para alojamiento de animales*

Alojamiento de animales	Dotación
Ganado lechero	120 L/día por animal
Bovino y equinos	40 L/día por animal
Ovinos y porcinos	10 L/día por animal
Aves	20 L/día por cada 100 aves

Fuente: RNE IS.010, 2018.

En la plaza pecuaria de la Encañada se venden animales los días domingos, entre ellos se pueden encontrar alrededor de 40 cabezas de animales bovinos, 120 entre ovinos y porcinos y 60 aves.

Tabla N°25: *Contribución de plaza pecuaria*

Cant.	Descripción	N° De Animales	Dotación (L/Animal/Día)	Q Consumo (L/Día)
1	Plaza Pecuaria Municipal (Animales Menores)			
	Bovino y equinos	40	40	1600.00
	Ovinos y porcinos	120	10	1200.00
	Aves	60	0.2	12.00
CONSUMO TOTAL				2812.00

f. Contribución de centros de salud

Las dotaciones diarias mínimas de agua para locales de salud como: hospitales, clínicas de hospitalización, clínicas dentales, consultorios médicos y similares, según la siguiente tabla:

Tabla N°26: Dotación por local de salud

Local de salud	Dotación diaria
Hospitales y clínicas de hospitalización	600 L/d por cama
Consultorios médicos	500 L/d por consultorio
Clínicas dentales	1000 L/d por unidad dental

Fuente: RNE IS.010, 2018.

Tabla N°27: Contribución de centros de salud

Cant.	Descripción	N° De Camas	N° De Consultorios	Dotación (L/Cama/Día)	Q Consumo (L/Día)
1	Centro De Diagnóstico Municipal (Hospital)	3		600	1800
1	Centro De Salud La Encañada (Consultorios médicos)		15	500	7500
CONSUMO TOTAL					9300

g. Contribución de oficinas o similares

Las dotaciones diarias mínimas de agua para oficinas se calculan a razón de 6 l/d por m2 de área útil del local (RNE IS.010, 2018.)

Tabla N°28: Contribución de oficinas o similares

Cant.	Descripción	A (M2)	%De Área Útil	Dotación (L/M2/Día)	Q Consumo (L/Día)
1	Centro Cívico MDLE.	269.00	50%	6	807.00
1	Municipalidad Distrital Local Central	2013.52	30%	6	3624.34
1	Local Casa Blanca MDLE.	408.28	30%	6	734.90
1	Local Municipal Antiguo	220.00	50%	6	660.00
1	Empresa Lumina Cooper	1134.10	10%	6	680.46
1	Redes Andinas De Comunicación	55.23	100%	6	331.38
1	Taller Alesandro Paccini	1172.18	10%	6	703.31
1	Taller Don Bosco	169.15	50%	6	507.45
1	Fiscalía De La Nación - Sede Encañada (usuario Betty Vásquez Villanueva)	214.60	70%	6	901.32
CONSUMO TOTAL					8950.16

h. Contribución de albergues y parroquias

Las dotaciones diarias mínimas de agua para los establecimientos de albergues deberán tener una dotación de agua, según la siguiente Tabla:

Tabla N°29: *Contribución de albergues y parroquias*

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Hotel, apart-hotels y hostales.	500 L por dormitorio
Albergues	25 L por m2 de área destinada a dormitorio

Fuente: RNE IS.010, 2018.

La dotación de agua para las parroquias se considera 6 L por m2 por día, de acuerdo a la tabla mencionada en el ítem g. Contribución de oficinas o similares.

Tabla N°30: *Contribución de albergues y parroquia*

Cant.	Descripción	A (M2)	%De Área Útil	Dotación (L/M2/Día)	Q Consumo (L/Día)
1	Albergue Maria Teresa De Calcuta	1542.90	20%	25	7714.50
1	Albergue De Niños A. Pacini	2112.02	15%	25	7920.08
1	Parroquia Alesandro Paccini	850.70	10%	6	510.42
1	Parroquia Inmaculada Concepción	1045.60	10%	6	627.36
CONSUMO TOTAL					16772.36

i. Contribución de iglesias

La dotación de agua para iglesias se considera 1 L por espectador, de acuerdo a la tabla mencionada en el ítem b. Contribución de estadios, coliseo, lugares de reunión o similares, ya que las iglesias son consideradas como un centro de reunión.

Tabla N°31: *Contribución de iglesias*

Cant.	Descripción	N° De Espectadores	Dotación (L/Espectador/Día)	Q Consumo (L/Día)
1	Iglesia Católica Alesandro Paccini	500	1	500.00
1	Iglesia Evangélica Flavio Casas	150	1	150.00
CONSUMO TOTAL				650.00

j. Contribución de comisaría

La dotación de agua para la comisaria se considera 6 L por m2 por día, de acuerdo a la tabla mencionada en el punto g. Contribución de oficinas o similares.

Tabla N°32: Contribución de comisaría

Cant.	Descripción	A (M2)	%De Área Útil	Dotación (L/M2/Día)	Q Consumo (L/Día)
1	Local Subprefectura Distrital	197.60	70%	6	829.92
1	Comisaria Policía Nacional del Perú	297.75	50%	6	893.25
CONSUMO TOTAL					1723.17

k. Contribución de cementerio

La dotación de agua para el cementerio se considera 2 L por m2 por día, de acuerdo a la tabla mencionada en el punto c. Dotación de agua para áreas verdes.

Tabla N°33: Contribución de cementerio

Cant.	Descripción	A (M2)	%De Área Útil	Dotación (L/M2/Día)	Q Consumo (L/Día)
1	Cementerio Municipal Encañada	5137.80	20%	2	2055.12
CONSUMO TOTAL					2055.12

l. Contribución de grifo

Las dotaciones diarias mínimas de agua para las estaciones de servicio, estaciones de gasolina, garajes y parques de estacionamiento de vehículos, según la siguiente tabla.

Tabla N°34: Dotación para estaciones y parques de estacionamiento

Estaciones y parques de estacionamientos	Dotación
Lavado automático	12800 L/día por unidad de lavado
Lavado no automático	8000 L/día por unidad de lavado
Estación de gasolina	300 L/día por surtidor
Garajes y parques de estacionamiento de vehículos por área cubierta	2 L/día por m2 de área

Fuente: RNE IS.010, 2018.

Tabla N°35: Contribución de grifo

Cant.	Descripción	N° De Surtidores	Dotación (L/Surtidor/Día)	Q Consumo (L/Día)
1	Mariela Pajares Torres (Grifo Encañada)	2	300	600.00
CONSUMO TOTAL				600.00

El grifo de la Encañada también tiene un área de lavado no automático de vehículos, en el cual se tiene en promedio 1 vehículo por día de acuerdo a lo mencionado por las personas de la zona, por lo que tendremos la siguiente dotación adicional:

Tabla N°36: Contribución de grifo

Cant.	Descripción	N° De Unidades De Lavado	Dotación (L/Surtidor/Día)	Q Consumo (L/Día)
1	Mariela Pajares Torres (Grifo Encañada)	1	8000	8000.00
CONSUMO TOTAL				8000.00

m. Contribución de parque automotor

Para el parque automotor la dotación de agua se considera 2 L por m2 por día, de acuerdo a la tabla mencionada en el punto anterior y también se considerará una dotación para oficinas, pues en este lugar existe personal trabajando.

Tabla N°37: Contribución de parque automotor

Cant.	Descripción	A (M2)	%De Área Útil	Dotación (L/M2/Día)	Q Consumo (L/Día)
1	Parque Automotor MDLE.	970	85%	2	1649.00
1	Parque Automotor MDLE. (oficinas)	970	15%	6	873.00
CONSUMO TOTAL					2522.00

n. Contribución de panadería

En los locales industriales la dotación de agua para consumo humano en cualquier tipo de industria, será de 80 litros por trabajador o empleado, por cada turno de trabajo de 8 horas o fracción (RNE IS.010, 2018).

Tabla N°38: Contribución de panadería

Cant.	Descripción	N° De Trabajadores	Dotación (L/Trabajador/Día)	Q Consumo (L/Día)
1	Panadería Don Bosco	10	80	800.00
CONSUMO TOTAL				800.00

o. Contribución de restaurantes, comedores o similares

Las dotaciones diarias mínimas de agua para restaurantes estarán en función al número de asientos, siendo que será de 50 litros por día por asiento (RNE IS.010, 2018).

Tabla N°39: Contribución de restaurantes, comedores o similares

Cant	Descripción	N° de Asientos	Dotación (l/asiento/d)	Q Consumo (l/d)
1	Restaurante - Usuario: Jesús Llanos Aguilar	30	50	1500.00
1	Restaurante - Usuario: Raúl Iban Cortegana Chávez	40	50	2000.00
1	Restaurante - Usuario: María Irma Sánchez Bringas.	50	50	2500.00

1	Restaurante - Usuario: María Esther Lopez Rodríguez	30	50	1500.00
1	Restaurante - Usuario: María Martha Salazar Urteaga	40	50	2000.00
1	Restaurante - Usuario: Isaac Casahuamán Abanto	40	50	2000.00
1	Restaurante - Usuario: Ananias Valera Sánchez	32	50	1600.00
1	Restaurante - Usuario: Fausta Aguilar Cortés	44	50	2200.00
1	Restaurante - Usuario: Pascuala Valera De Cortez	58	50	2900.00
1	Restaurante - Usuario: Edita Emelda Gutiérrez Huingo	54	50	2700.00
1	Restaurante - Usuario: Martha Requelme Sánchez	36	50	1800.00
1	Restaurante - Usuario: Nilda Zara Noriega Diaz	60	50	3000.00
1	Restaurante - Usuario: Juan Ernesto Torres Pando	44	50	2200.00
CONSUMO TOTAL				27900.00

3.5.1.6 Cálculo de caudales

a. Sector Juancho Puquio:

$$\begin{aligned} \text{Población} &= 1685 \text{ hab.} \\ \text{Dotación} &= 135.37 \text{ l/hab/día} \end{aligned}$$

- Caudal promedio (Qp):

El caudal promedio total del sistema de agua potable se obtuvo sumando el caudal promedio doméstico y el caudal promedio no doméstico.

$$Q_p = Q_{pd} + Q_{pnd}$$

Para calcular el caudal promedio doméstico se aplicó la siguiente fórmula:

$$Q_{pd} = P_f \times D / 86400$$

$$Q_{pd} = 2.64 \text{ l/s}$$

De acuerdo a la información proporcionada en la tabla N°18: Resumen de consumo total de agua no doméstico. El caudal promedio no doméstico es:

$$Q_{pnd} = 1.576 \text{ l/s}$$

Por lo tanto, con los datos obtenidos, tenemos que el caudal promedio total del sistema Juancho Puquio es:

$$Q_p = 4.22 \text{ l/s}$$

- Caudal máximo diario (Qmáxd):

$$Q_{máxd} = k_l \times Q_p$$

$$Q_{máxd} = 1.26 \times 4.22 \text{ l/s}$$

$$Q_{máxd} = 5.315 \text{ l/s}$$

- **Caudal máximo horario (Qmáxh):**

$$Q_{maxh} = k_2 \times Q_p$$

$$Q_{máxh} = 2.11 \times 4.22 \text{ l/s}$$

$$Q_{máxh} = \mathbf{8.91 \text{ l/s}}$$

b. Sector El Naranjillo:

$$\text{Población} = 652 \text{ hab.}$$

$$\text{Dotación} = 131.85 \text{ l/hab/día}$$

- **Caudal promedio (Qp):**

El caudal promedio total del sistema de agua potable se obtuvo sumando el caudal promedio doméstico y el caudal promedio no doméstico.

$$Q_p = Q_{pd} + Q_{pnd}$$

Para calcular el caudal promedio doméstico se aplicó la siguiente fórmula:

$$Q_p = P_f \times D / 86400$$

$$Q_p = 0.99 \text{ l/s}$$

De acuerdo a la información proporcionada en la tabla N° 18: Resumen de consumo total de agua no doméstico. El caudal promedio no doméstico es:

$$Q_{pnd} = 0.089 \text{ l/s}$$

Por lo tanto, con los datos obtenidos, tenemos que el caudal promedio total del sistema El Naranjillo es:

$$Q_p = \mathbf{1.08 \text{ l/s}}$$

- **Caudal máximo diario (Qmáxd):**

$$Q_{maxd} = k_1 \times Q_p$$

$$Q_{máxd} = 1.27 \times 1.08 \text{ l/s}$$

$$Q_{máxd} = \mathbf{1.382 \text{ l/s}}$$

- **Caudal máximo horario (Qmáxh):**

$$Q_{maxh} = k_2 \times Q_p$$

$$Q_{máxh} = 2.12 \times 1.08 \text{ l/s}$$

$$Q_{máxh} = \mathbf{2.29 \text{ l/s}}$$

c. Resumen de datos recolectados del servicio de agua potable - Sector Juancho Puquio

• N° de familias	499	fam.
• N° de habitantes/familia	3.375	Hab.
• Población Actual	Po= 1685	Hab.
• Dotación l/hab/día	Dotación diaria= 135.37	l/hab/día
• Coeficiente de variación diaria	k1= 1.26	
• Coeficiente de variación horaria	k2= 2.11	
• Caudal Doméstico (Qd)	Qd= 2.64	l/s
• Caudal no Doméstico (Qnd)	Qnd= 1.576	l/s
• Caudal promedio (Qp)	Qp= 4.22	l/s
• Caudal máximo diario (Qmáxd)	Qmáxd= 5.315	l/s
• Caudal máximo horario (Qmáxh)	Qmáxh= 8.914	l/s

d. Resumen de datos recolectados del servicio de agua potable - Sector El Naranjillo

• N° de familias	193	fam.
• N° de habitantes/familia	3.375	Hab.
• Población Actual	Po= 652	Hab.
• Dotación l/hab/día	Dotación diaria= 131.85	l/hab/día
• Coeficiente de variación diaria	k1= 1.27	
• Coeficiente de variación horaria	k2= 2.12	
• Caudal Doméstico (Qd)	Qd= 0.99	l/s
• Caudal no Doméstico (Qnd)	Qnd= 0.09	l/s
• Caudal promedio (Qp)	Qp= 1.08	l/s
• Caudal máximo diario (Qmáxd)	Qmáxd= 1.382	l/s
• Caudal máximo horario (Qmáxh)	Qmáxh= 2.293	l/s

Para evaluar las redes de tubería, se utiliza el caudal máximo horario. En el modelado en WaterCAD se ingresó en cada nodo que representa a una vivienda el caudal máximo horario unitario. Ello nos permite una evaluación detallada de la capacidad de las redes de tuberías

durante las horas de máximo consumo y con ello se identifica las áreas que puedan necesitar ajustes o mejoras para garantizar un suministro de agua eficiente y satisfactorio para los usuarios. En la siguiente tabla se muestran los caudales unitarios calculados para cada sistema de agua potable del Cercado de la Encañada.

Tabla N°40: *Resumen de caudales unitarios*

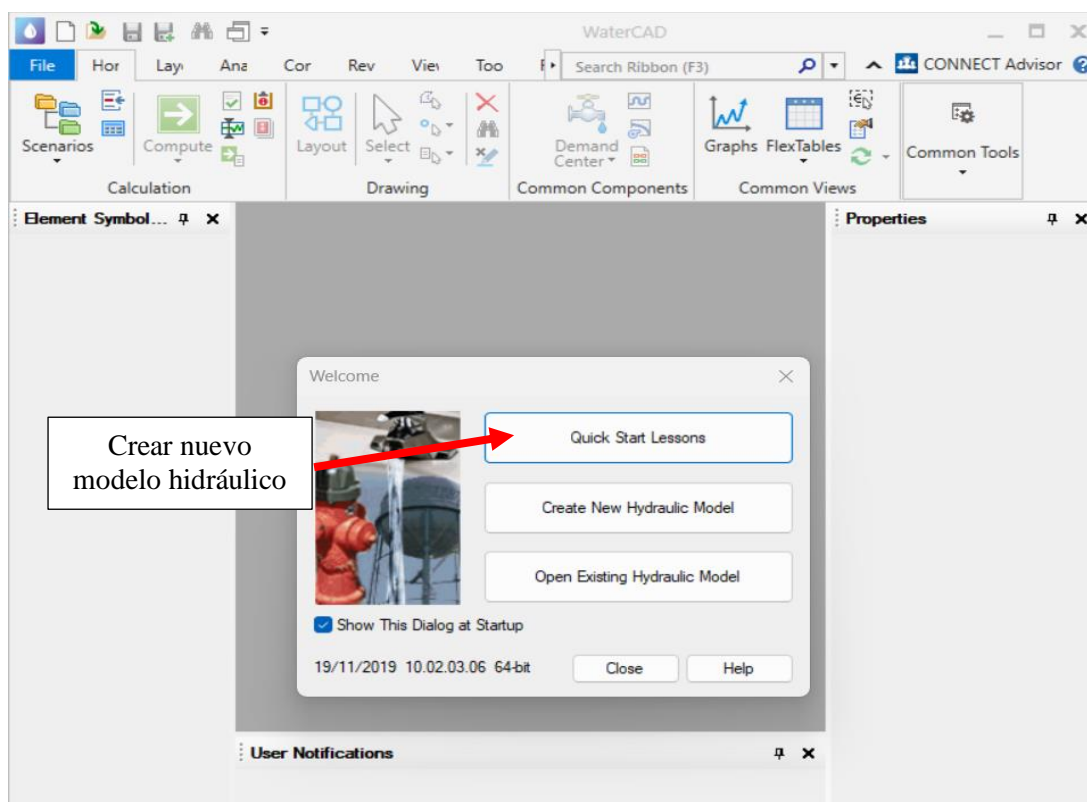
Sector	Descripción	Cant.	Consumo Unitario (L/S)
	Consumo Doméstico	499	0.0112
	I.E Inicial - Jardín N°026	1	0.0547
	I.E Primaria N°82048 "Inmaculada Concepción"	1	0.1665
	I.E Secundaria "José Carlos Mariátegui"	1	0.2820
	Estadio Jose Carlos Mariátegui	1	0.0854
	Coliseo Municipal MDLE.	1	0.0488
	Plaza Taurina Municipal	1	0.0854
	IE N°82048 Local Antigua (se usa para reuniones con los usuarios del agua, luz y otros)	1	0.0122
	Plaza De Armas	1	0.0147
	Parque Recreativo MDLE.	1	0.0125
	Vivero Municipal San Pedro	1	0.0131
	Vivero Municipal Shitapampa	1	0.0821
	Fundo Municipal Encañada	1	0.0070
	Mercado De Abastos La Encañada	1	0.6447
	Plaza Pecuaria Municipal (Animales Menores)	1	0.0687
	Centro De Diagnóstico Municipal (Hospital)	1	0.0439
SECTOR JUANCHO PUQUIO	Centro De Salud La Encañada (Consultorios Médicos)	1	0.1831
	Centro Cívico MDLE.	1	0.0197
	Municipalidad Distrital Local Central	1	0.0885
	Local Casa Blanca MDLE.	1	0.0179
	Local Municipal Antiguo	1	0.0161
	Empresa Lumina Cooper	1	0.0166
	Redes Andinas De Comunicación	1	0.0081
	Taller Alesandro Paccini	1	0.0172
	Taller Don Bosco	1	0.0124
	Fiscalía De La Nación - Sede Encañada (Usuario Betty Vásquez Villanueva)	1	0.0220
	Albergue De Niños A. Paccini	1	0.1934
	Parroquia Alesandro Paccini	1	0.0125
	Parroquia Inmaculada Concepción	1	0.0153
	Iglesia Católica Alesandro Paccini	1	0.0122
	Iglesia Evangélica Flavio Casas	1	0.0037
	Local Subprefectura Distrital	1	0.0203
	Comisaria Policía Nacional del Perú	1	0.0218
	Cementerio Municipal Encañada	1	0.0502

	Mariela Pajares Torres (Grifo Encañada)	1	0.2100
	Parque Automotor MDLE.	1	0.0616
	Panadería Don Bosco	1	0.0195
	Restaurante - Usuario: Jesús Llanos Aguilar	1	0.0366
	Restaurante - Usuario: Raúl Iban Cortegana Chávez	1	0.0488
	Restaurante - Usuario: María Irma Sánchez Bringas.	1	0.0610
	Restaurante - Usuario: María Esther Lopez Rodríguez	1	0.0366
	Restaurante - Usuario: María Martha Salazar Urteaga	1	0.0488
	Restaurante - Usuario: Victor Isaac Casahumán Abanto	1	0.0488
	Restaurante - Usuario: Ananías Valera Sánchez	1	0.0391
	Restaurante - Usuario: Fausta Celedoña Aguilar Cortés	1	0.0537
	Restaurante - Usuario: María Pascuala Valera De Cortez	1	0.0708
	Restaurante - Usuario: Edita Emelda Gutiérrez Huingo	1	0.0659
	Restaurante - Usuario: Martha Requelme Sánchez	1	0.0439
	Restaurante - Usuario: Nilda Zara Noriega Diaz	1	0.0732
	Restaurante - Usuario: Juan Ernesto Torres Pando	1	0.0537
SECTOR EL NARANJILLO	Consumo Doméstico	193	0.0109
	Albergue Maria Teresa De Calcuta	1	0.1894

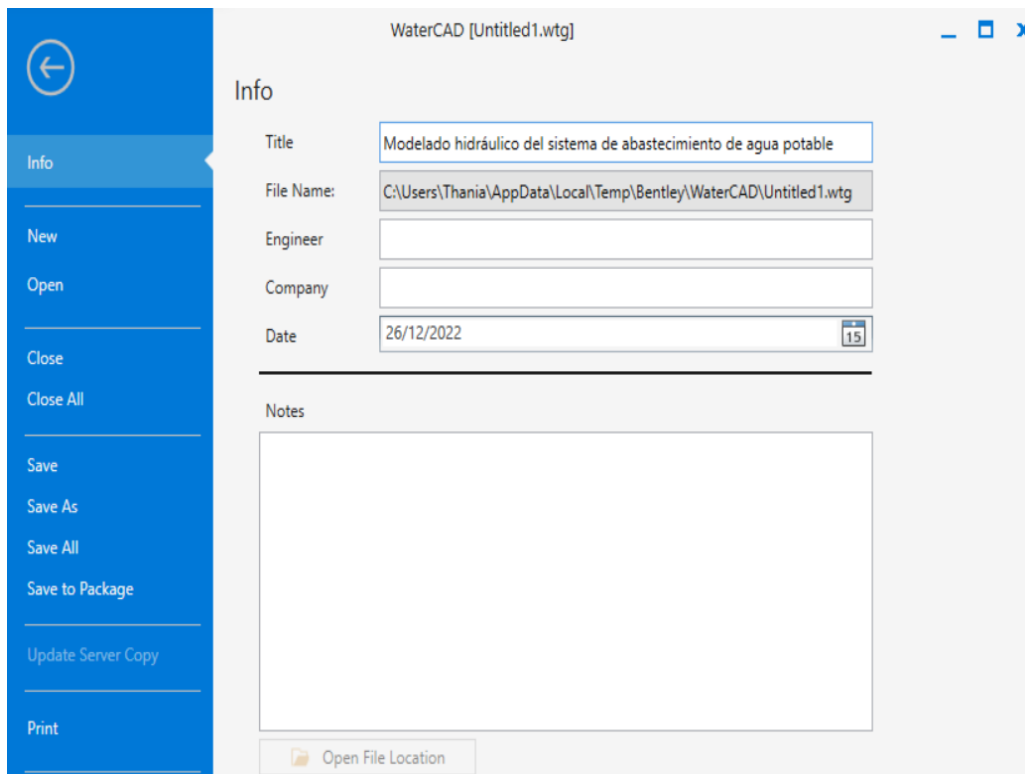
3.5.1.7 Modelamiento hidráulico en el programa WaterCAD

Se realizó el modelado hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable en WaterCAD, para conocer las características hidráulicas actuales de los sistemas. Para realizar este modelado se hizo de la siguiente manera:

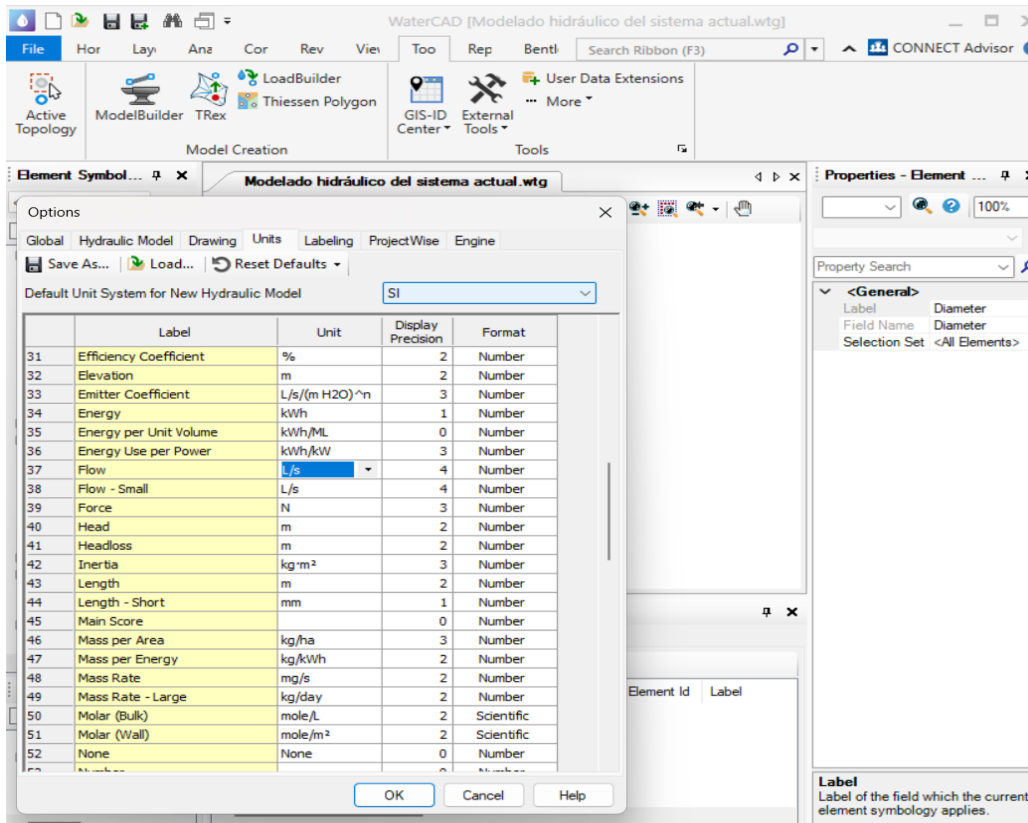
- a. Se ingresó al programa y se creó un nuevo proyecto:



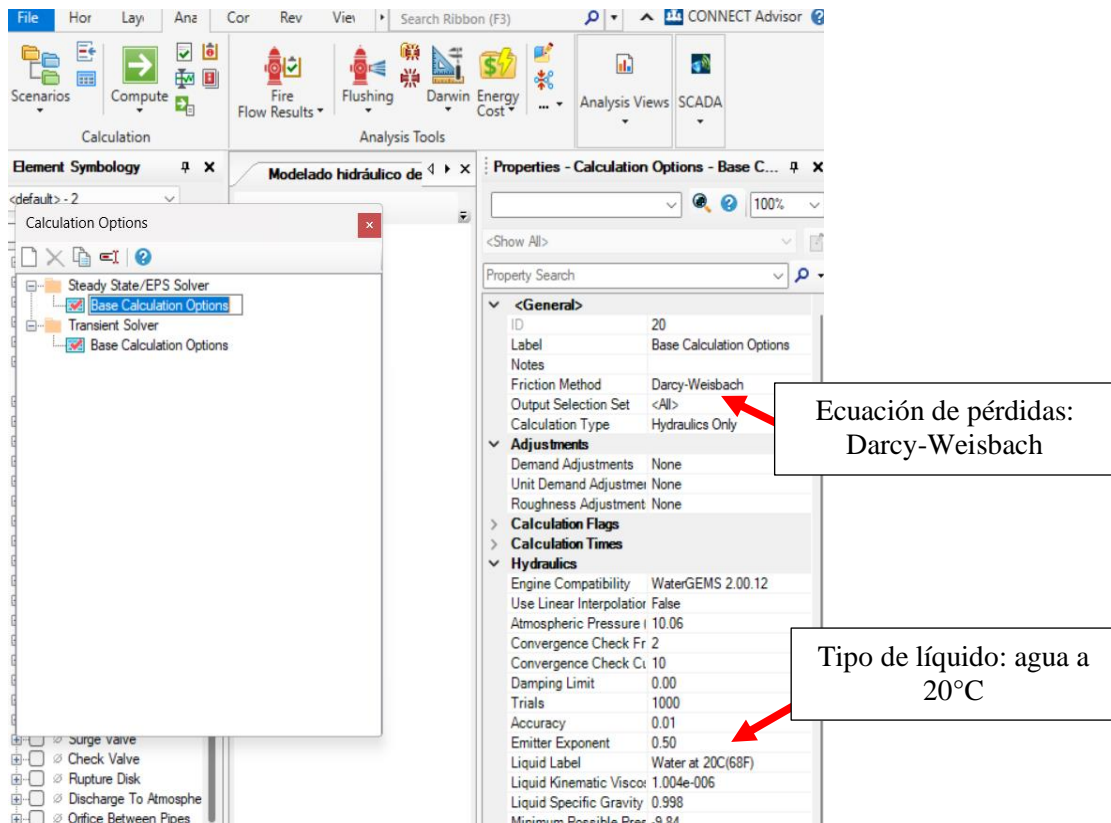
b. Se colocó el nombre del proyecto, ingresando a File y luego a Info:



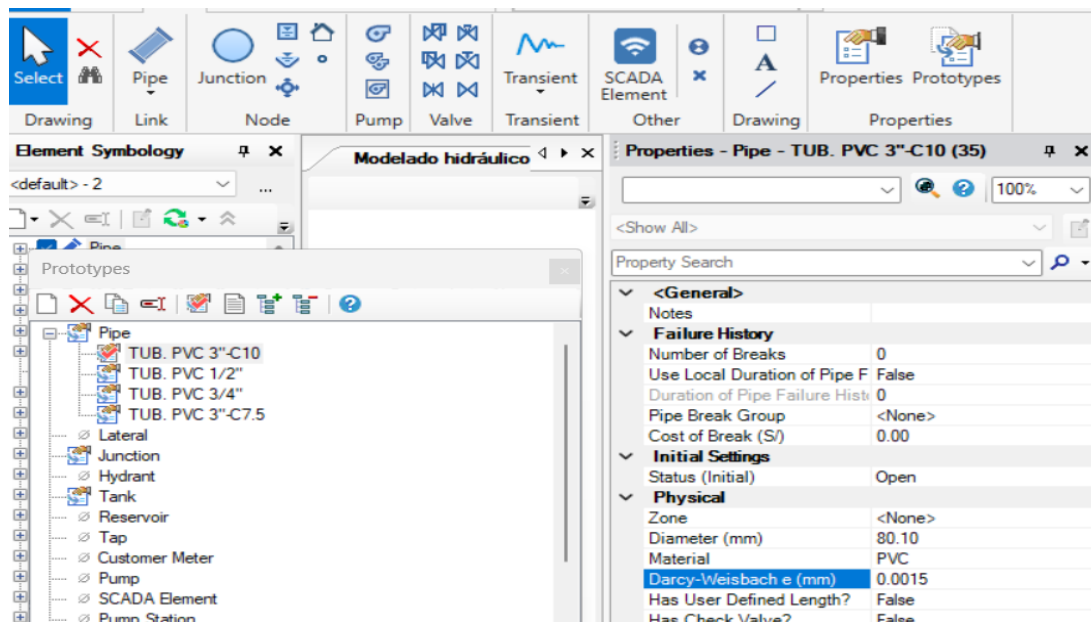
c. Se ingresó a “Tools”, luego a “Options” y configurar las unidades en “Units”: Se configura en el sistema internacional métrico, y la unidad para las presiones será en metros columna de agua (mH₂O).



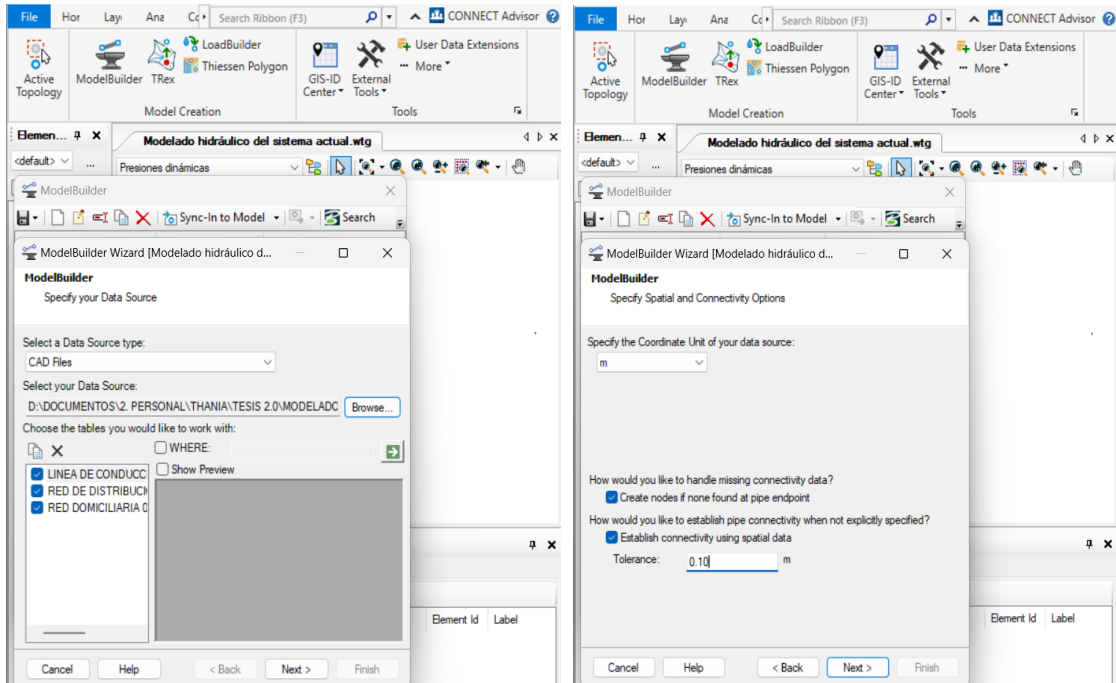
- d. En la herramienta “Home” en “Calculation Options” se configuró la ecuación de pérdidas por fricción y el tipo de líquido.



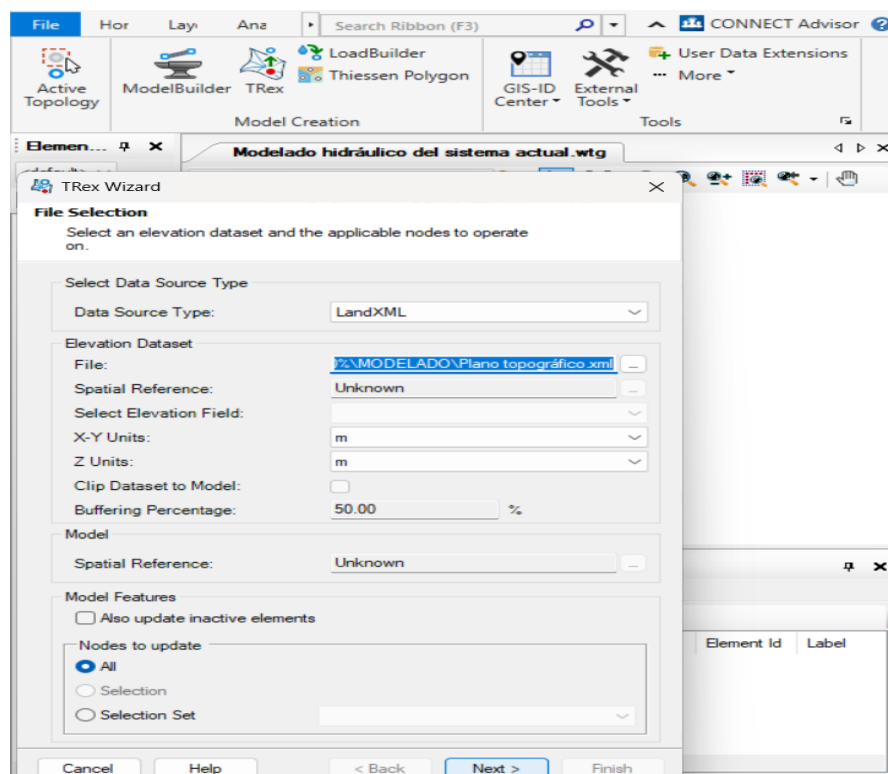
- e. Usando la herramienta “Prototypes”, se crearon las tuberías que se usaron en el modelado hidráulico de la red de agua, definiendo su diámetro, rugosidad y material. La rugosidad de las tuberías puede variar dependiendo de factores como la edad y condiciones de operación, consideraremos en un inicio el coeficiente de rugosidad absoluta de 0.0015mm, esta luego será calibrada.



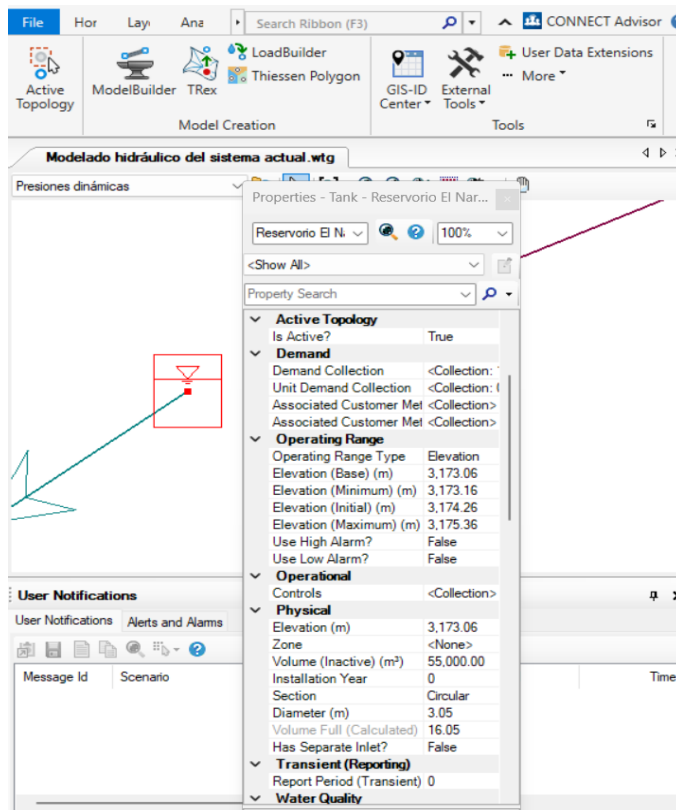
- f. Se procedió a ingresar la geometría de la red, incluyendo nodos y tuberías, para ello se utilizó el levantamiento topográfico que se hizo de la red de abastecimiento de agua potable previo procesamiento en Civil 3D. La red dibujada en Civil 3D se exportan en formato *.dxf y en WaterCAD se importa usando la herramienta “ModelBuilder”. Luego colocamos una tolerancia de 0.10m. para la conectividad de las tuberías.



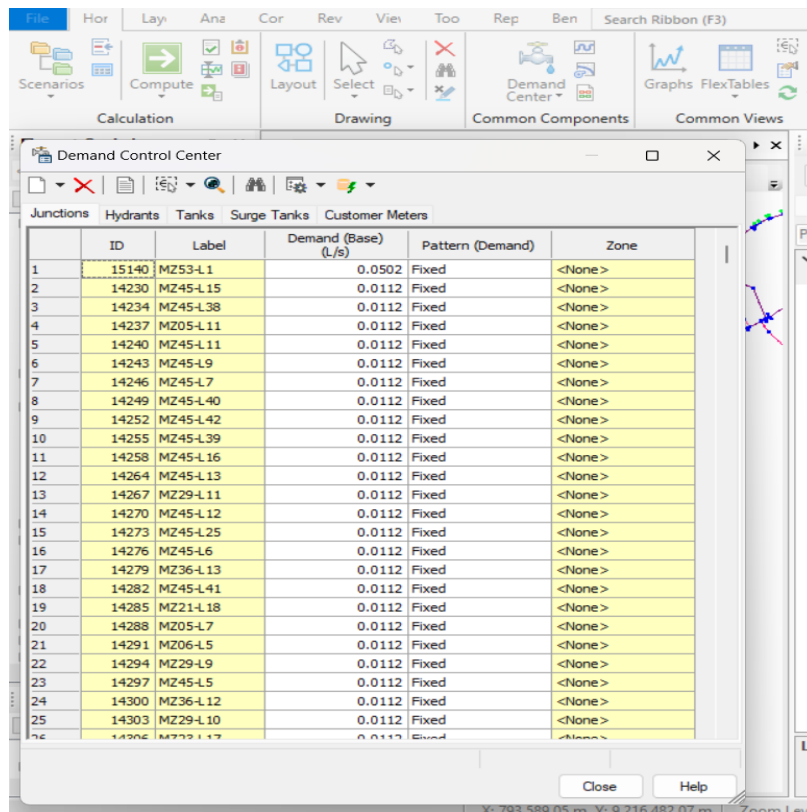
- g. Luego se ingresaron las curvas de nivel previamente exportada del Civil 3D en formato *LandXML



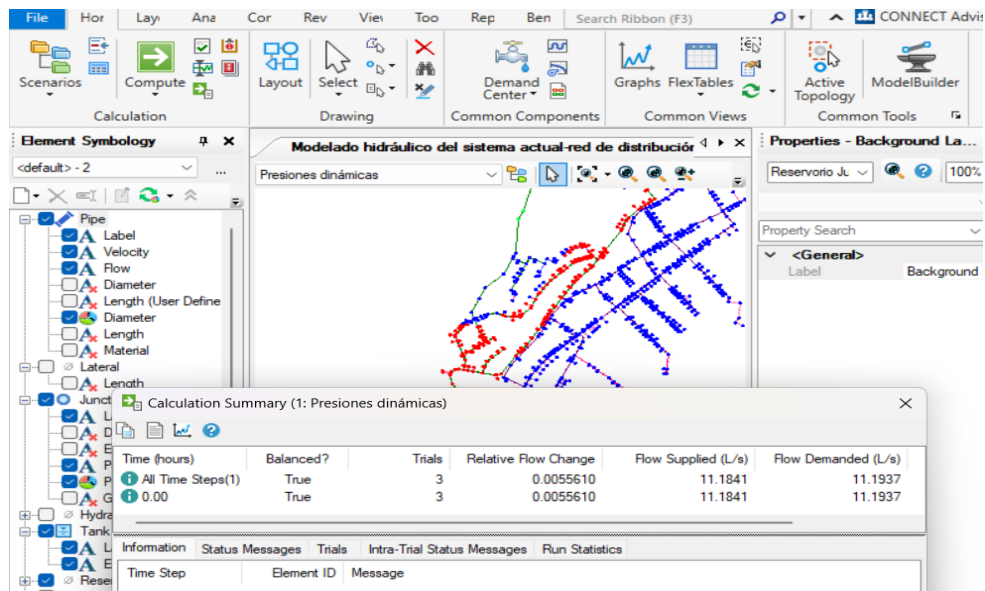
- h. Se definieron las propiedades de los reservorios, como su elevación base, elevación mínima, elevación inicial y elevación máxima.



- i. Mediante la herramienta “Demand Center” se ingresaron las demandas en cada nodo que representa una conexión domiciliaria.



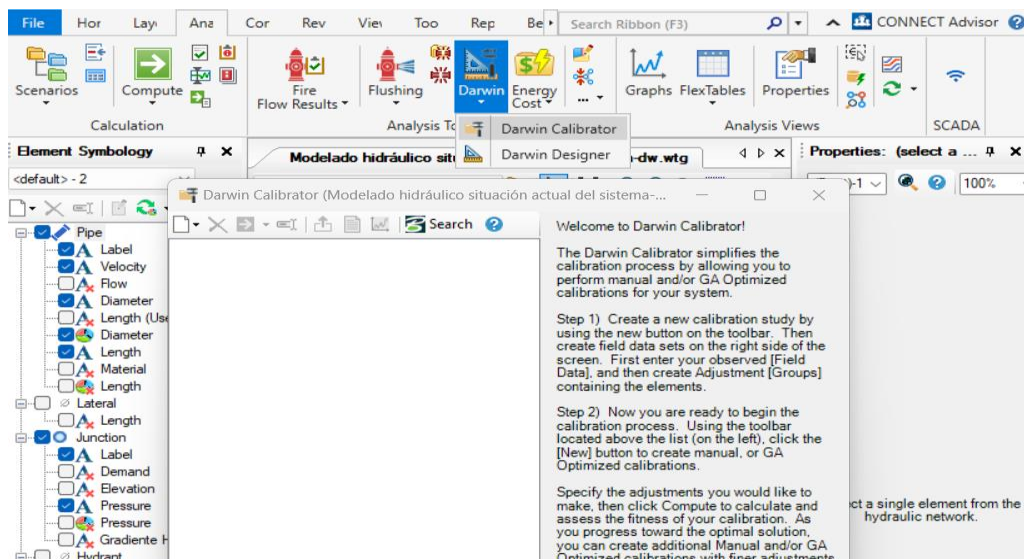
- j. Luego se validó el modelado y mediante la herramienta “Compute” procesamos los datos.



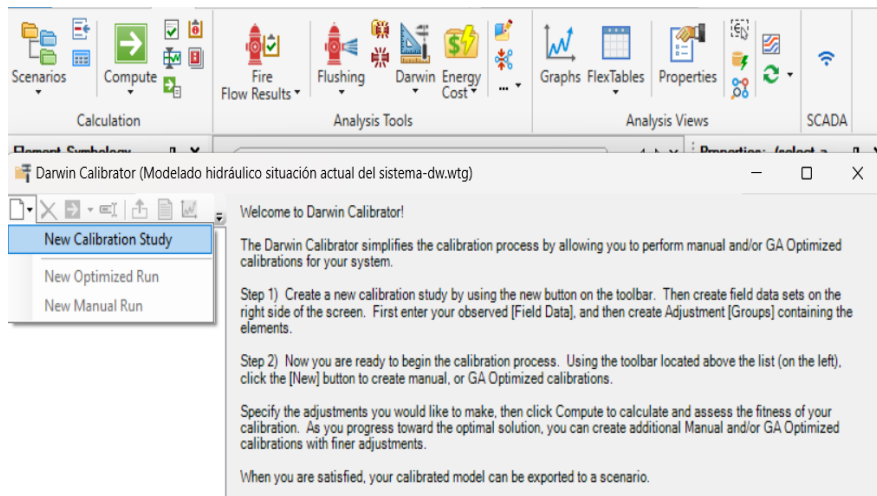
3.5.1.8 Calibración del coeficiente de rugosidad, mediante Darwin Calibrator de WaterCad

Después de elaborar el modelamiento hidráulico de los sistemas de agua potable, se realizó la calibración del coeficiente de rugosidad, para tener resultados más cercanos a la realidad, ya que las tuberías evaluadas son antiguas, el Sistema Juancho Puquío tiene cerca de 30 años de funcionamiento y el Sistema el Naranjillo 8 años, por lo que sus coeficientes no son iguales a los de una tubería nueva. Para la calibración se usó la herramienta Darwin Calibrator en WaterCad V8.1 y el “Manual de WaterCad V8i SS5” del Ing. Hugo Cerquín Marquina.

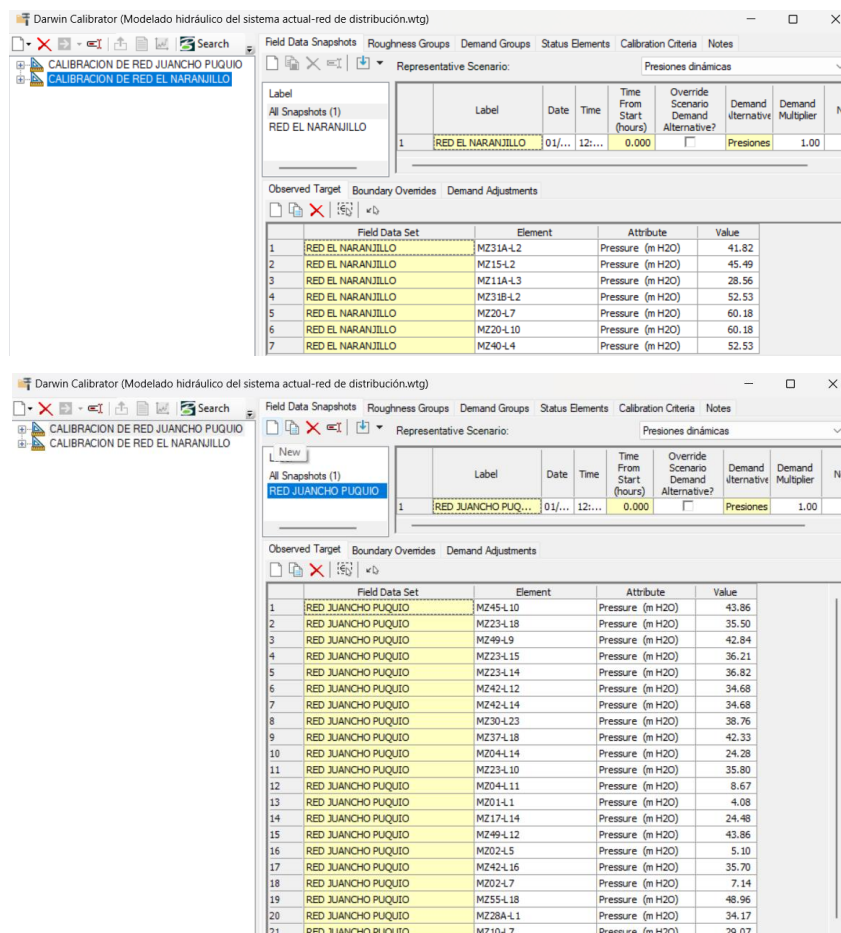
- a. En “Analysis”, ingresamos a la herramienta “Darwin Calibration”, donde podremos realizar una calibración de las rugosidades de los sistemas, comparando las presiones halladas en campo y las presiones modeladas.



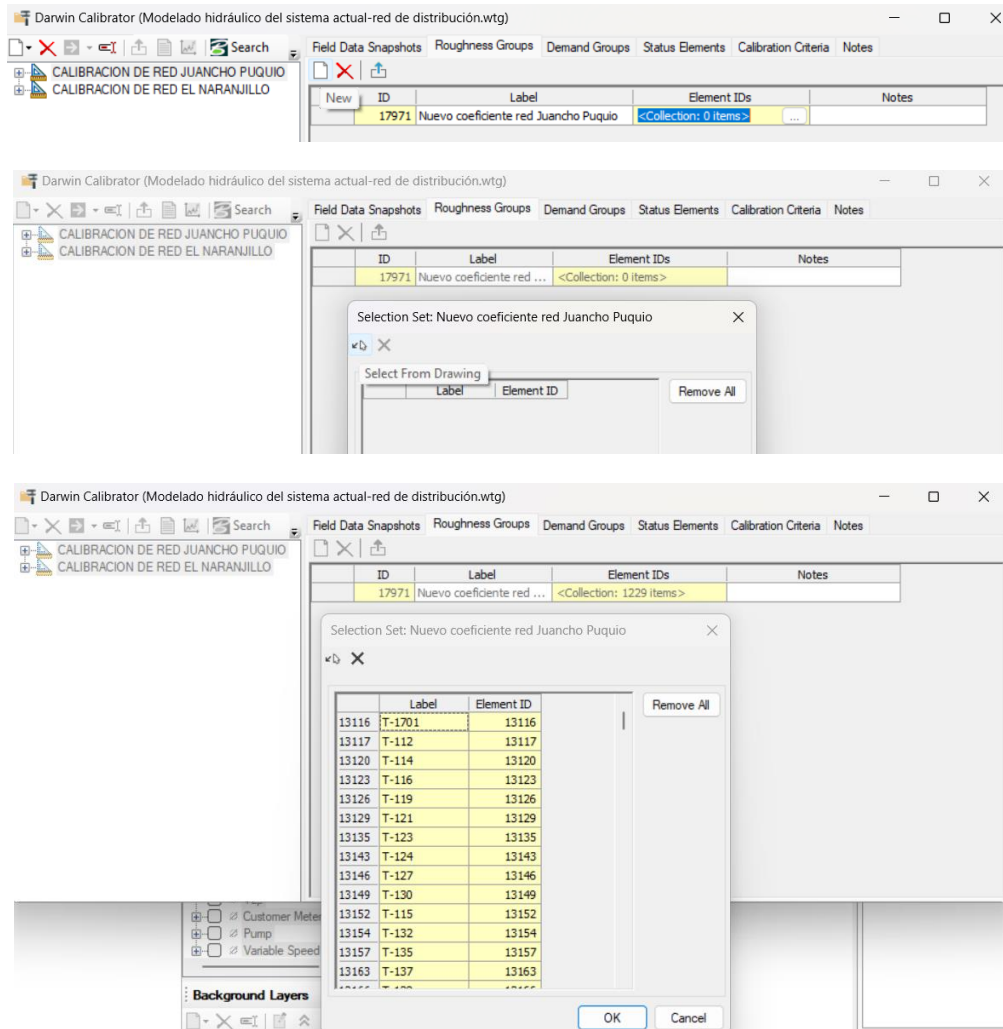
- b. Seleccionamos “New Calibration Study” para iniciar una calibración, esto hacemos para cada Sistema, es decir para Juancho Puquio y para El Naranjillo, ya que los sistemas no tienen la misma antigüedad, por ende, sus coeficientes de rugosidad deberán ser calibrados por separado.



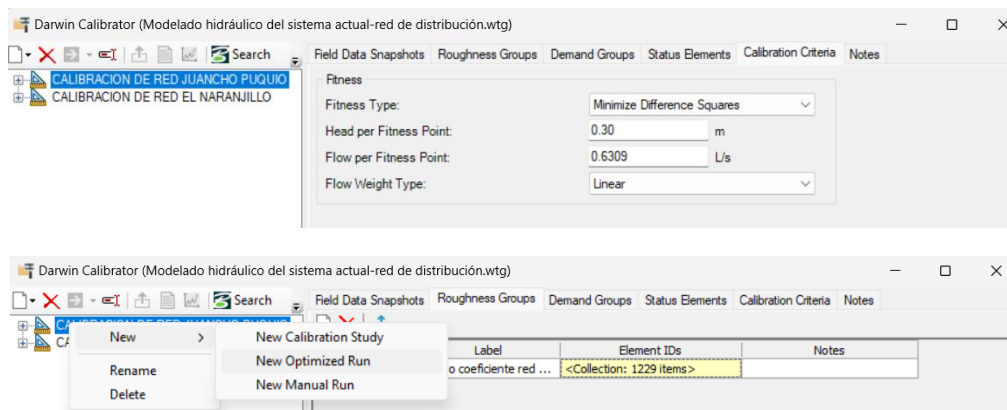
- c. Dentro de la calibración, ingresamos a “Field Data Snapshots”, donde creamos una nueva data, en “Observed target” ingresamos los datos de las presiones obtenidas en campo, para cada sistema.

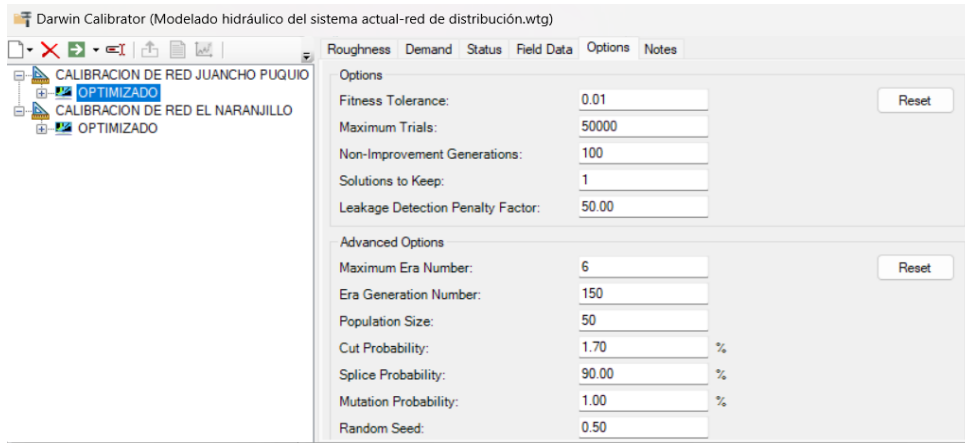


- d. Ingresamos a “Roughness Groups” y creamos un nuevo grupo de las tuberías a las cuales aplicaremos las rugosidades calibradas para cada sistema.



- e. Luego se realizó una calibración optimizada, esto es posible gracias a que el programa usa algoritmos genéticos, los cuales permiten llegar a una solución ajustada, con la combinación de parámetros adecuados. Para ello crearemos una nueva calibración optimizada y se configuran los parámetros en “Calibration criterio” y en “Option”.





f. Colocamos “Compute” para empezar la optimización. Como vemos el “fitness” es bajo para ambos sistemas, al igual que la diferencia del gradiente hidráulico observado en campo con el gradiente hidráulico del modelado, por lo que consideramos las nuevas rugosidades como las más adecuadas para el modelado. Siendo la nueva rugosidad para las tuberías del sistema Juancho Puquiu de 0.0457mm. y para las tuberías del sistema El Naranjillo de 0.0023.

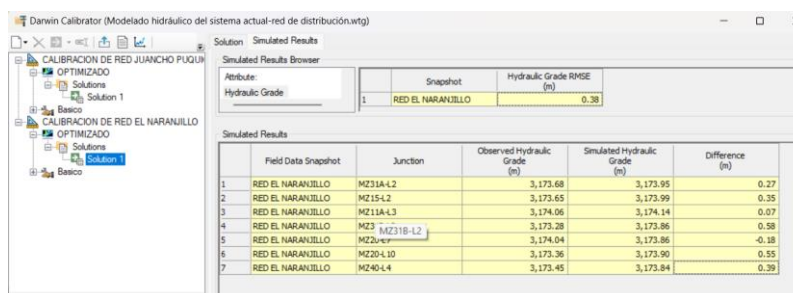
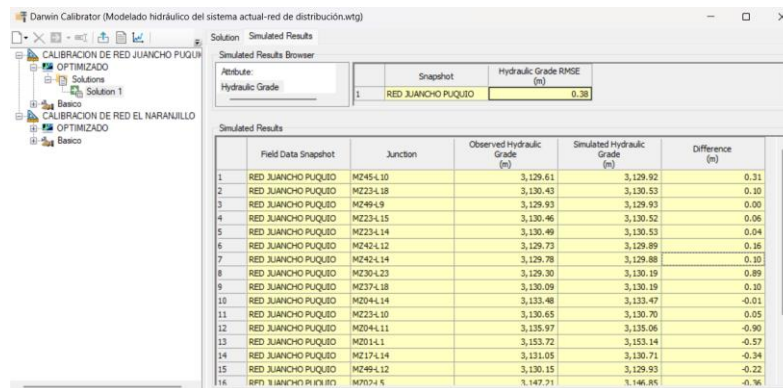
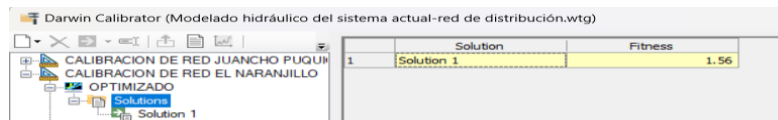
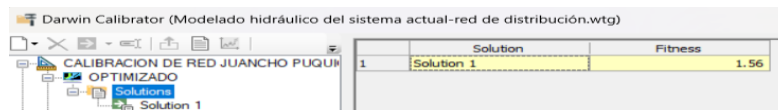
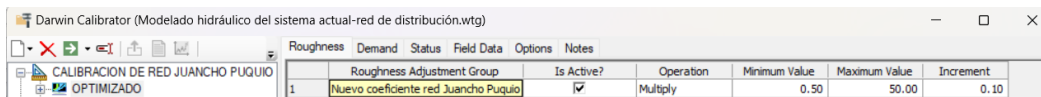


Tabla N°41: Presiones tomadas en campo y presiones calculadas en WaterCAD.

ITEM	SISTEMA	VIVIENDA	PRESION DE CAMPO		PRESIÓN
			PRESIÓN (Bar)	PRESIÓN (mH2O)	WATERCAD (mH2O)
1	JUANCHO PUQUIO	Mz 69 - Lote 05	4.85	49.47	54.27
2	JUANCHO PUQUIO	Mz 63 - Lote 01	3.1	31.62	35.79
3	JUANCHO PUQUIO	Mz 59 - Lote 10	5	51.00	57.07
4	JUANCHO PUQUIO	Mz 55 - Lote 18	4.8	48.96	48.65
5	JUANCHO PUQUIO	Mz 44 - Lote 11	3.2	32.64	36.21
6	JUANCHO PUQUIO	Mz 42 - Lote 16	3.5	35.70	35.02
7	JUANCHO PUQUIO	Mz 42 - Lote 12	3.4	34.68	34.71
8	JUANCHO PUQUIO	Mz 42 - Lote 14	3.4	34.68	34.65
9	JUANCHO PUQUIO	Mz 45 - Lote 10	4.3	43.86	44.00
10	JUANCHO PUQUIO	Mz 49 - Lote 09	4.2	42.84	42.67
11	JUANCHO PUQUIO	Mz 49 - Lote 12	4.3	43.86	43.47
12	JUANCHO PUQUIO	Mz 30 - Lote 23	3.8	38.76	39.50
13	JUANCHO PUQUIO	Mz 37 - Lote 18	4.15	42.33	42.26
14	JUANCHO PUQUIO	Mz 28A-Lote 01	3.35	34.17	34.43
15	JUANCHO PUQUIO	Mz 23 - Lote 14	3.61	36.82	36.72
16	JUANCHO PUQUIO	Mz 23 - Lote 15	3.55	36.21	36.13
17	JUANCHO PUQUIO	Mz 23 - Lote 18	3.48	35.50	35.46
18	JUANCHO PUQUIO	Mz 23 - Lote 10	3.51	35.80	35.71
19	JUANCHO PUQUIO	Mz 17 - Lote 14	2.4	24.48	24.05
20	JUANCHO PUQUIO	Mz 10 - Lote 07	2.85	29.07	28.95
21	JUANCHO PUQUIO	Mz 04 - Lote 14	2.38	24.28	24.17
22	JUANCHO PUQUIO	Mz 04 - Lote 11	0.85	8.67	7.74
23	JUANCHO PUQUIO	Mz 02 - Lote 05	0.5	5.10	4.73
24	JUANCHO PUQUIO	Mz 02 - Lote 07	0.7	7.14	6.67
25	JUANCHO PUQUIO	Mz 01 - Lote 01	0.4	4.08	3.49
26	EL NARANJILLO	Mz 11A-Lote 03	2.8	28.56	28.52
27	EL NARANJILLO	Mz 15 - Lote 02	4.46	45.49	45.65
28	EL NARANJILLO	Mz 20 - Lote 10	5.9	60.18	60.48
29	EL NARANJILLO	Mz 20 - Lote 07	5.9	60.18	59.75
30	EL NARANJILLO	Mz 31B-Lote 02	5.15	52.53	52.89
31	EL NARANJILLO	Mz 31A-Lote 02	4.1	41.82	41.92
32	EL NARANJILLO	Mz 40 - Lote 04	5.15	52.53	52.71

De la tabla anterior podemos observar que los datos obtenidos en campo y los valores obtenidos mediante la simulación en el software WaterCAD son similares, esto después de que calibrara la rugosidad, con ello se pudo validar el modelo. Para una comprensión más clara, a continuación, se presenta la información de forma gráfica.

Gráfico N° 6 Comparación de presiones sistema Juancho Puquio

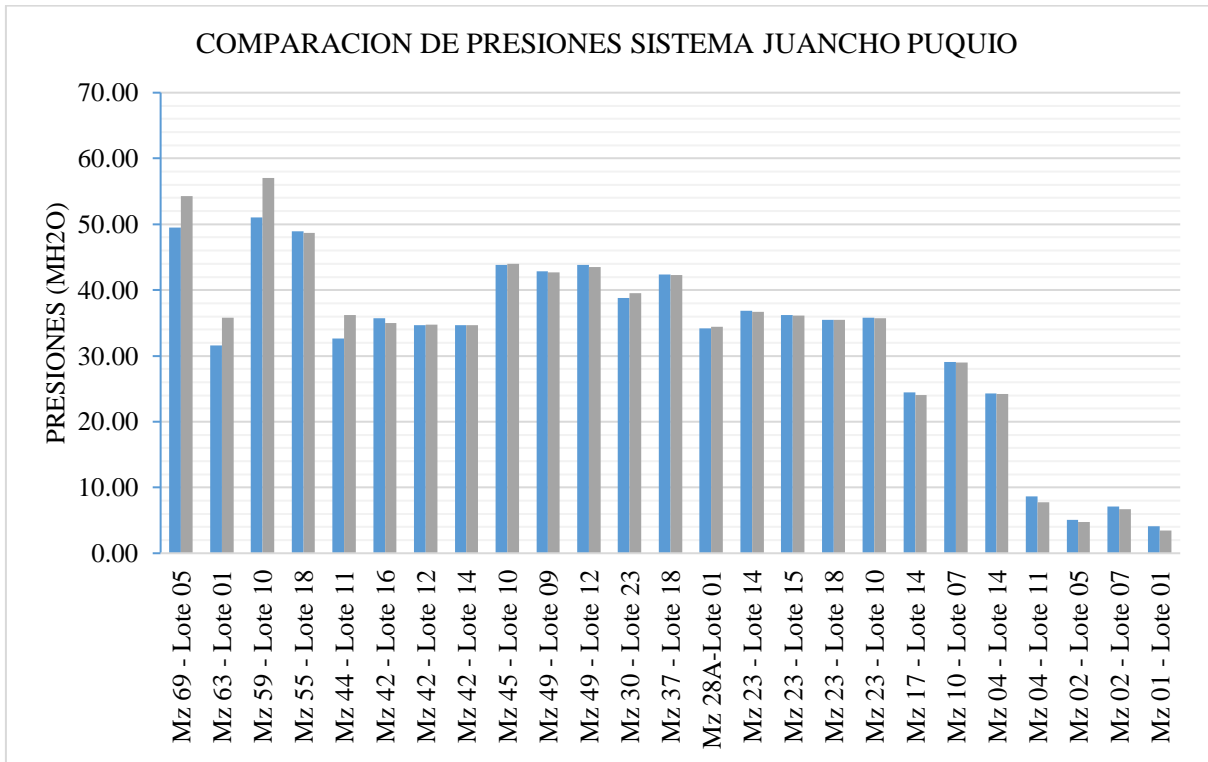
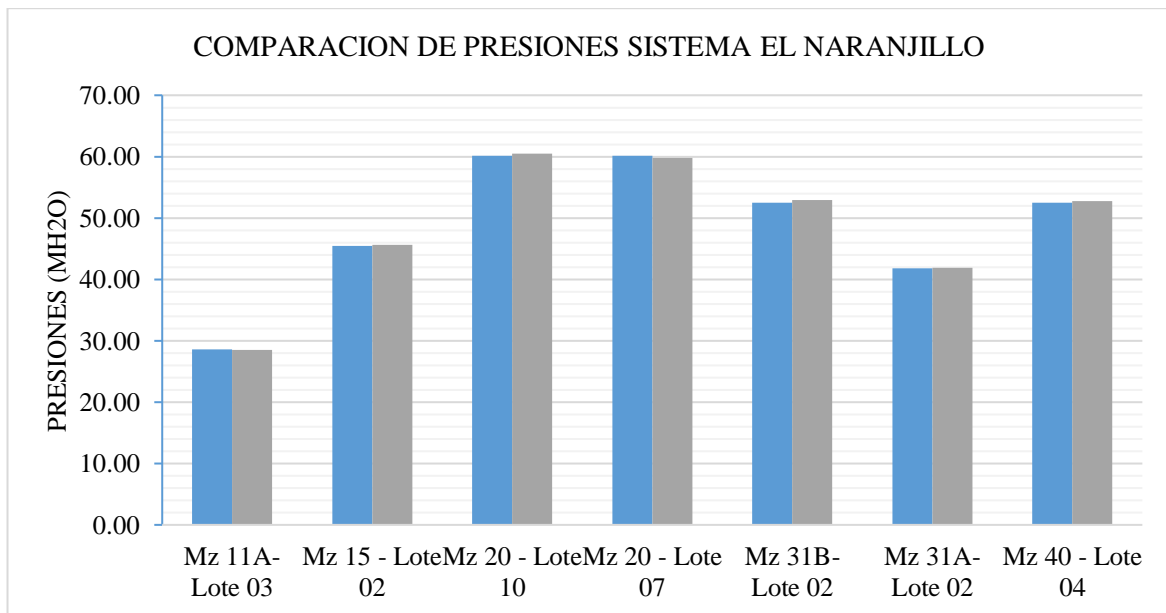


Gráfico N° 7 Comparación de presiones sistema El Naranjillo



3.5.2 Evaluación de los estados de la Infraestructura de los Sistemas de Agua Potable

Se realizó siguiendo el procedimiento detallado en el compendio SIRAS-2010. Este compendio es una fuente de referencia establecida y reconocida en el ámbito de la

investigación sobre sistemas de agua potable y ofrece un marco sólido y confiable para llevar a cabo el estudio.

a. Captación

Se evaluó el estado del cerco perimétrico que protege a la captación.

Tabla N°42: Estado de cerco perimétrico de la captación.

Captación	Estado del cerco perimétrico			Material de construcción de la captación	
	Sí tiene		No tiene	Concreto	Artesanal
	En buen estado	En mal estado			
4 pts	3 pts	1 pts			
Captación Juancho Puquio			1		
Captación El Naranjillo			1		

Así mismo, se evaluó el estado de la estructura actual, considerando 4 factores:

- Estado de las válvulas.
- Estado de las tapas sanitarias.
- Estado de la estructura.
- Estado de los accesorios (canastilla, tubería de limpia y rebose, y dado de protección).

Para determinar el estado se aplicaron los puntajes de acuerdo a lo establecido en el compendio SIRAS 2010, siendo los puntajes los siguientes:

B = Bueno = 4 puntos

R = Regular = 3 puntos

M = Malo = 2 puntos

No tiene = 1 punto

Para determinar el puntaje total de la captación será el promedio del estado del cerco perimétrico y el estado de la estructura actual. A continuación, se muestran los datos tomados en campo:

Tabla N°43: Estado de cerco perimétrico de la captación.

Descripción A: Ladera B: Fondo	Válvula		Tapa sanitaria 1 (filtro)							Tapa sanitaria 2 (cámara colectora)						Tapa sanitaria 3 (Caja de válvulas)						Canastilla			Tubería de		Dado de	
	No tiene	Sí tien	No tiene	Sí tiene			Seguro		No tiene	Sí tiene			Seguro		No tiene	Sí tiene			Seguro		Estruct ura	No tiene	Sí tien	No tiene	Sí tien	No tiene	Sí tien	
				Concre	Metal	Madera	Concre	Metal		Madera	Concre	Metal	Madera	Concre		Metal	Madera											
	B	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	M	B	M	B	M	B	M
Captación Juancho Puquio		2				3				3				3				3	4		1			4		1		
Captación El Naranjillo		2				3				3			1				3	3		1			4		1			

De la tabla anterior, obtenemos los siguientes puntajes:

- Válvulas:

Captación Juancho Puquio = 2.00

Captación El Naranjillo = 2.00

- Tapas sanitarias:

Captación Juancho Puquio = 3.00

"Captación El Naranjillo = 2.50

- Estructura:

Captación Juancho Puquio = 4.00

Captación El Naranjillo = 3.00

- Accesorios:

Captación Juancho Puquio = 2.00

Captación El Naranjillo = 2.00

b. Cámara rompe presión CRP-6

Los sistemas El Naranjillo y Juancho Puquio no cuentan con cámaras rompe presión tipo 6, y tampoco es necesario ya que la diferencia de cotas entre las captaciones y los reservorios es menor a 50 mH₂O.

c. Línea de conducción

La línea de conducción es de PVC de 4" de ambos sistemas se encuentra totalmente enterrada, y el sistema El Naranjillo presenta un pase aéreo que se encuentra en regular estado.

d. Planta de tratamiento de aguas

Los sistemas de abastecimiento de agua potable no cuentan con una planta de tratamiento de agua, y tampoco requieren de una, ya que el agua en la fuente cumple con los parámetros de calidad para consumo humano, con excepción de los coliformes totales. Sin embargo, la cloración por goteo con la que se cuenta es suficiente para eliminar los coliformes totales y garantizar la seguridad del agua para consumo humano en las viviendas

e. Reservorio de Concreto

Para determinar el puntaje total de los reservorios, este será el promedio del estado actual del cerco perimétrico y el estado actual de la estructura de los mismos. A continuación, se muestran los datos tomados en campo:

Tabla N°44: Estado de cerco perimétrico de los reservorios.

Reservorio	Estado del cerco perimétrico			Material de construcción del Reservorio		Datos Geo-referenciales		
	En un buen estado	En mal estado	No tiene	Concreto	Artesanal	Altitud	X	Y
Reservorio- Juancho Puquio	4			x		3154	794081	9217110
Reservorio El Naranjillo	4			x		3173	793501	9216361

Tabla N°45: Estado de la estructura del reservorio Juancho Puquio.

Descripción		Estado Actual- Reservorio Juancho Puquio					
		No tiene	Sí tiene			Seguro	
			Bueno	Regular	Malo	Sí tiene	No tiene
Tapa sanitaria 1	De concreto						
	Metálica		4		3		
	Madera						
Tapa sanitaria 2	De concreto						
	Metálica		4		3		
	Madera						
Reservorio / Tanque de Almacenamiento			4				
Caja de válvulas			4				
Canastilla		1					
Tubería de limpia y rebose			4				
Tubo de ventilación			4				
Hipoclorador			4				
Válvula flotadora			4				
Válvula de entrada			4				
Válvula de salida			4				
Válvula de desagüe			4				
Nivel estático			4				
Dado de protección		1					
Cloración por goteo			4				
Grifo de enjuague			4				

Tabla N°46: Estado de la estructura del reservorio El Naranjillo.

Descripción		Estado Actual- Reservorio El Naranjillo					
		No tiene	Sí tiene			Seguro	
			Bueno	Regular	Malo	Sí tiene	No tiene
Tapa sanitaria 1	De concreto						
	Metálica		4		3		
	Madera						
Tapa sanitaria 2	De concreto						
	Metálica		4		3		
	Madera						
Reservorio / Tanque de Almacenamiento			4				
Caja de válvulas			4				
Canastilla		1					
Tubería de limpia y rebose			4				
Tubo de ventilación			4				
Hipoclorador			4				
Válvula flotadora			4				
Válvula de entrada			4				
Válvula de salida			4				
Válvula de desagüe			4				
Nivel estático			4				
Dado de protección		1					
Cloración por goteo			4				
Grifo de enjuague			4				

f. Línea de aducción y red de distribución

La línea de aducción y red de distribución del sistema Juancho Puquio está cubierta totalmente y cuenta con un cruce aéreo que están en mal estado y necesitan ser reparados. El sistema el Naranjillo por otro lado presenta partes donde la tubería de la red está expuesta y no tiene una protección que mantenga en buenas condiciones la tubería.

g. Válvulas

Se evalúa el estado de las válvulas de aire, válvulas de purga y las válvulas de control de ambos sistemas.

Tabla N°47: Estado de las válvulas del sistema Juancho Puquio.

Estado de Válvulas- Juancho puquio					
Descripción	Sí tiene			No tiene	
	Bueno	Malo	Cantidad	Necesita	No necesita
Válvulas de aire				1	
Válvulas de Purga				1	
Válvulas de control	4		1		

Tabla N°48: Estado de las válvulas del sistema El Naranjillo.

Estado de Válvulas- El Naranjillo					
Descripción	Sí tiene			No tiene	
	Bueno	Malo	Cantidad	Necesita	No necesita
Válvulas de aire	4		3		
Válvulas de Purga				1	
Válvulas de control	4		1		

h. Cámara rompe presión CRP-7

Los sistemas de agua potable Juancho Puquio y El Naranjillo no presentan cámaras rompe presión CRP-7, sin embargo, si se requiere en la línea de aducción y red de distribución

i. Piletas domiciliarias

Se describe el estado de las piletas domiciliarias, teniendo en cuenta una muestra del 15% del total de las viviendas con pileta domiciliaria.

Tabla N°49: Estado de las piletas domiciliarias del sistema Juancho Puquio.

Descripción	Pedestal o estructura				Válvula de paso			Grifo		
	Bueno	Regular	Malo	No tiene	Bueno	Malo	No tiene	Bueno	Malo	No tiene
M1-L1		3			4			4		
MZ2-L5				1	4				2	
MZ2-L7				1	4			4		
MZ4-L14	4				4			4		
MZ4-L11	4				4				2	
MZ10-L07				1	4				2	
MZ17-L14	4				4			4		
MZ23-L14	4				4				2	
MZ23-L15			2		4				2	
MZ23-L18		3			4			4		
MZ23-L10				1	4			4		
MZ30-L23		3			4				2	
MZ 28A-L1		3			4				2	
MZ37-L18				1	4				2	
MZ42-L16		3			4			4		
MZ42-L12		3			4				2	
MZ42-L14	4				4			4		
MZ44-L11		3			4				2	
MZ45-L10				1	4				2	
MZ49-L9				1	4				2	
MZ49-L12	4				4			4		
MZ55-L18		3			4				2	
MZ59-L10				1	4			4		
MZ63-L1	4				4				2	
MZ68-L1	4				4			4		
MZ69-L5				1	4			4		
MZ19-L12	4				4			4		
MZ19-L2		3			4				2	
MZ23-L13				1	4			4		
MZ28-L6	4				4			4		
MZ28-L9	4				4			4		
MZ28-L10	4				4			4		
MZ28-L11		3			4				2	
MZ28-L13		3			4			4		
MZ28-L14	4				4				2	
MZ28-L15		3			4			4		
MZ36-L10		3			4			4		
MZ42-L6	4				4			4		
MZ42-L7		3			4			4		
MZ42-L8		3			4			4		
MZ42-L9	4				4			4		
MZ44-L7	4				4			4		
MZ44-L8		3			4			4		
MZ44-L9		3			4			4		
MZ45-L8	4				4				2	
MZ45-L9		3			4			4		
MZ49-L11	4				4			4		
MZ52-L21	4				4			4		

MZ58-L3		3			4			4		
MZ58-L4		3			4				2	
MZ59-L10		3			4				2	
MZ61-L4		3			4			4		
MZ61-L5		3				2			2	
MZ61-L6	4				4				2	
MZ63-L2		3			4				2	
MZ65-L4	4				4			4		
MZ65-L5		3			4				2	
MZ65-L6			2		4				2	
MZ68-L2				1	4				2	
MZ68-L3				1	4			4		
MZ68-L1		3			4				2	
MZ67-L1				1	4				2	
MZ67-L3		3			4				2	
MZ67-L4		3			4				2	
MZ67-L5				1	4			4		
MZ17-L13				1	4				2	
MZ17-L15	4				4			4		
MZ37-L12	4				4			4		
MZ37-L9	4				4			4		
MZ30-L5	4				4			4		
MZ30-L6		3			4			4		
MZ30-L7	4				4			4		
MZ44-L4		3			4			4		
MZ43-L3		3			4				2	
MZ43-L4	4				4			4		
MZ21-L4		3			4			4		
MZ21-L5	4				4			2		
MZ21-L6	4				4			4		
MZ21-L7	4				4			4		
MZ21-L8	4				4			4		
MZ2-L6				1	4			4		
MZ30-L21				1	4			4		

Tabla N°50: Estado de las piletas domiciliarias del sistema El Naranjillo.

DESCRIPCION	Pedestal o estructura				Válvula de paso			Grifo		
	Bueno	Regular	Malo	No tiene	Bueno	Malo	No tiene	Bueno	Malo	No tiene
MZ20-L7				1	4			4		
MZ20-L10				1	4				2	
MZ11A-L3				1	4				2	
MZ15-L2		3			4			4		
MZ31A-L2	4				4				2	
MZ31B-L2	4				4				2	
MZ40-L4	4				4			4		
MZ11-L4				1	4			4		
MZ15-L2		3			4			4		
MZ20-L12		3			4				2	
MZ20-L6				1	4				2	
MZ24-L7		3			4					
MZ24-L8	4				4				2	

MZ24-L9	4			4		4	
MZ24-L10		3		4			2
MZ34-L19		3		4			2
MZ34-L20		3		4			2
MZ40-L5			1	4		4	
MZ40-L6			1	4			2
MZ31-L6	4			4		4	
MZ51-L10			3	4		4	
MZ51-L11			1	4		4	
MZ51-L12			1	4			2
MZ56-L3			3	4			2
MZ56-L4			3	4		4	
MZ41-L6			1	4		4	
MZ41-L7			1	4		4	
MZ41-L8	4			4		4	
MZ40-L3			3	4			2

3.5.3 Evaluación de la Operación y Mantenimiento de los Sistemas

Para determinar si los operarios junto con la JASS brindan un adecuado servicio de agua potable a la población del Cercado de la Encañada, se llevaron a cabo inspecciones en campo para verificar si los componentes del sistema presentan un adecuado mantenimiento y supervisar el proceso de cloración.

Respecto al mantenimiento de los sistemas, en la inspección en campo se corroboraron los siguientes hallazgos:

- Tiene un plan de mantenimiento del sistema, el cual es aplicado en algunas ocasiones por los operarios.
- La limpieza y desinfección de la captación se realiza más de cuatro veces al año, en época de lluvias y derrumbes se realiza las veces necesarias.
- En la línea de conducción se da mantenimiento a las válvulas de purga, válvulas de aire y la tubería por lo menos 03 veces al año.
- La línea de aducción recibe mantenimiento por lo menos 03 veces al año
- Se da mantenimiento general a los reservorios de manera trimestral.

Figura 23 Limpieza de la captación Juancho Puquio.



Figura 24 Limpieza del reservorio Juancho Puquio.

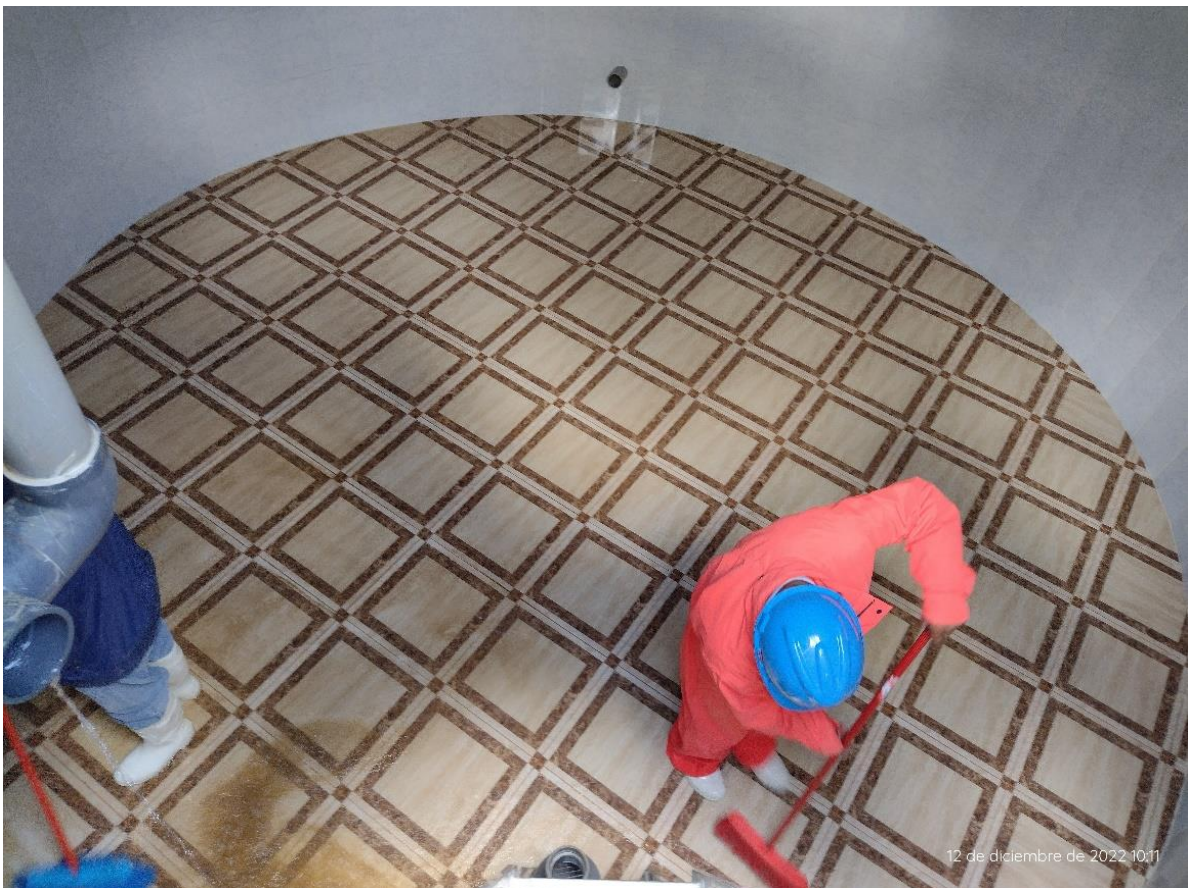


Figura 25 Limpieza del reservorio El Naranjillo.



- Para la cloración del agua del Cercado de la Encañada se utiliza el método de cloración por goteo, se realiza una vez por semana y está a cargo de los operarios. En campo se evaluó el nivel de cloro en las viviendas tanto del sistema de Juancho Puquio como del sistema del Naranjillo

Figura 26 Cloración del sistema Juancho Puquio.



Figura 27 Cloración del sistema El Naranjillo.



A continuación, se presentan gráfico que muestran los niveles de cloro residual en los sistemas tanto de Juancho Puquio como el Naranjillo.

Gráfico N° 8 Cloro residual del sistema Juancho Puquio

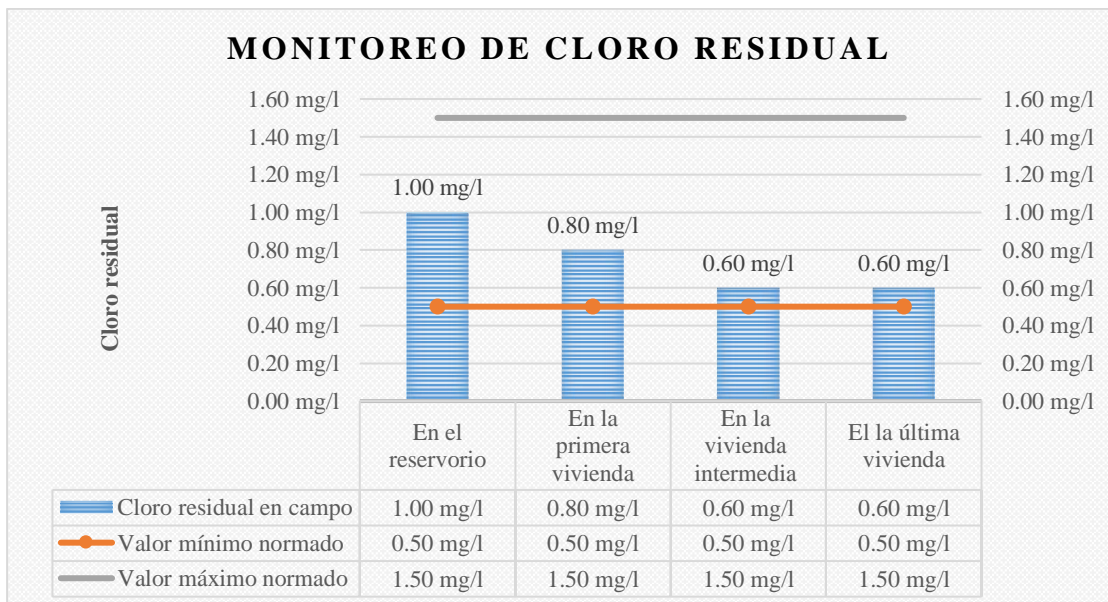
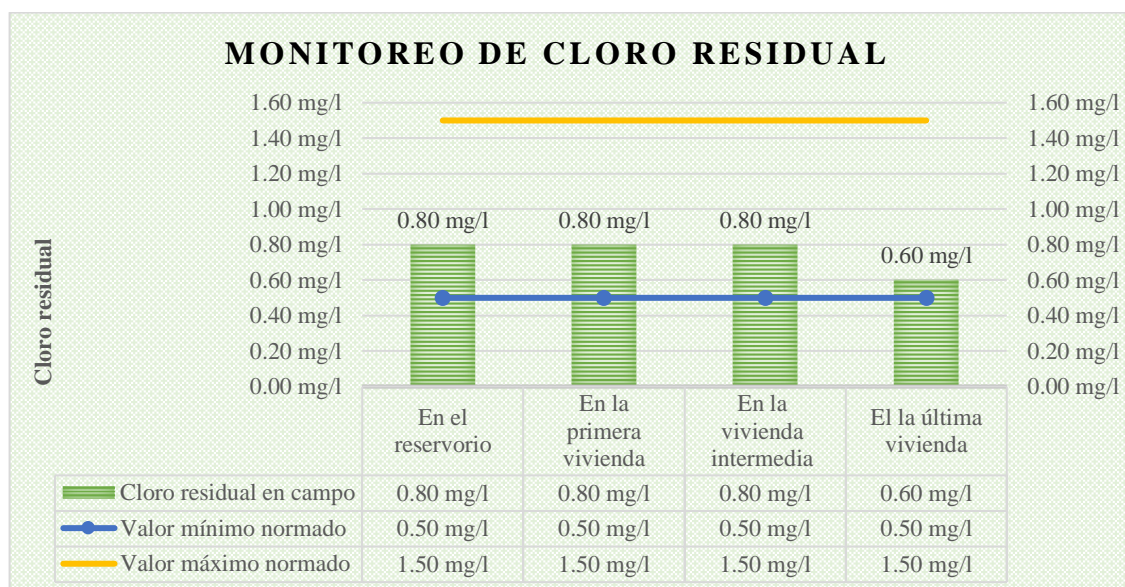


Gráfico N° 9 Cloro residual del sistema El Naranjillo.



- Para determinar si la calidad de agua suministrada a los usuarios es adecuada para su consumo se realizó el análisis microbiológico y el análisis físico químico de las fuentes que abastecen al Cercado de la Encañada en el Laboratorio de Salud Ambiental del Gobierno Regional de Cajamarca. Para ello se tomaron 2 muestras por fuente a ser evaluada, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla N°51: Análisis microbiológico del agua.

Ensayos	Límite Máximo Permisible	Captación Juancho Puquio	Captación El Naranjillo	Evaluación
		Resultados	Resultados	
Bacterias Heterotróficas (UFC/ml) a 35°C	500	-	-	CUMPLE
Coliformes Totales (NMP/100ml) a 35°C	0 (*)	2	13	NO CUMPLE
Coliformes fecales (NMP/100 ml) a 44.5°C	0 (*)	<1.8	<1.8	CUMPLE
E. Coli (NMP/100 ml) a 44.5°C	0 (*)	-	-	CUMPLE

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples $\leq 1,8 / 100$ ml

Fuente: Laboratorio de Salud Ambiental del Gobierno Regional de Cajamarca.

Tabla N°52: Análisis físico químico del agua.

Ensayos	Límite Máximo Permisible	Captación Juancho Puquio	Captación El Naranjillo	Evaluación
		Resultados	Resultados	
pH (19.1 °C-19.3 °C)	6.5-8.5	7.13	7.3	CUMPLE
Conductividad (uS/cm)	1500	458.5	382	CUMPLE
Sólidos totales disueltos STD (mg/l)	1000	224.7	186.9	CUMPLE
Turbidez (UNT)	5	0.68	1	CUMPLE
Cloro (mg/l)	5	-	-	CUMPLE
Sulfatos SO ₄ (mg/l)	250	7.7	24.8	CUMPLE
Hierro Fe (mg/l)	0.3	0.009	0.036	CUMPLE
Cobre Cu (mg/l)	2	0.142	0.09	CUMPLE
Cromo Cr ⁶⁺ (mg/l)	0.05	0.002	0.018	CUMPLE
Nitrito NO ₂ (mg/l)	3	0.0101	0.0156	CUMPLE
Nitrito NO ₃ (mg/l)	50	1.4	2.2	CUMPLE
Aluminio Al (mg/l)	0.2	0.021	<0.008	CUMPLE

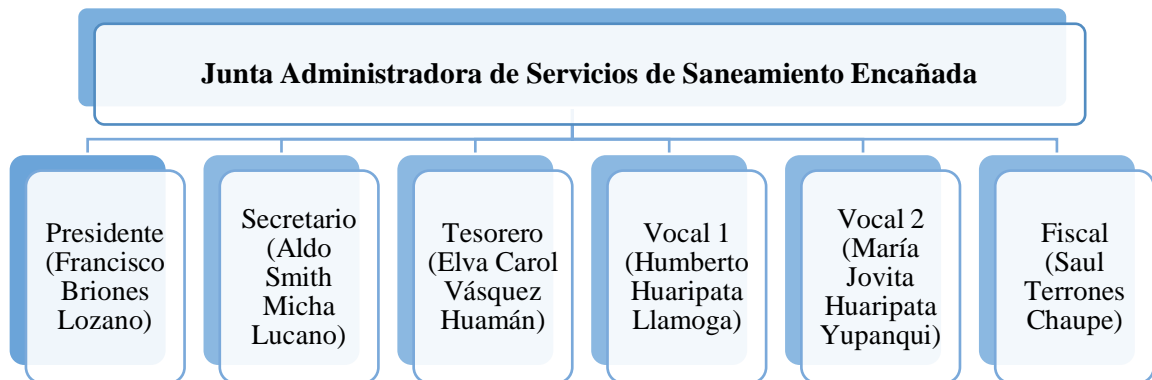
Fuente: Laboratorio de Salud Ambiental del Gobierno Regional de Cajamarca.

3.5.4 Evaluación de la Gestión Administrativa.

La Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) del Cercado de la Encañada tiene la responsabilidad de administrar, operar y mantener los sistemas de agua potable de la zona. Esta entidad se encuentra inscrita en entidades regulatorias como SUNASS, Ministerio de Vivienda y en la Municipalidad Distrital de la Encañada.

Su estructura organizativa se detalla en el siguiente gráfico:

Gráfico N° 10 Organigrama de la JASS de la Encañada.



Para evaluar la gestión administrativa de la JASS, se llevó a cabo la encuesta N°2: Encuesta sobre Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable. Donde se pudo verificar que la JASS cuenta con la siguiente documentación:

- Estatutos de la Organización / JASS
- Reglamento de la Junta
- Padrón de usuarios
- Libro de control de recaudos
- Libro de caja (ingresos y egresos)
- Recibos de ingresos y egresos
- Libro de Actas de la Asamblea
- Registro de cloro residual
- Cuaderno de inventario de herramientas y materiales
- Manual de Operación y Mantenimiento
- Plan Operativo Anual
- Informe económico anual

En la encuesta, el presidente de la JASS afirmó que el personal dispone de las siguientes herramientas para operar y mantener el sistema en óptimas condiciones:

- Palana
- Pico
- Escobas
- Baldes
- Hipo clorador
- Escalera

Así mismo el presidente explicó que el personal cuenta con el equipo de protección personal adecuado para realizar el mantenimiento del sistema, como se puede evidenciar en la siguiente figura.

Figura 28 Operario con EPP completo para realizar la cloración del sistema.



La JASS realiza reuniones internas cada 2 o 3 meses y con los usuarios dos veces al año donde se cuenta con una asistencia entre el 60% y 80% de los usuarios, en estas reuniones se exponen temas para mejorar el sistema de agua potable y se acuerdan las fechas para realizar los pagos por el servicio. El porcentaje de usuarios que asisten a estas reuniones varía entre 60-80%. La tarifa mensual por el servicio es de S/ 2.00, y aproximadamente entre el 10% y 15% de usuarios presenta retraso en el pago de la cuota familiar.

Los fondos generados por la tarifa familiar se utilizan para la compra de cloro, gestiones del consejo directivo, pago de energía, combustible, herramientas, accesorios y materiales que se requieran para el buen funcionamiento del sistema de agua potable. La JASS recibe apoyo de la Municipalidad de la Encañada, que cubre los costos de tres operarios encargados del mantenimiento y operación del sistema. Los Operarios reciben capacitaciones y supervisión por parte del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

En la actualidad, la JASS no cuenta con un croquis, plano u otro documento que represente la ubicación, tipo u otro detalle de los componentes del sistema de agua potable. Tampoco cuentan con un plan de contingencia que pueda seguirse cuando ocurren eventos que puedan interrumpir el servicio de agua potable.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Discusión de resultados

4.1.1 Determinación del estado actual de los componentes del Sistema de Agua Potable

En la actualidad el sistema de abastecimiento de agua potable del Cercado de la Encañada opera mediante dos sistemas: El Naranjillo, construido hace más de 8 años y el sistema Juancho Puquio con más de 30 años de antigüedad. Durante recorrido en campo se encontraron los siguientes componentes para ambos sistemas:

a. Captación

Las captaciones Juancho Puquio y El Naranjillo, son construcciones de concreto armado y se encuentran operativas. Sin embargo, el análisis microbiológico del agua revela concentraciones superiores al 1.8/100 ml de coliformes totales, excediendo el límite máximo permisible, es decir, el agua directa de las fuentes debe pasar por un tratamiento previo mediante cloración para poder ser consumida.

Así mismo, el análisis físico químico realizada al agua en cada una de las captaciones de los sistemas, indica que este cumple con los límites máximos permitidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano del Ministerio de Salud, lo que significa que el agua captada es adecuada para su consumo.

En cuanto a la infraestructura, las captaciones cuentan con válvulas y accesorios que permite una operatividad adecuada, así también, cuentan con tapas sanitarias y de inspección las cuales ayudan a la limpieza del interior de las captaciones, sin embargo, ambas carecen de cerco perimétrico y falta mantenimiento a la captación El Naranjillo.

Figura 29 Captación Juancho Puquio- Falta de cerco perimétrico.



Figura 30 Captación El Naranjillo- Falta de mantenimiento y cerco perimétrico.



b. Línea de conducción

La línea de conducción es de tubería PVC clase 7.5 de 4" de diámetro para el Sistema Juancho Puquio y para el Sistema el Naranjillo es de tubería PVC clase 10 de 4", en ambos sistemas la tubería se encuentra enterrada. En la captación Juancho Puquio en el primer tramo de la línea de conducción se encuentra un puente aéreo que cruza el río La Encañada, a este pase aéreo le falta mantenimiento. Dentro de la línea de conducción se identificaron válvulas de purga y válvulas de aire, siendo estos esenciales para el mantenimiento de la eficiencia hidráulica del sistema, ya que permiten la eliminación de aire y sedimentos, evitando posibles obstrucciones y garantizando un flujo continuo. Sin embargo, se ha observado que las válvulas necesitan un adecuado mantenimiento para garantizar su óptima operación y durabilidad, pues esto podría afectar su rendimiento a largo plazo.

Figura 31 Válvula de aire y válvula de purga en línea de conducción el Naranjillo.



Figura 32 *Pase aéreo en línea de conducción el Naranjillo.*



c. Reservorio

Los reservorios de El Naranjillo y Juancho Puquio son reservorios tipo apoyado de forma circular de concreto armado, revestidos en su interior con cerámica, permitiendo mantener la calidad del agua almacenada, reduciendo la posibilidad de contaminación y una mejor y fácil limpieza, lo que asegura estándares adecuados para el consumo humano.

Cada reservorio cuenta con su caseta de cloración, donde tienen un tanque de almacenamiento de 600l, además presentan caseta de válvulas, un elemento esencial para el control y regulación del flujo de agua. También cuentan con tubería de rebose y tubería de ventilación, el reservorio Juancho Puquio tiene un diámetro de 5.20m. y una altura de 2.45m., tiene una capacidad de almacenamiento de 50 m³, por otro lado, el reservorio El Naranjillo tiene un diámetro de 5.20m. y una altura de 2.60m., tiene una capacidad de almacenamiento de 55 m³

Ambos reservorios se encuentran pintados, este aspecto no solo contribuye a la estética, sino que también en la protección contra la corrosión y el deterioro, así también ambos reservorios se encuentran protegidos por un cerco perimétrico, proporcionando seguridad y protección a la estructura.

Figura 33 *Reservorio Juancho Puquio.*



Figura 34 *Captación El Naranjillo.*



d. Línea de aducción

La tubería instalada es de PVC de clase 7.5, con un diámetro de 3” para el sistema Juancho Puquio y de PVC clase 10 de 3” de diámetro para el sistema El Naranjillo. La tubería está enterrada, sin embargo, en algunos tramos la tubería está expuesta, esto debido a derrumbes ocurridos en la zona, la red de aducción de Juancho Puquio no presenta válvulas de aire ni válvulas de purga, en cambio la red de aducción del Naranjillo presenta tres válvulas de aire.

Figura 35 *Tubería expuesta en línea de aducción el Naranjillo.*



e. Red de distribución

La red de distribución de Juancho Puquio es mixta, de PVC clase 7 con diámetros de 3”, 2”, 3/4” y de 1/2”, la red se encuentra enterrada, compuesta por 499 conexiones domésticas y 49 conexiones no domésticas, la tubería T-91, representada en el plano del modelo hidráulico está expuesta sin protección, lo que puede generar un desgaste o daño de la tubería.

El Sistema El Naranjillo presenta una red de distribución mixta, de PVC clase 10 con diámetros de 3”, 2” y 1/2”, tiene 193 conexiones domésticas y 1 conexión no doméstica.

Figura 36 *Tubería expuesta en la red de distribución Juancho Puquio.*



Después de identificar cada uno de los componentes, se realizó la evaluación hidráulica correspondiente. Esta etapa fue fundamental para conocer las presiones y velocidades en la red de distribución y así determinar la eficiencia operativa del sistema en el Cercado de la Encañada.

4.1.2 Evaluación de la sostenibilidad del sistema de agua potable.

4.1.2.1 Evaluación de los estados de la Infraestructura de los Sistemas de Agua Potable

Utilizando la tabla N°4: Criterios de la Evaluación para Definir el Estado de la Infraestructura del Sistema de Agua Potable del Cercado de La Encañada, se determinó el estado de la infraestructura, tanto del sistema Juancho Puquio, como del sistema El Naranjillo.

Tabla N°53: *Evaluación del Estado de la Infraestructura del Sistema de Agua Potable del Cercado de La Encañada.*

Indicadores para determinar el Estado de la Infraestructura del Sistema		
Factores o determinante	Captación Juancho Puquio	Captación El Naranjillo
a. Captación	2.75	2.38
b. Cámara rompe presión CRP-6	No cuenta con cámara rompe presión, ya que la diferencia de cotas entre la captación y el reservorio es menor a 50 mH2O	No cuenta con cámara rompe presión, ya que la diferencia de cotas entre la captación y el reservorio es menor a 50 mH2O
c. Línea de conducción	3.50	3.00
d. Planta de tratamiento de aguas	No cuenta con planta de tratamiento de agua	No cuenta con planta de tratamiento de agua
e. Reservorio- Concreto	3.78	3.78
f. Línea de aducción y red de distribución	3.00	2.00
g. Válvulas	2.00	3.00
h. Cámara rompe presión CRP-7	No tiene cámara rompe presión CRP-7	No tiene cámara rompe presión CRP-7
i. Piletas domiciliarias	3.37	3.16
Total	18.40	17.32
Estado de la infraestructura:	2.63	2.47
Estado de la infraestructura (%):	65.73%	61.86%

4.1.2.2 Evaluación de Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Agua Potable

Utilizando la tabla N°5: Indicadores para determinar la Eficiencia de la Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable del Cercado de La Encañada, se determinó la Operación y Mantenimiento de los sistemas.

Tabla N°54: *Evaluación de la Operación y Mantenimiento*

Indicadores para determinar la Eficiencia de la Operación y mantenimiento	
Factores o determinante	Puntaje
a) Plan de mantenimiento	3
b) Participación de usuarios	1
c) Cada que tiempo realizan la limpieza y desinfección del sistema	4
d) Cada que tiempo realizan la cloración	4
e) Prácticas de conservación de la fuente	1
f) Quien se encarga de los servicios de gasfitería	4
g) Remuneración del encargado de los servicios de gasfitería	4
h) Cuentan con herramientas	4
Total	25.00
Eficiencia de la OyM	3.125
Eficiencia de la OyM (%)	78.12%

4.1.2.3 Evaluación de La Gestión Administrativa de los Sistemas de Agua Potable

Utilizando la tabla N°6: Indicadores para determinar la Eficiencia de la Gestión Administrativa del Sistema de Agua Potable del Cercado de La Encañada, se determinó la Gestión Administrativa del Sistema.

Tabla N°55: *Evaluación de La Gestión Administrativa*

Indicadores para determinar la Eficiencia de la de la Gestión Administrativa	
Factores o determinante	Puntaje
a. Formalización de la JASS	4
b. Responsable de la administración del servicio	4
c. Tenencia del expediente técnico	2
d. Herramientas de gestión:	
1. Estatutos.	
2. Padrón de asociados.	4
3. Libro de Caja. Recibos de pago.	
4. Libro de actas	
e. Número de usuarios en padrón de familias (Cobertura)	4
f. Cuota familiar (Si hay)	4
g. Cuanto es la cuota	3
h. Morosidad	3
i. Número de reuniones de directiva con usuarios	3
j. Cambios en la directiva	4
k. Quién escogió modelo de pileta	2
l. N.º de mujeres que participan en gestión del sistema	4
m. Han recibido cursos de capacitación	1
n. Que cursos:	
1: Limpieza, Cloración y Desinfección.	
2: Operación y reparación del sistema.	2
3: Manejo administrativo	
o. Se han realizado nuevas inversiones	1
Total	45.00
Eficiencia de la Gestión Administrativa:	3.00
Eficiencia de la Gestión Administrativa (%):	75.00%

De los resultados anteriores se obtiene el índice de sostenibilidad para cada sistema:

Tabla N°56: *Índice de Sostenibilidad del Sistema Juancho Puquio*

Criterios	Valor	Valor (%)	% Influencia	Total
A. Estado de la Infraestructura (%):	2.63	65.73%	0.50	32.86%
B. Eficiencia de la OyM (%):	3.125	78.12%	0.25	19.53%
C. Eficiencia de la Gestión Administrativa (%):	3.00	75.00%	0.25	18.75%
Total: A(0.50) + B(0.25) + C(0.25)			2.85 (71.14%)	
Interpretación:			En proceso de deterioro	

Tabla N°57: Índice de Sostenibilidad del Sistema El Naranjillo

Criterios	Valor	Valor (%)	% Influencia	Total
A. Estado de la Infraestructura (%):	2.47	61.86%	0.50	30.93%
B. Eficiencia de la OyM (%):	3.125	78.12%	0.25	19.53%
C. Eficiencia de la Gestión Administrativa (%):	3.00	75.00%	0.25	18.75%
Total: A(0.50) + B(0.25) + C(0.25)			2.77 (69.21%)	
Interpretación:			En proceso de deterioro	

Luego de obtener los resultados de la sostenibilidad tanto del sistema Juancho Puquio como del sistema El naranjillo, según la metodología SIRAS, este nos da que se encuentran en un proceso de deterioro, lo que quiere decir que se deben tomar medidas correctivas, para evitar que el sistema entre en un estado de no sostenible.

4.1.3 Evaluación de la eficiencia hidráulica del sistema de agua potable, Metodología CONAGUA, 2012.

a. Oferta hídrica

La época de lluvias en La Encañada se da principalmente en los meses de diciembre a marzo, prolongándose en ciertas ocasiones hasta abril, por lo que en esos meses en algunos casos llega el agua turbia a las viviendas. Mientras que de abril a agosto es la época de estiaje, bajando el nivel del caudal, pero no se seca. El aforo realizado en las fuentes fue a través del método volumétrico, a continuación, se presentan los resultados:

Tabla N°58: Aforo de las fuentes.

Captación	Volumen (l)	Mediciones de tiempo (s)					Q (l/s)
		1°	2°	3°	4°	5°	
Juancho Puquio	120	23.28	22.87	22.94	23.18	22.58	5.22
El Naranjillo	20	5.46	4.93	5.37	5.14	4.95	3.88

Para determinar la evaluación de la cantidad de agua ofertada, la comparamos con el caudal máximo diario hallado en el ítem 3.5.1.6 Cálculo de caudales, obteniendo:

Tabla N°59: Oferta hídrica.

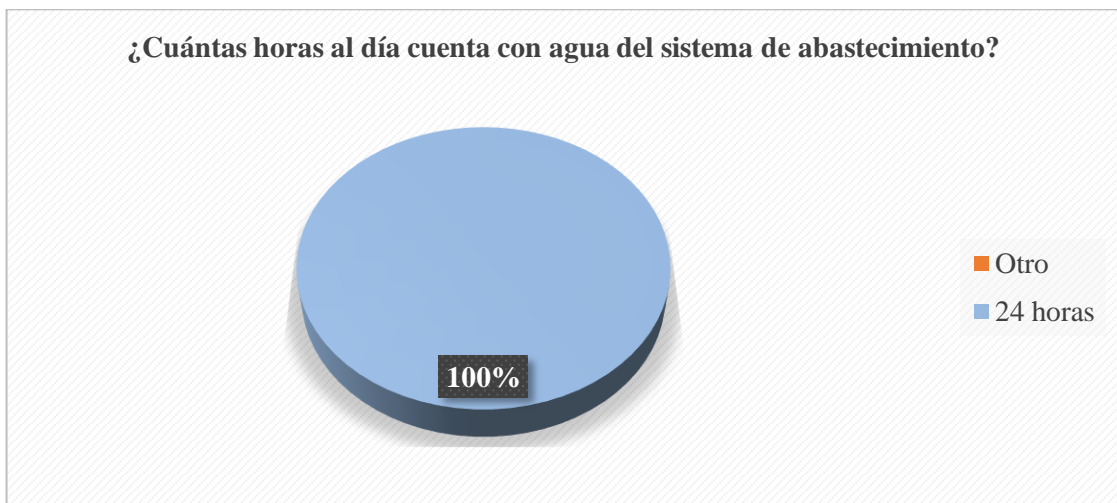
Sistema	Caudal ofertado (l/s)	Qmáxd. (l/s)	Oferta hídrica
Juancho Puquio	5.22	5.32	0.98
El Naranjillo	3.88	1.38	2.80

Para la captación Juancho Puquio observamos que en la actualidad la captación proporciona un 98.30% del caudal solicitado para abastecer a la población de forma eficiente, mientras que la captación El Naranjillo presenta un caudal suficiente para la población que actualmente abastece.

b. Continuidad del servicio

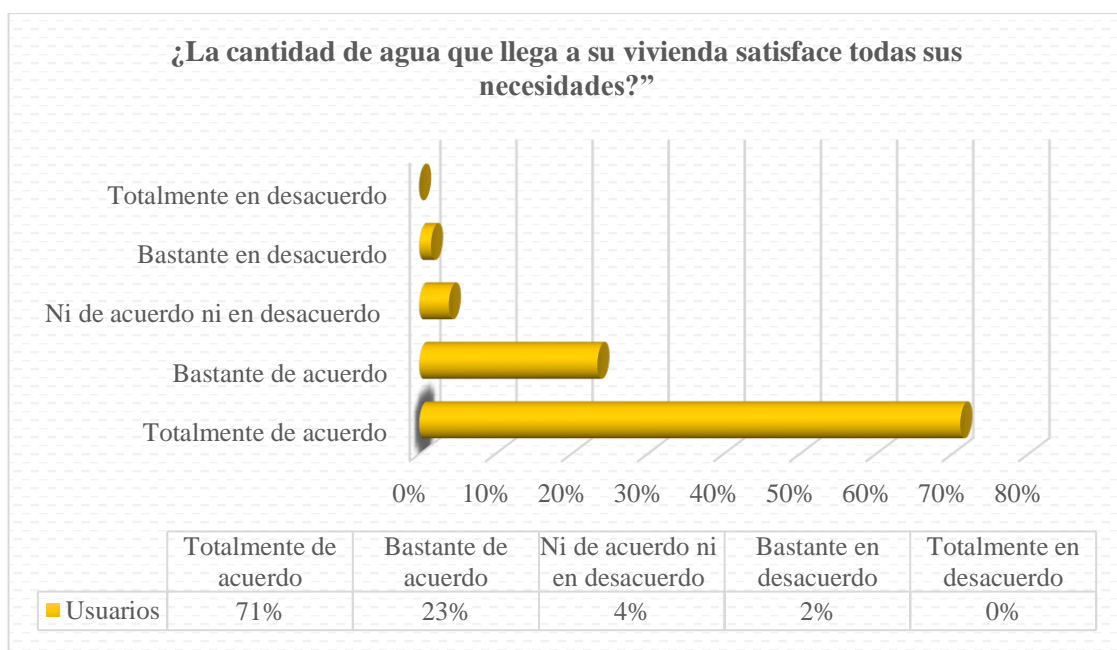
Según las encuestas realizadas a los usuarios, tenemos que el abastecimiento de agua potable se da de acuerdo al siguiente gráfico:

Gráfico N° 11 Continuidad del servicio de agua potable.



Del mismo modo se evaluó la cantidad de agua que llega a las viviendas, obteniendo los resultados mostrados en el siguiente gráfico:

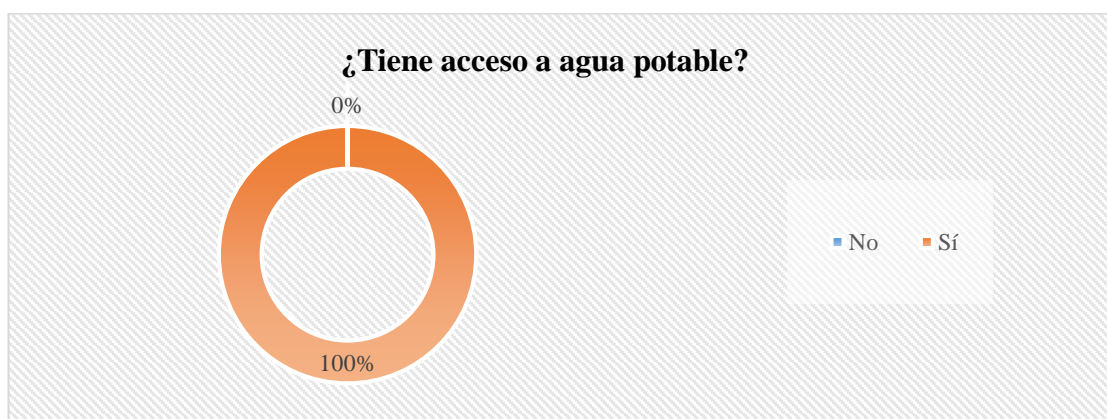
Gráfico N° 12 Satisfacción con la cantidad de agua que llega a las viviendas.



c. Cobertura poblacional

El sistema de agua potable del Cercado de la Encañada tiene en total 742 usuarios, siendo el total de beneficiarios en el año 2022, por lo que podemos decir que el sistema tiene una cobertura del 100%, información obtenida de la encuesta realizada a la población de la zona en estudio y el padrón de beneficiarios proporcionado por la JASS, se muestra en el siguiente gráfico:

Gráfico N° 13 *Porcentaje de población con acceso al servicio de agua potable*



d. Calidad del agua

Para determinar la calidad del agua es adecuada para el consumo humano tenemos de acuerdo a lo evaluado:

Tabla N°60: *Cloro residual.*

	Cloro residual (mg/l) en sistema Juancho Puquio				Cloro residual (mg/l) en sistema El Naranjillo			
	Reservorio	Vivienda 1 (parte alta)	Vivienda 2 (parte media)	Vivienda 3 (parte baja)	Reservorio	Vivienda 1 (parte alta)	Vivienda 2 (parte media)	Vivienda 3 (parte baja)
cloro residual	1.0	0.8	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.6
Puntaje	3	4	4	4	4	4	4	4

e. Presión medida del agua en la red de distribución

El cálculo de presiones se realizó utilizando el programa WaterCAD, siendo el modelado validado en el apartado 3.5.1.8. Verificación de presiones. En la siguiente tabla se muestra el resumen de estas presiones obtenidas.

Tabla N°61: *Presiones en la red de distribución del Sistema Juancho Puquio.*

Rango (mH₂O)	Cantidad	Porcentaje	Descripción
P < 10	34	6.20%	Defecto
10 ≤ P ≤ 50	451	82.30%	Normal
50 > P	63	11.50%	Cantidad excesiva de agua
Total	548	100%	

De la tabla anterior, se observa que:

- Un 6.20% de nodos en el Sistema Juancho Puquio tiene agua, pero no en la cantidad necesaria, esto se presenta en el tramo de la red más cercano al reservorio.
- Un 82.30% de viviendas conectadas al Sistema Juancho Puquio tiene agua necesaria para satisfacer sus necesidades.
- Un 11.50% de viviendas conectadas al Sistema Juancho Puquio tiene agua en cantidad excesiva, lo que genera un desgaste temprano de los accesorios en las conexiones domiciliarias y en la red.

Tabla N°62: *Presiones en la red de distribución del Sistema El Naranjillo.*

Rango (mH₂O)	Cantidad	Porcentaje	Descripción
P < 10	1	0.52%	Defecto
10 ≤ P ≤ 50	47	24.23%	Normal
50 > P	146	75.26%	Cantidad excesiva de agua
Total	194	100%	

De la tabla anterior, se observa que:

- Un 0.52% de viviendas conectadas al Sistema El Naranjillo tiene agua, pero no en la cantidad necesaria, esto se presenta en el tramo de la red más cercano al reservorio.
- Un 24.23% de viviendas conectadas al Sistema El Naranjillo tiene agua necesaria para satisfacer sus necesidades.
- Un 75.26% de viviendas conectadas al Sistema El Naranjillo tiene agua en cantidad excesiva, lo que genera un desgaste temprano de los accesorios en las conexiones domiciliarias y en la red.

El reporte completo de todas las presiones en los nodos de la red de distribución se encuentra en la Figura N°55 y 56: Modelamiento hidráulico del sistema de agua potable.

Reemplazando los resultados en la tabla N°3 Parámetros de la Eficiencia hidráulica-CONAGUA, 2012, tenemos:

Tabla N°63: *Eficiencia Hidráulica, metodología CONAGUA en el Sistema El Naranjillo.*

EFICIENCIA HIDRÁULICA	Parámetros	Indicadores	Sistema	
			Juancho Puquio	El Naranjillo
	Oferta hídrica	Caudal	2	4
	Continuidad	Horas de agua	4	4
	Cobertura Poblacional	% Cobertura	4	4
	Calidad del agua	Cloro residual (mg/L)	3.75	4
Presión media del agua en la red de distribución	mH2O	3.58	2.48	
Total			17.33	18.48
Eficiencia Hidráulica			86.65%	92.40%

Según los parámetros evaluados de acuerdo a la metodología CONAGUA, se tiene, una eficiencia hidráulica del 86.65%, para el sector del sistema Juancho Puquio y del 92.40% para El Naranjillo, teniendo en cuenta que ambos sistemas presentan deficiencias en las presiones, y el sistema Juancho Puquio presenta un bajo caudal ofertado, considerando que la evaluación se hizo en época de sequía.

4.1.4 Evaluación de las velocidades en las tuberías.

El cálculo de las velocidades en la red de distribución se realizó utilizando el programa WaterCAD. En la siguiente tabla se muestra el resumen de las velocidades obtenidas.

Tabla N°64: *Velocidades en la red de distribución del Sistema Juancho Puquio.*

Rango (m/s)	Cantidad	Porcentaje	Descripción
$0 < V < 0.6$	572	84.24%	Flujo de agua lento
$0.6 \leq V \leq 3$	107	15.76%	Flujo de agua adecuado
$V > 3$	0	0.00%	Flujo de agua rápido
Total	679	100%	

De la tabla anterior, se observa que:

- Un 84.24% de tuberías en el Sistema Juancho Puquio tiene velocidades menores a 0.6 m/s, lo que indica un flujo lento en la tubería, que puede permitir la sedimentación de partículas, puede existir estancamiento de agua en algunas secciones de las tuberías y un mayor riesgo de crecimiento de bacterias o microorganismos.
- Un 15.76% de tuberías en el Sistema Juancho Puquio tiene velocidades entre 0.6 m/s y 3 m/s, quiere decir que las velocidades están dentro del parámetro establecido por el RNE- OS.050, lo que indica que es adecuada para una operación eficiente y segura del sistema.

Tabla N°65: *Velocidades en la red de distribución del Sistema El Naranjillo.*

Rango (m/s)	Cantidad	Porcentaje	Descripción
$0 < V < 0.6$	296	100.00%	Flujo de agua lento
$0.6 \leq V \leq 3$	0	0.00%	Flujo de agua adecuado
$V > 3$	0	0.00%	Flujo de agua rápido
Total	296	100%	

De la tabla anterior, se observa que:

- Un 100.00% de tuberías en el Sistema El Naranjillo tiene velocidades menores a 0.6 m/s, lo que indica un flujo lento en la tubería, que puede permitir la sedimentación de partículas, puede existir estancamiento de agua en algunas secciones de las tuberías y un mayor riesgo de crecimiento de bacterias o microorganismos, y requiere un cambio en el diámetro de las tuberías o colocación de válvulas de purga.

El reporte completo de todas tuberías de la red de distribución se encuentra en la Figura N°55 y 56: Modelamiento hidráulico del sistema de agua potable.

4.2 Propuesta de mejora

La propuesta de mejora se enfoca en abordar las presiones elevadas identificadas en el modelamiento hidráulico de los sistemas del Cercado de La Encañada y las velocidades, para ello se tendrá en cuenta cada sistema por separado, tanto el Sistema Juancho Puquio como el Sistema El Naranjillo, se tendrá en cuenta el cumplimiento de las normas. Para ello se realizarán ajustes al diseño del modelado hidráulico en WaterCAD de ambos sistemas actuales.

4.2.1 Sistema de Agua Potable Juancho Puquio

Luego de la evaluación se identificaron presiones de servicio significativamente altas, por encima de lo establecido por la norma (mayor a 50 mH₂O), esto en más del 11.50% de los nodos en la red de distribución. En el modelado hidráulico se quiere reducir las presiones a niveles que cumplan con las normas vigentes, para lograr que el agua llegue de manera adecuada a las viviendas, sin generar rotura de accesorios, grifos o tuberías.

Se identificó que la zona baja presenta presiones elevadas, para mejorar esta condición la propuesta contempla la instalación de 01 válvula reductora de presión en la tubería T-211 con una presión de salida de 20 mH₂O, logrando reducir la presión máxima de 71.26 mH₂O a 56.38 mH₂O.

Las presiones menores a 10mH₂O son presiones cercanas al reservorio, siendo la presión mínima de 3.49mH₂O, lo que indica que, si llega agua a las viviendas, aunque la presión sea baja.

Las velocidades en la red de distribución son bajas, dado que la Norma OS.050 dice que las velocidades deben ser mayores a 0.6m/s y en ningún caso menor a 0.3m/s, pues se debe garantizar la autolimpieza del sistema, para evitar sedimentos, se tiene como propuesta las siguientes mejoras:

Tabla N°66: Mejoras en la velocidad de la red de distribución Juancho Puquio.

Situación Actual Sist. Juancho Puquio			Propuesta de mejora	
Tub.	Diam. (mm)	V (m/s)	Mejoras	V (m/s)
T-189	82.1	0.574	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.312
T-1447	82.1	0.572	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.307
T-1524	82.1	0.570	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.302
T-250	82.1	0.291	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.667
T-946	82.1	0.418	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.954
T-1564	82.1	0.568	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.297
T-902	82.1	0.420	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.959
T-926	82.1	0.422	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.964
T-931	82.1	0.425	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.969
T-1612	82.1	0.565	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.292
T-893	82.1	0.427	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.974
T-1631	82.1	0.439	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.003
T-1627	82.1	0.442	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.008
T-237	82.1	0.429	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.979
T-1007	82.1	0.444	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.013
T-1639	82.1	0.432	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.987
T-236	82.1	0.565	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.292
T-970	82.1	0.429	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.979
T-182	82.1	0.291	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.667
T-249	82.1	0.127	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.288
T-183	82.1	0.291	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.667
T-985	82.1	0.125	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.283

T-188	82.1	0.141	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.286
T-935	82.1	0.123	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.278
T-190	82.1	0.141	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.286
T-918	82.1	0.118	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.268
T-830	82.1	0.116	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.263
T-808	82.1	0.289	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.661
T-846	82.1	0.112	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.254
T-810	82.1	0.110	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.249
T-859	82.1	0.357	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.819
T-1161	82.1	0.360	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.824
T-1026	82.1	0.362	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.829
T-226	82.1	0.357	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.819
T-871	82.1	0.364	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.834
T-1223	82.1	0.108	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.244
T-230	82.1	0.289	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.661
T-752	22.9	0.190	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.329
T-1272	82.1	0.355	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.814
T-203	22.9	0.217	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.375
T-911	82.1	0.366	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.838
T-135	22.9	0.190	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.329
T-229	82.1	0.368	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.843
T-227	82.1	0.355	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.814
T-1219	82.1	0.368	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.843
T-650	22.9	0.163	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.282
T-128	82.1	0.245	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.562
T-867	82.1	0.139	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.282
T-716	22.9	0.135	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.235
T-710	22.9	0.108	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.188
T-920	82.1	0.370	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.848
T-764	82.1	0.106	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.239
T-915	82.1	0.243	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.557
T-686	22.9	0.081	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.141
T-754	22.9	0.054	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.094
T-863	82.1	0.136	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.277
T-255	55.4	0.009	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.054
T-766	82.1	0.104	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.234
T-684	22.9	0.027	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.047
T-783	82.1	0.241	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.552
T-172	82.1	0.373	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.856
T-972	82.1	0.134	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.272
T-1307	82.1	0.101	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.230
T-127	82.1	0.110	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.253
T-756	82.1	0.238	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.547
T-177	22.9	0.027	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.047
T-114	22.9	0.027	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.047
T-131	22.9	0.027	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.047
T-703	82.1	0.099	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.225
T-997	82.1	0.132	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.267
T-115	22.9	0.027	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.047
T-210	55.4	0.009	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.054
T-987	82.1	0.449	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.029
T-1128	82.1	0.444	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.023
T-166	55.4	0.009	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.054
T-1328	82.1	0.442	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.018
T-1019	82.1	0.130	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.262
T-244	82.1	0.442	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.018
T-252	82.1	0.453	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.044
T-233	82.1	0.859	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.976
T-818	82.1	0.440	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.013
T-253	82.1	0.406	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.932

T-1325	82.1	0.438	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.008
T-196	82.1	0.406	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.932
T-228	22.9	0.027	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.047
T-682	82.1	0.287	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.657
T-720	82.1	0.367	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.842
T-179	22.9	0.027	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.047
T-1279	82.1	0.378	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.869
T-197	82.1	0.406	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.932
T-1266	82.1	0.436	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.003
T-240	82.1	0.451	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.034
T-251	82.1	0.099	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.225
T-762	82.1	0.389	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.892
T-1144	82.1	0.434	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.998
T-712	82.1	0.500	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.148
T-1097	82.1	0.391	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.897
T-184	82.1	0.503	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.153
T-964	82.1	0.097	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.220
T-231	82.1	0.654	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.499
T-1051	82.1	0.431	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.994
T-843	82.1	0.393	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.902
T-1005	82.1	0.429	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.989
T-913	82.1	0.395	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.907
T-1159	82.1	0.427	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.984
T-186	82.1	0.500	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.148
T-907	82.1	0.397	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.912
T-832	82.1	0.425	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.979
T-194	82.1	0.312	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.721
T-1132	82.1	0.095	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.215
T-1245	82.1	0.423	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.974
T-195	82.1	0.401	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.921
T-1623	82.1	0.403	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.927
T-1229	82.1	0.451	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.034
T-775	82.1	0.498	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.141
T-193	82.1	0.408	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.936
T-977	82.1	0.401	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.921
T-981	82.1	0.405	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.931
T-714	82.1	0.421	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.969
T-1464	82.1	0.495	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.135
T-962	82.1	0.454	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.043
T-796	82.1	0.493	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.130
T-800	82.1	0.491	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.125
T-1053	82.1	0.457	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.047
T-129	82.1	0.110	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.253
T-1578	82.1	0.401	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.922
T-678	82.1	0.108	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.248
T-247	82.1	0.459	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.053
T-836	82.1	0.399	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.917
T-248	82.1	0.032	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.073
T-185	82.1	0.151	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.346
T-1233	82.1	0.390	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.896
T-171	82.1	0.075	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.174
T-881	82.1	0.373	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.857
T-1200	82.1	0.371	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.853
T-1155	82.1	0.369	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.848
T-773	82.1	0.367	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.843
T-1041	82.1	0.149	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.341
T-820	82.1	0.365	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.838
T-1059	82.1	0.025	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.057
T-1001	55.4	0.005	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.047
T-1182	82.1	0.362	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.833

T-861	82.1	0.106	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.243
T-954	55.4	0.009	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.094
T-246	82.1	0.238	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.547
T-885	82.1	0.360	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.828
T-1153	82.1	0.358	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.824
T-245	82.1	0.109	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.249
T-259	82.1	0.327	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.751
T-213	82.1	0.106	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.243
T-879	82.1	0.356	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.819
T-1165	82.1	0.023	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.052
T-257	82.1	0.435	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.000
T-804	82.1	0.433	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.995
T-692	82.1	0.104	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.238
T-909	55.4	0.014	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.141
T-1061	82.1	0.431	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.990
T-1109	82.1	0.147	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.336
T-828	82.1	0.429	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.985
T-1067	82.1	0.427	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.980
T-1205	82.1	0.021	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.047
T-173	82.1	0.075	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.174
T-1113	82.1	0.425	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.976
T-790	82.1	0.422	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.971
T-1264	82.1	0.018	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.042
T-1151	82.1	0.420	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.966
T-1295	82.1	0.144	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.328
T-904	82.1	0.102	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.233
T-960	82.1	0.235	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.538
T-760	82.1	0.418	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.961
T-840	55.4	0.019	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.188
T-744	82.1	0.416	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.956
T-258	82.1	0.030	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.379
T-1285	82.1	0.414	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.951
T-1349	82.1	0.009	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.021
T-777	82.1	0.412	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.946
T-140	82.1	0.144	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.328
T-266	82.1	0.378	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.869
T-1024	82.1	0.025	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.325
T-141	82.1	0.522	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.197
T-950	82.1	0.073	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.169
T-1213	82.1	0.520	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.192
T-220	82.1	0.235	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.538
T-787	82.1	0.071	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.164
T-1237	82.1	0.517	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.188
T-1087	82.1	0.023	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.298
T-1256	82.1	0.515	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.183
T-1033	55.4	0.023	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.235
T-1274	82.1	0.512	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.176
T-1099	82.1	0.021	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.271
T-1231	82.1	0.510	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.171
T-221	82.1	0.235	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.538
T-1105	82.1	0.019	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.244
T-263	82.1	0.462	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.060
T-1258	82.1	0.017	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.217
T-948	82.1	0.069	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.159
T-1355	82.1	0.460	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.055
T-214	82.1	0.306	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.702
T-1392	82.1	0.304	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.697
T-826	82.1	0.100	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.228
T-1015	82.1	0.206	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.474
T-983	82.1	0.302	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.692

T-151	82.1	0.208	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.478
T-1659	82.1	0.329	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.755
T-1107	82.1	0.002	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.027
T-1419	82.1	0.300	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.689
T-1077	82.1	0.004	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.054
T-1115	82.1	0.015	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.190
T-265	82.1	0.034	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.434
T-1075	82.1	0.008	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.108
T-1065	82.1	0.006	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.081
T-688	82.1	0.458	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.050
T-942	82.1	0.363	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.835
T-1608	82.1	0.367	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.842
T-1047	82.1	0.013	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.163
T-1111	82.1	0.011	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.135
T-1017	82.1	0.298	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.684
T-1031	82.1	0.032	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.406
T-1483	82.1	0.296	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.679
T-148	55.4	0.005	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.047
T-1357	82.1	0.450	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.033
T-708	82.1	0.030	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.379
T-900	82.1	0.369	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.847
T-694	82.1	0.448	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.028
T-956	82.1	0.294	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.674
T-1594	82.1	0.379	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.870
T-865	82.1	0.290	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.665
T-889	82.1	0.292	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.669
T-834	82.1	0.287	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.660
T-1590	82.1	0.381	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.875
T-1055	82.1	0.027	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.352
T-898	82.1	0.273	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.626
T-1592	82.1	0.383	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.880
T-1299	82.1	0.446	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.023
T-848	82.1	0.271	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.621
T-264	82.1	0.048	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.623
T-1089	82.1	0.025	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.325
T-875	82.1	0.385	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.885
T-1103	82.1	0.023	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.298
T-1584	82.1	0.387	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.889
T-696	82.1	0.021	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.271
T-670	82.1	0.444	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.019
T-170	55.4	0.028	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.282
T-243	82.1	0.271	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.621
T-1083	82.1	0.019	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.244
T-999	82.1	0.389	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.894
T-1095	82.1	0.046	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.596
T-1134	82.1	0.017	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.217
T-1600	82.1	0.429	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.985
T-1345	82.1	0.442	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.014
T-726	82.1	0.015	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.190
T-1119	82.1	0.044	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.569
T-168	55.4	0.028	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.282
T-769	82.1	0.011	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.135
T-1142	82.1	0.042	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.542
T-1169	82.1	0.008	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.108
T-1384	82.1	0.440	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.009
T-1576	82.1	0.460	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.057
T-779	82.1	0.006	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.081
T-794	82.1	0.040	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.515
T-268	82.1	0.396	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.908
T-1043	82.1	0.067	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.154

T-1147	82.1	0.267	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.612
T-1534	82.1	0.260	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.597
T-1277	82.1	0.262	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.602
T-1301	82.1	0.256	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.588
T-1550	82.1	0.254	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.583
T-1194	82.1	0.004	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.054
T-771	82.1	0.038	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.488
T-1184	82.1	0.002	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.027
T-215	82.1	0.254	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.583
T-234	82.1	0.463	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.062
T-150	82.1	0.121	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.941
T-1621	82.1	0.242	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.556
T-1063	82.1	0.036	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.461
T-1039	82.1	0.034	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.434
T-1180	82.1	0.240	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.551
T-887	82.1	0.032	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.406
T-1477	82.1	0.426	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.977
T-262	82.1	0.426	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.977
T-142	82.1	0.121	Disminución del diámetro a 1" /diámetro interno 29.40mm)	0.941
T-1449	82.1	0.428	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.981
T-1009	82.1	0.233	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.534
T-1514	82.1	0.238	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.546
T-1475	82.1	0.421	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.967
T-1586	82.1	0.419	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.962
T-216	82.1	0.471	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.080
T-1400	82.1	0.417	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.957
T-1413	82.1	0.430	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.986
T-1619	82.1	0.415	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.952
T-1069	82.1	0.030	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.379
T-1633	82.1	0.413	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.948
T-1643	82.1	0.411	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.943
T-1398	82.1	0.432	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.991
T-1437	82.1	0.468	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.075
T-1287	82.1	0.409	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.938
T-995	82.1	0.027	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.352
T-1417	82.1	0.434	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.996
T-1367	82.1	0.455	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.044
T-169	82.1	0.396	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.909
T-937	82.1	0.025	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.325
T-267	82.1	0.044	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.566
T-1657	82.1	0.394	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.904
T-1678	82.1	0.438	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.005
T-1522	82.1	0.453	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.039
T-857	82.1	0.023	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.298
T-1661	82.1	0.392	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.899
T-1498	80.1	0.474	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.035
T-806	82.1	0.112	Disminución del diámetro a 1" /diámetro interno 29.40mm)	0.877
T-1037	82.1	0.021	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.271
T-1217	82.1	0.042	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.539
T-1671	82.1	0.390	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.894
T-816	82.1	0.019	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.244
T-1225	82.1	0.017	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.217
T-1415	82.1	0.440	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.010
T-933	82.1	0.040	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.512
T-822	82.1	0.015	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.190
T-1252	82.1	0.013	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.163
T-120	82.1	0.098	Disminución del diámetro a 1" /diámetro interno 29.40mm)	0.762
T-1691	82.1	0.445	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.020
T-736	82.1	0.011	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.135
T-1351	82.1	0.449	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.030

T-1439	82.1	0.442	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.015
T-724	82.1	0.008	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.108
T-1323	82.1	0.447	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	1.025
T-1315	82.1	0.006	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.081
T-1667	82.1	0.388	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.890
T-705	82.1	0.004	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.054
T-1121	82.1	0.096	Disminución del diámetro a 1" /diámetro interno 29.40mm)	0.745
T-1117	82.1	0.038	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.485
T-698	82.1	0.002	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.027
T-1091	82.1	0.036	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.458
T-1697	82.1	0.386	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.885
T-1243	82.1	0.376	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.863
T-952	82.1	0.034	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.431
T-1629	82.1	0.374	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.858
T-1093	82.1	0.031	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.404
T-1126	82.1	0.091	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.712
T-1073	82.1	0.021	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.271
T-1685	82.1	0.089	Disminución del diámetro a 1" /diámetro interno 29.40mm)	0.696
T-1479	82.1	0.087	Disminución del diámetro a 1" /diámetro interno 29.40mm)	0.679
T-1079	82.1	0.019	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.244
T-1494	82.1	0.085	Disminución del diámetro a 1" /diámetro interno 29.40mm)	0.663
T-1011	82.1	0.017	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.217
T-1485	82.1	0.083	Disminución del diámetro a 1" /diámetro interno 29.40mm)	0.647
T-1625	82.1	0.372	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.853
T-1472	82.1	0.081	Disminución del diámetro a 1" /diámetro interno 29.40mm)	0.630
T-1081	82.1	0.015	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.190
T-119	55.4	0.032	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.190
T-1453	82.1	0.079	Disminución del diámetro a 1" /diámetro interno 29.40mm)	0.614
T-1445	82.1	0.077	Disminución del diámetro a 1" /diámetro interno 29.40mm)	0.597
T-159	82.1	0.066	Disminución del diámetro a 1" /diámetro interno 29.40mm)	0.515
T-944	82.1	0.013	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.163
T-814	82.1	0.064	Disminución del diámetro a 1" /diámetro interno 29.40mm)	0.499
T-740	55.4	0.028	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.163
T-1421	82.1	0.062	Disminución del diámetro a 1" /diámetro interno 29.40mm)	0.482
T-261	82.1	0.372	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.853
T-979	82.1	0.060	Disminución del diámetro a 1" /diámetro interno 29.40mm)	0.466
T-1186	82.1	0.011	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.135
T-130	55.4	0.028	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.163
T-1371	82.1	0.058	Disminución del diámetro a 1" /diámetro interno 29.40mm)	0.449
T-158	55.4	0.023	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.135
T-122	82.1	0.366	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.839
T-660	55.4	0.005	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.027
T-853	82.1	0.008	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.108
T-174	55.4	0.009	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.054
T-133	55.4	0.029	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.171
T-680	55.4	0.009	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.054
T-1149	55.4	0.025	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.144
T-1101	55.4	0.020	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.117
T-1512	82.1	0.363	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.834
T-147	55.4	0.014	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.081
T-160	55.4	0.023	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.135
T-132	55.4	0.097	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.569
T-648	55.4	0.023	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.135
T-700	55.4	0.019	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.108
T-146	55.4	0.014	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.081
T-123	55.4	0.020	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.117
T-658	55.4	0.014	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.081
T-722	55.4	0.014	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.081
T-137	55.4	0.023	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.135
T-662	55.4	0.019	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.108

T-966	82.1	0.006	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.081
T-746	55.4	0.009	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.054
T-674	55.4	0.005	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.027
T-1394	82.1	0.361	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.829
T-134	55.4	0.097	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.569
T-802	55.4	0.015	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.090
T-1085	82.1	0.004	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.054
T-728	55.4	0.011	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.063
T-1211	55.4	0.005	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.047
T-738	55.4	0.093	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.542
T-646	55.4	0.005	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.027
T-668	55.4	0.009	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.054
T-742	55.4	0.006	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.036
T-672	55.4	0.014	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.081
T-235	55.4	0.009	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.094
T-652	55.4	0.019	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.108
T-1319	82.1	0.359	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.824
T-666	55.4	0.023	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.135
T-785	55.4	0.088	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.515
T-718	55.4	0.002	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.009
T-664	55.4	0.028	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.163
T-798	55.4	0.083	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.488
T-654	55.4	0.032	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.190
T-824	55.4	0.079	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.461
T-792	55.4	0.037	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.217
T-734	55.4	0.074	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.434
T-656	55.4	0.042	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.244
T-855	55.4	0.069	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.407
T-732	55.4	0.065	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.379
T-891	55.4	0.060	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.352
T-690	55.4	0.056	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.325
T-676	55.4	0.051	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.298
T-838	55.4	0.046	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.271
T-1558	82.1	0.357	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.819
T-121	55.4	0.014	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.141
T-1283	82.1	0.355	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.815
T-924	55.4	0.009	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.094
T-113	55.4	0.005	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.027
T-1566	82.1	0.353	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.810
T-1604	82.1	0.351	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.805
T-922	55.4	0.005	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.047
T-152	55.4	0.005	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.047
T-1248	82.1	0.349	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.800
T-1651	82.1	0.347	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.795
T-153	55.4	0.005	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.047
T-1188	82.1	0.344	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.790
T-201	82.1	0.344	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.790
T-1610	82.1	0.342	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.786
T-1254	82.1	0.340	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.781
T-1588	82.1	0.338	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.776
T-118	55.4	0.014	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.081
T-1407	82.1	0.336	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.771
T-202	82.1	0.336	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.771
T-1504	82.1	0.334	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.766
T-1451	82.1	0.332	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.761
T-1526	82.1	0.330	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.757
T-1536	82.1	0.328	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.752
T-1198	82.1	0.326	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.747
T-1572	82.1	0.323	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.742
T-1221	82.1	0.321	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.737

T-1635	82.1	0.319	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.732
T-1241	82.1	0.317	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.728
T-1123	82.1	0.315	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.723
T-1647	82.1	0.313	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.718
T-1192	82.1	0.311	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.713
T-1653	82.1	0.309	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.708
T-1683	82.1	0.307	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.703
T-1645	82.1	0.304	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.698
T-206	82.1	0.304	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.698
T-1157	82.1	0.302	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.694
T-1546	82.1	0.300	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.689
T-1337	82.1	0.298	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.684
T-1570	82.1	0.296	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.679
T-207	82.1	0.296	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.679
T-1382	82.1	0.294	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.674
T-116	55.4	0.014	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.081
T-1332	82.1	0.292	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.669
T-1490	82.1	0.290	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.665
T-1502	82.1	0.288	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.660
T-1508	82.1	0.285	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.655
T-1361	82.1	0.205	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.471
T-144	82.1	0.207	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.476
T-1665	82.1	0.209	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.479
T-1655	82.1	0.146	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.335
T-1466	82.1	0.211	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.484
T-1235	82.1	0.144	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.330
T-1641	82.1	0.283	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.650
T-208	82.1	0.283	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.650
T-1071	82.1	0.281	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.645
T-1305	82.1	0.279	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.640
T-1617	82.1	0.213	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.489
T-1138	82.1	0.142	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.325
T-143	55.4	0.003	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.029
T-1544	82.1	0.215	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.494
T-209	82.1	0.279	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.640
T-1409	82.1	0.277	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.636
T-1405	82.1	0.275	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.631
T-1457	82.1	0.273	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.626
T-1520	82.1	0.271	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.621
T-156	82.1	0.269	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.616
T-1311	82.1	0.266	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.611
T-1386	82.1	0.217	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.498
T-1530	82.1	0.219	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.503
T-1396	82.1	0.221	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.508
T-1532	82.1	0.224	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.513
T-1574	82.1	0.264	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.607
T-1510	82.1	0.226	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.518
T-1313	82.1	0.238	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.547
T-1538	82.1	0.240	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.552
T-1540	82.1	0.234	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.537
T-1379	82.1	0.232	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.532
T-1516	82.1	0.243	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.556
T-1321	82.1	0.236	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.542
T-1528	82.1	0.230	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.527
T-1492	82.1	0.228	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.523
T-1556	82.1	0.245	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.561
T-1506	82.1	0.249	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.571
T-1614	82.1	0.247	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.566
T-1209	82.1	0.133	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.306
T-211	82.1	0.133	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.306

T-217	55.4	0.003	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.029
T-1673	82.1	0.117	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.269
T-1369	82.1	0.115	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.264
T-1363	82.1	0.113	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.259
T-145	55.4	0.003	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.029
T-242	82.1	0.111	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.254
T-1562	82.1	0.109	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.249
T-1496	82.1	0.107	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.245
T-1461	82.1	0.104	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.240
T-1582	82.1	0.102	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.235
T-1239	82.1	0.100	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.230
T-1260	82.1	0.098	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.225
T-1167	82.1	0.096	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.220
T-1429	82.1	0.094	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.216
T-1411	82.1	0.092	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.211
T-1542	82.1	0.090	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.206
T-1423	82.1	0.088	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.201
T-1435	82.1	0.086	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.196
T-1443	82.1	0.083	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.191
T-1390	82.1	0.081	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.187
T-1487	82.1	0.079	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.182
T-1433	82.1	0.077	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.177
T-1136	82.1	0.075	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.172
T-1365	82.1	0.073	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.167
T-1130	82.1	0.071	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.162
T-1196	82.1	0.069	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.158
T-1268	82.1	0.067	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.153
T-1704	82.1	0.062	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.143
T-212	82.1	0.060	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.138
T-1035	82.1	0.058	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.133
T-1375	82.1	0.056	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.128
T-1303	82.1	0.060	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.138
T-1003	82.1	0.054	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.124
T-1341	82.1	0.052	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.119
T-1637	82.1	0.050	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.114
T-1554	82.1	0.048	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.109
T-1207	82.1	0.045	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.104
T-1602	82.1	0.043	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.099
T-1606	82.1	0.041	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.095
T-1598	82.1	0.039	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.090
T-1163	82.1	0.037	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.085
T-1262	82.1	0.035	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.080
T-1649	82.1	0.033	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.075
T-1459	82.1	0.031	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.070
T-1270	82.1	0.017	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.039
T-1687	82.1	0.015	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.034
T-1176	82.1	0.013	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.029
T-1297	82.1	0.011	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.024
T-1702	82.1	0.008	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.019
T-1663	82.1	0.006	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.015
T-1669	82.1	0.004	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.010
T-260	82.1	0.004	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.010
T-1681	82.1	0.002	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.005
T-239	82.1	0.011	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.024
T-1281	82.1	0.064	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.148

Con los cambios mencionados se mejoraría las velocidades de 15.26% a un 52.58% que cumplirían con lo establecido en la Norma Técnica, es decir tener velocidades mayores a

0.6m/s y el 66.57% serían mayores a 0.3m/s. Adicional se debe implementar válvulas de purga en los nodos J-439, J-610, J-661 y J-755, las cuales descargarían al río de la Encañada, para garantizar la eliminación de sedimentos por las velocidades bajas.

4.2.2 Sistema de Agua Potable El Naranjillo

Se procedió de igual manera que para el Sistema Juancho Puquio. Se encontró que el 75.26% de las presiones son excesivas, es decir, superan los 50mH₂O.

En el ajuste del modelado hidráulico se han ubicado 02 válvulas rompedoras de presión, la primera en el tramo de la tubería T-97, con una presión de salida de 25mH₂O y la otra en la tubería T-11 con una presión de salida de 25 mH₂O, logrando así reducir la presión máxima de 82.98mH₂O a 46.99mH₂O, obteniendo así una reducción total de las presiones excesivas, por lo que se puede decir que con estos cambios propuestos logramos mejorar las presiones en la red de distribución, acercándolas a valores recomendados por la normativa y garantizando un servicio eficiente.

Las velocidades en la red de distribución en su totalidad son menores a 0.6m/s, dado que la Norma OS.050 dice que las velocidades deben ser mayores a 0.6m/s y en ningún caso menor a 0.3m/s, pues se debe garantizar la autolimpieza del sistema, para evitar sedimentos se tiene como propuesta las siguientes mejoras:

Tabla N°67: *Mejoras en la velocidad de la red de distribución del Sistema El Naranjillo.*

Situación Actual del Sistema El Naranjillo			Propuesta de mejora	
Tub.	Díam. (mm)	V (m/s)	Mejoras	V (m/s)
T-57	80.1	0.01	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.734
T-449	54.2	0.022	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.132
T-21	54.2	0.022	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.132
T-96	80.1	0.187	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.367
T-414	54.2	0.027	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.105
T-61	54.2	0.009	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.053
T-324	54.2	0.036	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.052
T-360	80.1	0.008	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.750
T-87	80.1	0.012	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.717
T-73	80.1	0.244	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.641
T-430	54.2	0.032	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.078
T-17	54.2	0.036	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.052
T-18	54.2	0.036	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.052
T-503	80.1	0.006	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.766
T-11	80.1	0.186	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	2.553
T-560	80.1	0.004	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.782
T-586	80.1	0.012	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.717
T-105	80.1	0.002	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.016
T-110	80.1	0.002	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.016
T-103	80.1	0.190	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	1.774

T-547	80.1	0.242	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.625
T-525	54.2	0.005	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.027
T-66	80.1	0.098	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.915
T-412	54.2	0.005	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.027
T-320	80.1	0.096	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.899
T-477	54.2	0.009	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.053
T-22	80.1	0.197	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.287
T-370	80.1	0.094	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.883
T-106	80.1	0.002	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.016
T-304	80.1	0.091	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.867
T-344	54.2	0.014	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.080
T-364	54.2	0.019	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.106
T-400	80.1	0.089	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.851
T-595	80.1	0.015	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.701
T-362	54.2	0.024	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.133
T-625	80.1	0.025	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.621
T-604	80.1	0.028	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.605
T-584	80.1	0.03	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.589
T-33	80.1	0.032	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.572
T-64	80.1	0.242	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.625
T-432	80.1	0.087	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.834
T-398	54.2	0.028	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.159
T-90	80.1	0.025	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.621
T-67	80.1	0.092	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.859
T-545	80.1	0.032	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.572
T-479	80.1	0.017	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.685
T-485	80.1	0.085	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.818
T-613	80.1	0.019	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.669
T-374	54.2	0.033	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.186
T-97	80.1	0.197	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.287
T-102	54.2	0.038	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.212
T-631	80.1	0.023	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.637
T-69	80.1	0.021	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.653
T-610	80.1	0.081	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.786
T-566	80.1	0.034	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.556
T-509	54.2	0.038	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.212
T-86	80.1	0.021	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.653
T-629	80.1	0.021	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.653
T-606	54.2	0.005	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.046
T-635	80.1	0.078	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.770
T-354	80.1	0.09	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.843
T-55	54.2	0.005	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.046
T-54	54.2	0.019	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.184
T-443	80.1	0.002	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.016
T-481	54.2	0.014	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.138
T-553	80.1	0.036	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.540
T-461	80.1	0.004	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.092
T-551	80.1	0.038	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.524
T-572	54.2	0.043	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.239
T-497	80.1	0.041	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.508
T-65	80.1	0.242	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.625
T-38	80.1	0.078	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.770
T-623	80.1	0.076	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.754
T-384	80.1	0.087	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.827
T-408	80.1	0.043	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.492
T-378	80.1	0.045	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.476
T-441	80.1	0.085	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.810
T-346	80.1	0.047	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.460
T-487	80.1	0.194	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.269
T-34	80.1	0.194	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.269

T-582	80.1	0.19	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.236
T-435	80.1	0.192	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.252
T-56	80.1	0.192	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.252
T-109	80.1	0.002	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.016
T-447	80.1	0.083	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.794
T-39	80.1	0.242	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.625
T-318	80.1	0.049	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.444
T-82	80.1	0.190	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.236
T-85	54.2	0.047	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.266
T-475	80.1	0.081	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.778
T-453	80.1	0.002	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.016
T-350	80.1	0.051	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.428
T-633	80.1	0.188	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.220
T-424	80.1	0.004	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.032
T-333	80.1	0.054	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.411
T-615	80.1	0.186	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.204
T-31	80.1	0.004	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.032
T-24	54.2	0.047	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.266
T-29	80.1	0.081	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.778
T-459	80.1	0.007	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.048
T-25	80.1	0.056	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.395
T-30	80.1	0.077	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.746
T-499	80.1	0.074	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.730
T-445	80.1	0.009	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.064
T-326	80.1	0.072	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.714
T-23	80.1	0.056	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.395
T-16	80.1	0.242	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.625
T-589	80.1	0.184	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.188
T-84	80.1	0.077	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.234
T-410	80.1	0.011	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.081
T-71	80.1	0.072	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.714
T-521	80.1	0.013	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.097
T-463	80.1	0.07	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.698
T-416	80.1	0.015	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.113
T-314	80.1	0.064	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.649
T-422	80.1	0.072	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.722
T-608	80.1	0.181	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.172
T-74	80.1	0.066	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.665
T-396	80.1	0.068	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.682
T-405	80.1	0.017	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.129
T-339	80.1	0.066	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.665
T-388	80.1	0.02	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.145
T-621	80.1	0.179	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.156
T-543	80.1	0.091	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.677
T-366	80.1	0.022	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.161
T-75	80.1	0.135	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	1.371
T-529	80.1	0.093	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.693
T-637	80.1	0.157	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	1.165
T-337	80.1	0.024	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.177
T-639	80.1	0.159	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	1.181
T-41	80.1	0.161	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	1.197
T-46	80.1	0.161	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	1.197
T-15	80.1	0.242	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.625
T-527	80.1	0.089	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.660
T-531	80.1	0.082	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.245
T-108	80.1	0.082	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.245
T-473	80.1	0.095	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.709
T-642	80.1	0.087	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.644
T-501	80.1	0.084	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.261
T-342	80.1	0.026	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.193

T-511	80.1	0.037	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.274
T-104	80.1	0.037	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.274
T-328	80.1	0.035	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.258
T-356	80.1	0.028	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.209
T-302	80.1	0.033	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.242
T-358	80.1	0.08	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.229
T-539	80.1	0.087	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.277
T-270	80.1	0.030	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.226
T-535	80.1	0.098	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.725
T-533	80.1	0.085	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.628
T-372	80.1	0.078	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.213
T-107	80.1	0.089	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.293
T-507	80.1	0.039	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.290
T-465	80.1	0.171	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.091
T-426	80.1	0.177	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.140
T-455	80.1	0.173	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.108
T-515	80.1	0.175	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.124
T-1	80.1	0.212	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.808
T-101	80.1	0.179	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.156
T-471	80.1	0.168	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.075
T-45	80.1	0.161	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	1.197
T-83	80.1	0.091	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.309
T-549	80.1	0.089	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.293
T-439	80.1	0.1	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.741
T-352	80.1	0.076	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.197
T-42	80.1	0.157	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	1.165
T-4	80.1	0.212	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.808
T-316	80.1	0.133	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	1.355
T-513	80.1	0.102	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.757
T-428	80.1	0.074	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.181
T-40	80.1	0.161	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	1.197
T-420	80.1	0.071	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.165
T-335	80.1	0.069	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.148
T-570	80.1	0.08	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.596
T-93	80.1	0.069	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.148
T-437	80.1	0.041	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.306
T-44	80.1	0.069	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.515
T-290	80.1	0.067	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.132
T-493	80.1	0.104	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.773
T-308	80.1	0.065	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.116
T-288	80.1	0.131	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	1.339
T-619	80.1	0.03	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.142
T-376	80.1	0.063	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.100
T-2	80.1	0.186	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.751
T-94	80.1	0.063	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.100
T-300	80.1	0.061	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.084
T-348	80.1	0.002	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.046
T-88	80.1	0.157	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	1.165
T-276	80.1	0.058	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.068
T-617	80.1	0.032	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.125
T-89	80.1	0.157	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	1.165
T-505	80.1	0.043	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.322
T-562	80.1	0.106	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.789
T-296	80.1	0.004	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.092
T-292	80.1	0.056	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.052
T-99	80.1	0.046	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.338
T-91	80.1	0.035	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.109
T-278	80.1	0.007	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.138
T-286	80.1	0.054	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.036
T-28	80.1	0.242	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.625

T-469	80.1	0.155	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	1.149
T-457	80.1	0.067	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.499
T-298	80.1	0.009	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.184
T-92	80.1	0.011	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.230
T-578	80.1	0.109	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.805
T-467	80.1	0.065	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.483
T-541	80.1	0.24	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.609
T-322	80.1	0.052	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.020
T-574	80.1	0.111	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.822
T-644	80.1	0.113	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.838
T-63	80.1	0.045	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.029
T-627	80.1	0.115	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.854
T-602	80.1	0.048	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.354
T-491	80.1	0.05	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.003
T-3	80.1	0.026	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.319
T-576	80.1	0.05	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.371
T-580	80.1	0.063	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.467
T-76	80.1	0.050	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.003
T-556	80.1	0.153	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	1.133
T-519	80.1	0.052	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.387
T-394	80.1	0.054	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.403
T-386	80.1	0.061	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.451
T-58	80.1	0.155	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	1.149
T-95	54.2	0.005	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.046
T-47	80.1	0.155	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	1.149
T-392	80.1	0.056	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.419
T-564	80.1	0.059	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.435
T-489	80.1	0.048	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.013
T-600	80.1	0.045	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.029
T-62	80.1	0.048	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.013
T-77	80.1	0.048	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.013
T-98	29.4	0.016	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.046
T-418	54.2	0.005	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.046
T-100	29.4	0.016	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.046
T-1708	80.1	0.244	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.641
T-53	54.2	0.009	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.092
T-390	80.1	0.238	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.593
T-19	54.2	0.009	Disminución del diámetro a 1/2" (diámetro interno 17.40mm)	0.092
T-12	80.1	0.186	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.751
T-523	80.1	0.236	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.577
T-70	80.1	0.017	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.685
T-26	80.1	0.236	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.577
T-483	80.1	0.011	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.133
T-495	80.1	0.083	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.802
T-27	80.1	0.236	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.577
T-79	80.1	0.013	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.159
T-20	80.1	0.231	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.545
T-537	80.1	0.024	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.292
T-78	80.1	0.011	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.133
T-517	80.1	0.009	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.106
T-368	80.1	0.074	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.738
T-593	80.1	0.007	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.080
T-32	80.1	0.231	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.545
T-8	80.1	0.186	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.751
T-272	80.1	0.227	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.513
T-331	80.1	0.004	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.053
T-68	80.1	0.229	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.529
T-80	80.1	0.011	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.133
T-591	80.1	0.229	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.529
T-306	54.2	0.005	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.027

T-49	54.2	0.009	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.053
T-1709	80.1	0.244	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.641
T-284	54.2	0.065	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.107
T-294	54.2	0.070	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.134
T-568	80.1	0.082	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.612
T-403	54.2	0.074	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.161
T-558	54.2	0.079	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.187
T-81	80.1	0.133	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	1.355
T-50	54.2	0.055	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.054
T-36	80.1	0.004	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.053
T-35	54.2	0.084	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.214
T-48	54.2	0.088	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.240
T-380	80.1	0.002	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.027
T-282	54.2	0.084	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.214
T-51	54.2	0.088	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.240
T-382	54.2	0.051	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.028
T-72	80.1	0.227	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.513
T-60	54.2	0.009	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.053
T-451	80.1	0.009	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.106
T-59	54.2	0.009	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.053
T-311	54.2	0.046	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.001
T-9	80.1	0.186	Disminución del diámetro a 2" (diámetro interno 54.20mm)	0.751
T-274	54.2	0.005	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.027
T-52	80.1	0.187	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.367
T-280	54.2	0.041	Disminución del diámetro a 3/4" (diámetro interno 22.90mm)	0.025
T-597	80.1	0.01	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.734
T-37	80.1	0.010	Disminución del diámetro a 1" (diámetro interno 29.40mm)	0.734

Con los cambios mencionados se mejoraría las velocidades de 0.00% a un 34.12% que cumplirían con lo establecido en la Norma Técnica, es decir tener velocidades mayores a 0.6m/s, y el 51.69% serían mayores a 0.3m/s. Adicional se debe implementar válvulas de purga en los nodos J-68, J-122 y J-292, los cuales descargarían a las quebradas existentes, para garantizar la eliminación de sedimentos por las velocidades bajas.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. La evaluación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable del Cercado de La Encañada, realizada indica que el sistema Juancho Puquio tiene un índice de sostenibilidad del 2.85, es decir el 71.14% y para el sistema El Naranjillo se tiene el 2.77 o del 69.21%, esto indica que ambos sistemas se encuentran en proceso de deterioro. Esto debido a deficiencias en su infraestructura, como la falta de cerco perimétrico en las captaciones, el Sistema Juancho Puquio no cuenta con válvulas de aire en todo el sistema, y al igual que el Sistema el Naranjillo carecen de válvulas de purga tanto en la red de distribución como en la de aducción, así como tampoco cuentan con cámara rompe presión en la red del Naranjillo, que por su diferencia de cotas lo amerita.
2. Las presiones halladas en la red de distribución del Cercado de La Encañada para el año 2022 con ayuda del programa WaterCAD, evidencian que para el Sistema Juancho Puquio el 11.50% y para el Sistema El Naranjillo el 75.26% exceden lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma OS.050), es decir, son mayores a 50mH₂O, lo que ocasiona problemas de rotura de tuberías y deterioro de los grifos de los usuarios.
3. La dotación medida en el año 2022 para el área de influencia del sistema Juancho Puquio es de 135.37 l/hab/día y para el sistema El Naranjillo es de 131.85 l/hab/día, superando ambas la dotación establecida en el expediente técnico de 100 l/hab/día y la Norma OS.100 del Reglamento Nacional de Edificaciones, establece que Para sistemas con conexiones domiciliarias se considerará una dotación diaria de 180 l/hab/día, en clima frío.
4. El valor del coeficiente máximo diario encontrado fue de 1.26 para el Sistema Juancho Puquio y de 1.27 para el Sistema el Naranjillo, y el coeficiente máximo horario para el sistema de abastecimiento de agua potable Juancho Puquio fue de 2.11 y para el sistema el Naranjillo de 2.12, estos valores están dentro de los parámetros indicados en la norma OS.100 del Reglamento Nacional de Edificaciones.
5. La evaluación Operación y Mantenimiento del sistema de agua potable del Cercado de La Encañada revela una eficiencia del 78.12%, y la Gestión Administrativa presenta una

eficiencia del 75.00%., siendo alguna de sus carencias la falta de la implementación del plan de mantenimiento, falta de participación activa de los usuarios, falta de un plan de contingencia para eventos inoportunos que interrumpan el servicio, no se cuenta con los planos del sistema ni con un croquis detallado que facilite la ubicación de cada componente, además, les hace falta cursos de capacitación tanto a los operarios como a los usuarios y miembros de la JASS para un mejor manejo del servicio de agua potable.

5.2 Recomendaciones

1. A partir de la evaluación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable, se recomienda implementar mejoras específicas para optimizar el rendimiento del servicio. Esto incluye la instalación de una válvula rompe presión en el Sistema Juancho Puquio en la tubería T-211 con una presión de salida de 20 mH₂O, y dos válvulas rompe presión en las tuberías T-97 y T-11 en el Sistema El Naranjillo, con presiones de salida de 25mH₂O para ambos. También, se recomienda la instalación de 4 válvulas de purga para el Sistema Juancho Puquio y 3 válvulas de purga en el sistema El Naranjillo.
2. Debido a que los sistemas se encuentran ubicados en una zona propensa a lluvias frecuentes y, por ende, a deslizamientos, se recomienda la formulación de un plan de contingencia para hacer frente a eventos naturales que puedan interrumpir el servicio adecuado de agua potable.
3. La dotación empleada en el expediente para los sistemas de abastecimiento de Juancho Puquio y del Naranjillo, no refleja con precisión las necesidades reales registradas en campo, se recomienda que en futuros proyectos se haga un estudio más preciso del consumo de agua, con el fin de determinar con exactitud la capacidad necesaria de la fuente de abastecimiento.
4. Se recomienda realizar tareas de inspección y mantenimiento regular a las válvulas de aire, válvulas de purga, así como a los cruces aéreos en la línea de aducción y conducción para garantizar que el sistema opere de manera óptima.
5. Para fomentar un uso responsable de los recursos hídricos, se recomienda dar campañas de capacitación dirigida a los usuarios para concientizar sobre el uso adecuado del agua potable. Así mismo, es importante proporcionar capacitaciones a los operarios y a la Junta de Agua y Saneamiento (JASS) para garantizar la prestación de un servicio adecuado a la comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

- ALEJANDRÍA Alarcón, Dilmer. Eficiencia hidráulica del Sistema de agua potable en el Centro Poblado Llimbe, Distrito de Asunción – Cajamarca, 2017. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2019. 120pp. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3009>
- ALBARRÁN Tirado, Lidman. Evaluación de los sistemas de abastecimiento de agua potable de la localidad de Shirac, San Marcos - Cajamarca. Propuesta de mejora. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2019. 148pp. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3115>.
- BRICEÑO Vega, Jhorden y NARVAEZ Aranda, Ricardo Andres. “Influencia del coeficiente de rugosidad en la pérdida de presión de la red de distribución de agua potable en el Caserío de Sanjapampa-Huamachuco”. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2019.
- CARRILLO López, Irma y QUIMBIAMBA Gualavisí, Edison. Rediseño y optimización hidráulica del sistema de agua potable de los barrios Mushuñan e Inchalillo Alto, Parroquia Sangolquí, Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Quito : Universidad Central del Ecuador, 2018. 163pp. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14575>.
- CENGEL, Yunus A. y CIMBALA, Jhon M. Mecánica de Fluidos, Fundamentos y Aplicaciones. 1°ed. México. Editorial: McGraw-Hill, 2006. ISBN 970-10-5612-4.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable. México. 2012. pp.64-85. ISBN: 978-607-7908-68-5.
- CONZA Salas, Alejandro y PAUCAR Olórtegui, Julio. Manual de Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento en zonas rurales. 1° ed. Lima, Editorial Tarea Asociación Grafica Educativa, 2013. Perú.
- DELGADO Chávarri, Christian y FALCÓN Barboza, Javier. 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. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Lima : Universidad de San Martín de Porres, 2019. 154pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12727/5195>.

- FIGUEROA Silva, Hugo. Evaluación y Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el Caserío de Llacymucha, Distrito de Pallasca, Provincia Pallasca, Región Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Universidad Católica Los Ángeles Chimbote, 2021. 124pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13032/24756>.
- GOBIERNO Regional de Cajamarca, DIRECCIÓN Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento . Compendio "Sistema de información Regional en Agua y Saneamiento- SIRAS 2010". Cajamarca, Perú: CARE Perú Regional Cajamarca, 2010. 293pp.
- Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC). Manual de Medición de Caudales. Guatemala. 2017. 18pp. SBN: 978-9929-8241-4-0.
- MOYA Sácciga, Próspero. Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado. Lima. 2000. pp.46-50.
- Ministerio de Salud del Perú (MINSA). 2011. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA [en línea]. 1° ed. Lima. Editorial: J.B. GRAFIC E.I.R.L. 2011. pp. 44.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS). Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural. Lima. 2018.
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS). La calidad del agua potable en el Perú. 1° ed. Lima. Editorial: Tarea Grafica. 2004. pp. 31. ISBN: 9972-2511-0-1.
- TAPIA Aviles, Marioska Helen. Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona Operacional XII De La Ciudad Del Cusco. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Cusco : Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2019. 157pp. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12918/3746>.

LINKOGRAFÍA

- AGÜERO, Roger. Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales [en línea]. Lima. 2004. pp5 . [fecha de consulta: 13 de diciembre de 2022]. Disponible en: Microsoft Word - 107-04 Guía captaciones - FINAL.doc (sswm.info).
- CARE Internacional-Avina. Programa Unificado de Fortalecimiento de Capacidades. Módulo 5. Operación y mantenimiento de sistemas de agua potable [en línea]. Ecuador. Editorial: Daniela Hirschfeld. 2012. [fecha de consulta: diciembre de 2022]. Disponible en: <https://biblioteca.avina.net/biblioteca/operacion-y-mantenimiento-de-sistemas-de-agua-potable-modulo-5/>.
- CERQUÍN Marquina, Hugo. Curso Taller: “Modelamiento de redes de agua potable” [en línea]. Cajamarca. [fecha de consulta: 12 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://civilgeeks.com/wp-content/uploads/2024/01/Modelamiento-de-Redes-de-Agua-Usando-Watercad.pdf>.
- Cueva del Ingeniero Civil. Métodos de aforo directo. [fecha de consulta: 1 de febrero 2023]. Disponible en: <https://www.cuevadelcivil.com/2011/02/metodos-de-aforo-directo.html#:~:text=AFORO%20VOLUM%C3%89TRICO%20Es%20aplicable%20en%20la%20medici%C3%B3n%20de,en%20la%20ecuaci%C3%B3n%3A%20%28Q%20%3D%20V%20%2F%20t%29>.
- Programa de agua potable y Alcantarillado (PROAGUA). Manual para la cloración del agua en Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Ámbito Rural. Lima. 2017. [fecha de consulta: diciembre de 2022]. Disponible en: GIZ 2017. Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable.pdf (sswm.info).
- PULIDO Carrillo, José. Diseño de Redes de Abastecimiento: Parámetros de Diseño. sección 2 : presiones, velocidades y diámetros [en línea]. Salamanca. 2004. [fecha de consulta: 26 de enero de 2023]. Disponible en: [cidta.usal.es/cursos/redes/modulos/libros/unidad 3/presiones.PDF](http://cidta.usal.es/cursos/redes/modulos/libros/unidad%203/presiones.PDF)
- SUÁREZ Castro, Juan. Camaras rompe presion tipo 6 y 7. CECAHIDRA. [En línea]. [fecha de consulta: 1 de febrero 2023]. Disponible en: <https://cecahidra.com/camaras-rompe-presion-tipo-6-y-7/>.

ANEXOS

Anexo 1: Solicitudes a la JASS y a la Municipalidad Distrital de la Encañada

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

**SOLICITO: FACILIDADES PARA REALIZAR
INVESTIGACIÓN SOBRE EL SISTEMA DE AGUA
POTABLE DEL CERCADO DE LA ENCAÑADA**

Cajamarca, 14 de noviembre del 2022

**SR. LIFONCIO VERA SÁNCHEZ, ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD
DISTRITAL DE LA ENCAÑADA**

Yo, **HUAMÁN VILLANUEVA, Thania Celfa**, Bachiller en Ingeniería Civil, identificada con DNI 72205000, con domicilio en Av. Perú 1095 de la ciudad de Cajamarca, ante Ud. con el debido respeto me presento y expongo:

Que, habiendo culminado la carrera profesional de Ingeniería Civil en la Universidad Nacional de Cajamarca, solicito a Ud. Se me pueda brindar las facilidades necesarias como copia de expediente técnico, permisos y otros que correspondan a su comuna para realizar mi trabajo de Investigación sobre: “EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CERCADO DE LA ENCAÑADA, DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA EN EL AÑO 2022”.

Por lo expuesto, ruego a usted acceda a mi solicitud.

Atentamente:

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA ENCAÑADA	
PROVEIDO Nº	FECHA
	05/12/2022
A: <u>ATM.</u>	
PARA:	
1 CONOCIMIENTO Y FINES <input type="checkbox"/>	6 URGENTE <input type="checkbox"/>
2 ATENCIÓN <input type="checkbox"/>	7 COORDINAR CON... <input type="checkbox"/>
3 ESTUDIO E INFORME <input type="checkbox"/>	8 ARCHIVO <input type="checkbox"/>
4 RESPUESTA <input type="checkbox"/>	9 OTROS..... <input checked="" type="checkbox"/>
5 TRAMITE <input type="checkbox"/>	
OBSERVACIONES: <u>DAE FACILIDADES PARA LOS TRAMITES CORRESPONDIENTES QUE NECESITO</u>	
SECRETARÍA GENERAL	

MUNICIPALIDAD DISTRITAL LA ENCAÑADA OFICINA DE TRAMITE DOCUMENTARIO	
RECIBIDO	
Nº Reg:	<u>2769</u>
Fecha:	<u>14-11-2022</u>
Hora:	<u>8:55 am</u>
Folio:	<u>01</u>


Thania Celfa Huamán Villanueva

DNI: 72205000

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

**SOLICITO: FACILIDADES PARA REALIZAR
INVESTIGACIÓN SOBRE EL SISTEMA DE AGUA
POTABLE DEL CERCADO DE LA ENCAÑADA**

Cajamarca, 14 de noviembre del 2022

**SEÑOR PRESIDENTE DE LA JUNTA ADMINISTRATIVA DE SERVICIOS DE
SANEAMIENTO (JASS) DEL CERCADO DE LA ENCAÑADA, DISTRITO DE
CAJAMARCA**

Yo, **HUAMÁN VILLANUEVA, Thania Celfa**, Bachiller en Ingeniería Civil, identificada con DNI 72205000, con domicilio en Av. Perú 1095 de la ciudad de Cajamarca, ante Ud. con el debido respeto me presento y expongo:

Que, habiendo culminado la carrera profesional de Ingeniería Civil en la Universidad Nacional de Cajamarca, solicito a Ud. Se me pueda brindar las facilidades necesarias como información, permisos y otros requeridos para realizar mi trabajo de Investigación sobre: “EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CERCADO DE LA ENCAÑADA, DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA EN EL AÑO 2022”.

Por lo expuesto, ruego a usted acceda a mi solicitud.

Atentamente:



Thania Celfa Huamán Villanueva

DNI: 72205000



Anexo 2: Formato de “Ficha técnica: Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable. Y Formatos del compendio SIRAS utilizados para recopilar información.



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



FICHA TÉCNICA N° 1: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE - RED ANTIGUA		
Nombre de la investigación:	“EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CERCADO DE LA ENCAÑADA, DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA EN EL AÑO 2022”	
CARACTERÍSTICAS	EVALUACIÓN EN CAMPO	
CAPTACIÓN: <i>Juancho Aquio</i>		
Número de captaciones	<i>01</i>	
Antigüedad	<i>30 años</i>	
Último año donde se realizaron mejoras a la captación	<i>En el año 2022</i>	
Cada cuanto tiempo se da mantenimiento	<i>Cada 04 años o cuando lo requiera</i>	
Tipo de captación	<i>Captación de manantial de fondo</i>	
Caudal (l/s)	<i>5.22 l/s</i>	
Tapa Sanitaria	<i>En buen estado</i>	
Cámara húmeda	<i>En buen estado, falta limpieza</i>	
Cámara Seca	<i>En buen estado</i>	
Clase de tuberías	<i>PVC-C10</i>	
Cerco perimétrico (material, características)	<i>No cuenta con uno</i>	
Accesorios (material, características)	<i>En buenas condiciones,</i>	
Encargado de los mantenimientos de la captación	<i>Los Operarios</i>	
LÍNEA DE CONDUCCIÓN:		
Antigüedad	<i>30 años</i>	
Último año donde se realizaron mejoras a la línea de conducción	<i>Se han hecho algunos reparaciones en el 2021 por roturas</i>	
Cada cuanto tiempo se da mantenimiento	<i>Cada que se requiera</i>	
Tipo de línea de conducción	<i>Por gravedad</i>	
Clase de tuberías	<i>pvc-c10</i>	
Diámetro de la tubería		
Material de la tubería	<i>Pvc</i>	
Estado de la tubería	<i>Es tubería enterrada, está en buen funcionamiento</i>	
Válvulas	Válvula de aire	<i>No cuenta con válvula de aire</i>
	Válvula de purga	<i>Cuenta con 01 en buen estado</i>
Cámara rompe presión	<i>No hay</i>	
Encargado de los mantenimientos de la línea de conducción	<i>Los Operarios</i>	
RESERVORIO:		
Antigüedad	<i>30 años</i>	
Último año donde se realizaron mejoras al reservorio	<i>En el año 2022</i>	



Cada cuanto tiempo se da mantenimiento	La pintura cada 4 años	
Estado de la estructura (de forma observacional):	Se encuentra en buen estado, en su interior está recubierta con cerámico	
Cerco perimétrico (material, características)	Cerco de madera con alambres de pua, en buenas condiciones, foto puesta	
Tipo de reservorio	Apoyado	
Forma del reservorio	Circular	
Volumen del reservorio	50 m ³	
Caseta de válvulas	Si cuenta, falta mantenimiento	
Caseta de cloración	Si cuenta con caseta en buen estado	
Accesorios	Las tuberías internas se encuentran en regular condición	
Encargado de los mantenimientos del reservorio	Los Operarios	
LÍNEA DE ADUCCIÓN:		
Antigüedad	30 años	
Último año donde se realizaron mejoras	Por roturas se ha reparado en el año 2001	
Cada cuanto tiempo se da mantenimiento	Cada que lo requiera	
Tipo de línea de aducción	Por gravedad	
Clase de tubería	C-10	
Diámetro de la tubería	3"	
Material de la tubería	PVC	
Estado de la tubería	En estado regular	
Válvulas	Válvula de aire	No hay
	Válvula de purga	No hay
Cámara rompe presión	No hay	
¿Quién es el encargado de los mantenimientos de la línea de aducción?	Los Operarios	
RED DE DISTRIBUCIÓN:		
Antigüedad	30 años	
Último año donde se realizaron mejoras	Opera desde hace 30 años	
Cada cuanto tiempo se da mantenimiento	Cada que lo requiera	
Tipo de red de distribución:	Sistema abierto	
Clase de tubería:	C-10	
Diámetro de la tubería:	3" y 1/2"	
Material de la tubería:	En estado regular de PVC	
Estado de la tubería:	En regular estado	
Válvulas	Válvula de paso	Si cuenta
	Válvula de control	Si cuenta
Cámara rompe presión:	No hay	
Encargado de los mantenimientos de la red de distribución	Los Operarios	



FICHA TÉCNICA N°2: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE - RED NUEVA		
Nombre de la investigación:	"EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CERCADO DE LA ENCAÑADA, DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA EN EL AÑO 2022"	
CARACTERÍSTICAS	EVALUACIÓN EN CAMPO	
CAPTACIÓN: El Naranjillo		
Número de captaciones	01	
Antigüedad	7 años	
Último año donde se realizaron mejoras a la captación	Año 2022	
Cada cuanto tiempo se da mantenimiento	Según necesidad, la pintura cada 4 años	
Tipo de captación	Captación de manantial de ladera	
Caudal (l/s)	3.88 l/s	
Tapa Sanitaria	En regular estado, es metálica, falta pintura	
Cámara húmeda	Falta mantenimiento, estado regular	
Cámara Seca	En regular estado, es de concreto	
Clase de tuberías	PVC C-10	
Cerco perimétrico (material, características)	No cuenta con cerco perimétrico	
Accesorios (material, características)	Cuenta con tubería de rebosa, coronilla y demás accesorios en buenas condiciones	
Encargado de los mantenimientos de la captación	Los Operarios financiados por la Municipalidad Distrital de la Encañada y la SASS	
LÍNEA DE CONDUCCIÓN:		
Antigüedad	7 años	
Último año donde se realizaron mejoras a la línea de conducción	En el año 2015, se han reparado algunos tramos por roturas en el 2022.	
Cada cuanto tiempo se da mantenimiento	Cuando hay alguna rotura.	
Tipo de línea de conducción	Por gravedad. (tubería enterrada)	
Clase de tuberías	PVC C-10	
Diámetro de la tubería	4"	
Material de la tubería	PVC	
Estado de la tubería	Existe rotura de tubería en algunos lugares, los cuales han sido reparados.	
Válvulas	Válvula de aire	Cuenta con válvulas en buena condición
	Válvula de purga	Cuenta con válvulas en buen estado
Cámara rompe presión	No hay.	
Encargado de los mantenimientos de la línea de conducción	Operarios	
RESERVORIO:		
Antigüedad	7 años	
Último año donde se realizaron mejoras al reservorio	En el año 2022	



Cada cuanto tiempo se da mantenimiento	Cada 4 años la pintura y Limpieza mensual	
Estado de la estructura (de forma observacional):	Estructura en buenas condiciones	
Cerco perimétrico (material, características)	Sí, tiene cerco de madera con alambres de puas, recién ha tenido mantenimiento	
Tipo de reservorio	Apoyado	
Forma del reservorio	Redondo	
Volumen del reservorio	65 m ³	
Caseta de válvulas	sí tiene y está en buen estado	
Caseta de cloración	sí tiene, está en buen estado, pero faltó cloro.	
Accesorios	Se encuentran en buen estado	
Encargado de los mantenimientos del reservorio	Operarios contratados por la Municipalidad y apoyados por la JASS	
LÍNEA DE ADUCCIÓN:		
Antigüedad	7 años	
Último año donde se realizaron mejoras	En el 2022 porque ubieron roturas	
Cada cuanto tiempo se da mantenimiento	Cada que lo requiera	
Tipo de línea de aducción	Por gravedad (tubería enterrada)	
Clase de tubería	PVC - C 10	
Diámetro de la tubería	3"	
Material de la tubería	PVC	
Estado de la tubería	Tubería enterrada	
Válvulas	Válvula de aire	Cuenta con válvulas en buen estado
	Válvula de purga	No cuenta
Cámara rompe presión	No hay	
¿Quién es el encargado de los mantenimientos de la línea de aducción?	Los Operarios	
RED DE DISTRIBUCIÓN:		
Antigüedad	7 años	
Último año donde se realizaron mejoras	2022	
Cada cuanto tiempo se da mantenimiento	Cada que se requiera	
Tipo de red de distribución:	Sistema abierto	
Clase de tubería:	PVC - C 10	
Diámetro de la tubería:	3" y 1/2"	
Material de la tubería:	PVC	
Estado de la tubería:	En buenas condiciones, -	
Válvulas	Válvula de paso	Sí cuenta
	Válvula de control	Sí cuenta
Cámara rompe presión:	No hay	
Encargado de los mantenimientos de la red de distribución	Operarios	

**ENCUESTA COMUNAL PARA EL REGISTRO DE COBERTURA
Y CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO**

FORMATO N° 01

ESTADO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

INFORMACIÓN GENERAL DEL CASERÍO /COMUNIDAD.

A. Ubicación:

1. Comunidad / Caserío: Encañada Centro Poblado 2. Código del lugar (no llenar):
3. Anexo /sector: 4. Distrito: Encañada
5. Provincia: Cajamarca 6. Departamento: Cajamarca
7. Altura (m.s.n.m.): X: Y:
8. Cuántas familias tiene el caserío / anexo o sector: 742
9. Promedio integrantes / familia (dato del INEI, no llenar):
10. ¿Explique cómo se llega al caserío / anexo o sector desde la capital del distrito?

Desde	Hasta	Tipo de vía	Medio de Transporte	Distancia (Km.)	Tiempo (horas)
<u>Cajamarca</u>	<u>Encañada</u>	<u>Asfaltada</u>	<u>Combie</u>	<u>33.4</u>	<u>1</u>

11. ¿Qué servicios públicos tiene el caserío? Marque con una X

- > Establecimiento de Salud SI NO
- > Centro Educativo SI NO
- Inicial Primaria Secundaria
- > Energía Eléctrica SI NO

12. Fecha en que se concluyó la construcción del sistema de agua potable: / / 2015
dd / mmm / aaaa

13. Institución ejecutora: Contratista

14. ¿Qué tipo de fuente de agua abastece al sistema? Marque con una X

- Manantial Pozo Agua Superficial

15. ¿Cómo es el sistema de abastecimiento? Marque con una X

- Por gravedad Por bombeo

B. Cobertura del Servicio:

16. ¿Cuántas familias se benefician con el agua potable? (Indicar el número)
 Numero comunidades que tienen acceso al SAP

C. Cantidad de Agua:

17. ¿Cuál es el caudal de la fuente en época de sequía? En litros / segundo

5.22 l/s Juancha Puquio
3.88 l/s El Naranjillo

18. ¿Cuántas conexiones domiciliarias tiene su sistema? (Indicar el número)

19. ¿El sistema tiene piletas públicas? Marque con una X.

SI

NO (Pasar a la pgta. 21)

20. ¿Cuántas piletas públicas tiene su sistema? (Indicar el número)

D. Continuidad del Servicio:

21. ¿Cómo son las fuentes de agua? Marque con una X

Recipientes
V=120l
V=20l

NOMBRE DE LAS FUENTES	DESCRIPCIÓN			Mediciones					CAUDAL
	Permanente	Baja cantidad pero no se seca	Se seca totalmente en algunos meses.	1°	2°	3°	4°	5°	
F 1: Juancha Puquio	<input checked="" type="checkbox"/>			23.48	22.82	22.94	23.12	22.58	6.22 l/s
F 2: El Naranjillo	<input checked="" type="checkbox"/>			5.46	4.93	5.37	5.14	4.99	3.88 l/s
F 3:									
F 4:									
F 5:									
i									

22. ¿En los últimos doce (12) meses, cuánto tiempo han tenido el servicio de agua? Marque con una X

Todo el día durante todo el año

Por horas sólo en época de sequía

Por horas todo el año

Solamente algunos días por semana

E. Calidad del Agua:

23. ¿Colocan cloro en el agua en forma periódica? Marque con una X

SI

NO (Pasar a la pgta. 25)

24. ¿Cuál es el nivel de cloro residual? Marque con una X

Lugar de toma de muestra	DESCRIPCIÓN		
	Baja cloración (0 - 0.4 mg/l)	Ideal (0.5 - 0.9 mg/l)	Alta cloración (1.0 - 1.5 mg/l)
Parte alta		<input checked="" type="checkbox"/>	
Parte media		<input checked="" type="checkbox"/>	
Parte baja		<input checked="" type="checkbox"/>	

→ Para ambos sistemas: Juancha Puquio y El Naranjillo.

25. ¿Cómo es el agua que consumen? Marque con una X

Agua clara Agua turbia Agua con elementos extraños

26. ¿Se ha realizado el análisis bacteriológico en los últimos doce meses? Marque con una X

SI NO

27. ¿Quién supervisa la calidad del agua? Marque con una X

Municipalidad MINSA JASS

Otro (nombrarlo)..... Posta Nadie

F. Estado de la Infraestructura:

o **Captación.** Juricho Puquio Altitud: 3175.58 msnm X: 793929.31 Y: 9217575.30

El Nascarijillo Altitud: 3209.87 msnm X: 794096.57 Y: 9218076.40

28. ¿Cuántas captaciones tiene el sistema? (Indicar el número)

29. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción de las captaciones. Marque con una X

Captación	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción de la captación		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene.	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y
	En buen estado.	En mal estado.						
Capt. 1			<input checked="" type="checkbox"/>					
Capt. 2			<input checked="" type="checkbox"/>					
Capt. 3								
Capt. 4								
⋮								

Captación	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o arboles	Contaminación de la fuente de agua
Capt. 1	<input checked="" type="checkbox"/>							
Capt. 2						<input checked="" type="checkbox"/>		
Capt. 3								<input checked="" type="checkbox"/>
Capt. 4								
...								

30. Determine el tipo de captación y describa el estado de la infraestructura? Marcar con una X

Las condiciones se expresan en el cuadro de la siguiente manera:

B = Bueno
R = Regular
M = Malo

o Línea de conducción.

40. ¿Tiene tubería de conducción? Marque con una X

SI NO (Pasar a la pgta. 44)

Identificación de peligros:

- No presenta Huaycos
 Crecidas o avenidas Hundimiento de terreno
 Inundaciones Deslizamientos
 Desprendimiento de rocas o árboles
 Contaminación de la fuente de agua

Especifique:

41. ¿Cómo está la tubería? Marque con una X

- Enterrada totalmente Enterrada en forma parcial
 Malograda Colapsada

42. ¿Tiene cruces / pases aéreos?

SI *El sistema
si Navarjillo* NO

43. ¿En qué estado se encuentra el cruce /pase aéreo? Marque con una X

- Bueno Regular Malo Colapsado

o Reservorio.

47. ¿Tiene reservorio? Marque con una X

SI NO

48. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción del reservorio. Marque con una X

RESERVORIO	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción del Reservorio		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene.	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y
	En buen estado.	En mal estado.						
RESERVORIO 1	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		3154	794081	921710
RESERVORIO 2	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		3173	793501	9216361
RESERVORIO 3								
RESERVORIO 4								
:								

RESERVORIO	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o árboles	Contaminación de la fuente de agua
Reservorio 1	<input checked="" type="checkbox"/>							
Reservorio 2							<input checked="" type="checkbox"/>	
Reservorio 3								
Reservorio 4								
...								

49. ¿Describir el estado de la estructura? Marque con una X.

Reservorio Juancho Aquino

DESCRIPCIÓN		ESTADO ACTUAL					
		No tiene	Si Tiene			Seguro	
			Bueno	Regular	Malo	Si Tiene	No tiene
Volumen: 50 m ³							
Tapa sanitaria 1 (T.A)	De concreto.						
	Metálica.		X			X	
	Madera						
Tapa sanitaria 2 (C.V)	De concreto.						
	Metálica.		X			X	
	Madera						
Reservorio / Tanque de Almacenamiento			X				
Caja de válvulas			X				
Canastilla			X				
Tubería de limpia y rebose		X					
Tubo de ventilación			X				
Hipoclorador			X				

Válvula flotadora		X				
Válvula de entrada		X				
Válvula de salida		X				
Válvula de desagüe		X				
Nivel estático		X				
Dado de protección	X					
Cloración por goteo		X				
Grifo de enjuague		X				

En el caso de que hubiese más de un reservorio, utilizar un cuadro por cada uno de ellos y adjuntar a la encuesta.

49. ¿Describir el estado de la estructura? Marque con una X.

Reservorio el Naranjillo

DESCRIPCIÓN		ESTADO ACTUAL					
		No tiene	Si Tiene			Seguro	
			Bueno	Regular	Malo	Si Tiene	No tiene
Volumen: 55 m ³							
Tapa sanitaria 1 (T.A)	De concreto.						
	Metálica.		X			X	
	Madera						
Tapa sanitaria 2 (C.V)	De concreto.						
	Metálica.		X			X	
	Madera						
Reservorio / Tanque de Almacenamiento			X				
Caja de válvulas			X				
Canastilla		X					
Tubería de limpia y rebose			X				
Tubo de ventilación			X				
Hipoclorador			X				

Válvula flotadora		X				
Válvula de entrada		X				
Válvula de salida		X				
Válvula de desagüe		X				
Nivel estático		X				
Dado de protección	X					
Cloración por goteo		X				
Grifo de enjuague		X				

En el caso de que hubiese más de un reservorio, utilizar un cuadro por cada uno de ellos y adjuntar a la encuesta.

o Línea de Aducción y red de distribución.

50. ¿Cómo está la tubería? Marque con una X

- Cubierta totalmente Cubierta en forma parcial No tiene
 Malograda Colapsada

Para el sistema el Naranjillo

Identificación de peligros: *mal estado*

- No presenta Huaycos
 Crecidas o avenidas Hundimiento de terreno
 Inundaciones Deslizamientos
 Desprendimiento de rocas o árboles
 Contaminación de la fuente de agua

Especifique:

51. ¿Tiene cruces / pases aéreos? Marque con una X

- SI NO

Sistema Juancho Piquito

Sistema El Naranjillo

52. ¿En qué estado se encuentra el cruce / pases aéreos? Marque con una X

- Bueno Regular Malo Colapsado

o Válvulas.

53. Describa el estado de las válvulas del sistema. Marque con una X e indique el número:

Juancho Piquito

DESCRIPCIÓN	SI TIENE			NO TIENE	
	Bueno	Malo	Cantidad	Necesita	No Necesita
Válvulas de aire				X	
Válvulas de purga				X	
Válvulas de control	X		1		

o Válvulas.

53. Describa el estado de las válvulas del sistema. Marque con una X e indique el número:

El Naranjillo

DESCRIPCIÓN	SI TIENE			NO TIENE	
	Bueno	Malo	Cantidad	Necesita	No Necesita
Válvulas de aire	X		3		
Válvulas de purga				X	
Válvulas de control	X		1		

Anexo 3: Formato de Encuestas aplicadas a operarios encargados de la Operación y Mantenimiento del sistema, a la JASS y a los usuarios.



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



ENCUESTA A OPERADORES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE


Nombre de la investigación: "EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CERCAO DE LA ENCAÑADA, DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA EN EL AÑO 2022"

Nombre del encuestado: Edilberto Alvarado Cortés

Fecha: 07-12-2022

Lea las siguientes preguntas y marque según corresponda:

1. ¿Se cuenta con un plan de mantenimiento?
 a) Sí, y se cumple
 b) Sí, se cumple a veces
 c) Sí, pero no se cumple
 d) No existe
 e) No sabe
2. ¿Cada que tiempo se realiza la limpieza y desinfección de la captación?
 a) Más de cuatro veces al año
 b) Tres veces al año
 c) Dos veces al año
 d) Menos de dos veces al año
 e) Nunca
3. ¿Cada que tiempo se realiza el mantenimiento a la línea de conducción?
 a) Más de cuatro veces al año
 b) Tres veces al año
 c) Dos veces al año
 d) Menos de dos veces al año
 e) Nunca
4. ¿Cada que tiempo se realiza el mantenimiento al reservorio?
 a) Más de cuatro veces al año
 b) Tres veces al año
 c) Dos veces al año
 d) Menos de dos veces al año
 e) Nunca
5. ¿Cada que tiempo se realiza el mantenimiento a la red de distribución?
 a) Más de cuatro veces al año
 b) Tres veces al año
 c) Dos veces al año
 d) Menos de dos veces al año
 e) Nunca
6. ¿Cada cuánto tiempo se realiza la cloración del agua?
 a) 1 vez por semana
 b) Entre 15 y 30 días
 c) Cada 3 meses
 d) Más de 3 meses
 e) Nunca


26650106



- f) Herramientas
- g) Accesorios
- h) Materiales
- i) Pago al ANA o ALA
- j) Otro, especifique

16. ¿Los usuarios realizan pagos extraordinarios para la operación y mantenimiento del sistema de agua?

No

17. ¿La municipalidad cada cuanto tiempo supervisa la gestión o realiza visitas a la organización /JASS?

No les supervisan

18. La organización/JASS encargada de la AOM del agua, ¿Recibe apoyo de la municipalidad u otra entidad?

sólo con 3 operadores para la operación y mantenimiento

19. ¿Los miembros de la JASS han recibido capacitaciones por parte de alguna entidad?

No

20. ¿Cada cuánto tiempo se actualiza el padrón de beneficiarios?

Cada 2 años

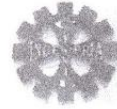
21. ¿Se dispone de un croquis o plano del sistema (redes, válvulas, acometidas)?

No

22. ¿La entidad dispone de un plan de contingencia frente a la producción de eventos que interrumpen el servicio de agua potable?

No, se pide un apoyo inmediato a la población

26645064



ENCUESTA A USUARIOS

Nombre de la investigación:

“EVALUACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CERCADO DE LA ENCAÑADA, DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA EN EL AÑO 2022”

Nombre del encuestado:

Antony Briengos Silva

Fecha:

29-11-2022

Lea las siguientes preguntas y marque según corresponda:

1. ¿Cuántas personas son en su vivienda?
04
2. ¿Tiene acceso a agua potable?
 a) Sí b) No
3. Categoría de usuario
 a) Doméstico c) Industrial e) Social
b) Comercial d) Estatal
4. ¿Cuenta con medidor de agua potable?
 a) Sí b) No
5. ¿A qué red de agua tiene conexión?
 a) Red nueva c) Ambas
b) Red antigua d) No sabe
6. ¿Cómo considera el servicio de agua que tiene usted para su consumo?
a) Muy bueno
 b) Bueno
c) Regular
d) Malo
e) Pésimo
Comentario: _____
7. ¿Los operarios encargados del mantenimiento del sistema de agua dan una solución rápida ante una ruptura de tubería, válvulas u otros accesorios del sistema?
a) Totalmente de acuerdo
b) Bastante de acuerdo
c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
d) Bastante en desacuerdo
 e) Totalmente en desacuerdo
Comentario: *Seleccionan pero demoran un poco*
8. ¿Cómo evalúa el servicio de agua que llega a su vivienda?
a) Muy bueno
 b) Bueno
c) Regular
d) Malo
e) Pésimo
Comentario: _____



9. ¿Cuán seguido tiene problemas con el suministro del agua?
- a) Siempre
 - b) Casi siempre
 - c) Algunas veces
 - d) Pocas veces
 - e) Nunca
- Comentario: _____
10. ¿El servicio de agua potable con la que cuenta es constante?
- a) Siempre
 - b) Casi siempre
 - c) Algunas veces
 - d) Pocas veces
 - e) Nunca
- Comentario: _____
11. ¿Cuántas horas al día cuenta con agua?
- 24
12. ¿Cuenta con tanque elevado o tanque cisterna propio?
- NO
13. ¿Cómo considera la presión del agua potable que llega a su vivienda?
- a) Muy bueno
 - b) Bueno
 - c) Regular
 - d) Malo
 - e) Pésimo
- Comentario: _____
14. ¿La cantidad de agua que llega a su vivienda satisface todas sus necesidades?"
- a) Totalmente de acuerdo
 - b) Bastante de acuerdo
 - c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d) Bastante en desacuerdo
 - e) Totalmente en desacuerdo
- Comentario: _____
15. ¿Está de acuerdo con que un servicio de agua adecuado genera desarrollo al pueblo?
- a) Totalmente de acuerdo
 - b) Bastante de acuerdo
 - c) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d) Bastante en desacuerdo
 - e) Totalmente en desacuerdo
- Comentario: _____


70939607

Anexo 4: Análisis microbiológico del agua.



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 12428 -2022

Solicitante:	Thania Celfa Huamán Villanueva
Dirección:	Av. Perú # 1095

<u>DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)</u>		<u>CONTROL DE LABORATORIO</u>	
Procedencia de la muestra:	Agua Subterránea	Fecha/hora de recepción:	12/12/22 10:33
Fecha/hora de muestreo:	12/12/22 09:05	Fecha de inicio del ensayo:	12/12/22
Muestreado por:	Thania Celfa Huamán Villanueva	Comprobante de pago:	EB01 - 90691
Localidad:	Encañada	<u>DATOS DE LA MUESTRA</u>	
Distrito:	Encañada	Código de Laboratorio:	12548
Provincia:	Cajamarca	Código dado por el Solicitante:	-----
Departamento:	Cajamarca	Punto de muestreo:	Captación Huanchopuquio

Código Lab.	Ensayos			
	Bacterias Heterotróficas (UFC/ ml) a 35°C	Coliformes Totales (NMP/100 ml) a 35°C	Coliformes Fecales (NMP/100 ml) a 44,5°C	E. Coli (NMP/100 ml) a 44,5°C
12548	-	2	<1.8	-

Nota: < 1.8. significa ausencia

Limite de Detección del Método: < 1.8

Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9221 B, E. Multiple-tube fermentation technique for members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012

Cajamarca, 20 de Diciembre de 2022

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL

Jorge R. Salazar Cabañas
Blgo. Jorge R. Salazar Cabañas
LABORATORIO DE AGUA Y ALIMENTOS
C.D. N° 3541



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 11132 -2022

Solicitante:	Thania Celfa Huamán Villanueva
Dirección:	Av. Perú # 1095

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	Agua Subterránea	Fecha/hora de recepción:	12/12/22 10:33
Fecha/hora de muestreo:	12/12/2022 09:05	Fecha de inicio del ensayo:	12/12/22
Muestreado por:	Thania Celfa Huamán Villanueva	Comprobante de pago:	EB01 - 90691
Localidad:	Encañada	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	Encañada	Código de Laboratorio:	12548
Provincia:	Cajamarca	Código dado por el Solicitante:	-----
Departamento:	Cajamarca	Punto de muestreo:	Captación Huanchoquico

Ensayos	Resultados	ECA del D.S. N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias"	Método de ensayo
pH (19.1 °C)	7.13	6.5 – 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Conductividad (uS/cm)	458.5	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Edition.
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	224.7	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Turbidez (UNT)	0.68	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method,
Cloro (mg/l)	-	-	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas
Sulfatos SO ₄ (mg/l)	7.7	250	Sulfa Ver 4 Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas
Hierro Fe (mg/l)	0.009	0.3	Ferro Ver Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.
Cobre: Cu (mg/l)	0.142	2	Bicinchoninate Method. Adaptado de Nakano, S. (Chemical Abstracts, 58 3390e: 1963)
Cromo Cr ⁶⁺ (mg/l)	0.002	0.05	1,5 Diphenylcarbohydrazide Method Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.
Nitrito: NO ₂ ⁻ (mg/l)	0.0101	3	Diazotization Method (Powder Pillows or AccuVac Ampuls)
Nitrato: NO ₃ ⁻ (mg/l)	1.4	50	Cadmium Reduction Method (Powder Pillows or AccuVac Ampuls)
Aluminio: (Al) (mg/l)	0.0210	0.9	Aluminon Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas

Cajamarca, 20 de Diciembre de 2022

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
LUIS CESAR SAAVEDRA OLOPTEGUI
LABORATORIO DE AGUA Y ALIMENTOS



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 12427 -2022

Solicitante:	Thania Celfa Huamán Villanueva
Dirección:	Av. Perú # 1095

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	Agua Superficial	Fecha/hora de recepción:	12/12/22 10:33
Fecha/hora de muestreo:	12/12/22 07:55	Fecha de inicio del ensayo:	12/12/22
Muestreado por:	Thania Celfa Huamán Villanueva	Comprobante de pago:	EB01 - 90694
Localidad:	Encañada	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	Encañada	Código de Laboratorio:	12547
Provincia:	Cajamarca	Código dado por el Solicitante:	-----
Departamento:	Cajamarca	Punto de muestreo:	Captación El Naranjillo

Código Lab.	Ensayos			
	Bacterias Heterotróficas (UFC/ ml) a 35°C	Coliformes Totales (NMP/100 ml) a 35°C	Coliformes Fecales (NMP/100 ml) a 44,5°C	E. Coli (NMP/100 ml) a 44,5°C
12547	-	13	<1.8	-

Nota: < 1.8: significa ausencia
Limite de Detección del Método: < 1.8

Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9221 B, E. Multiple-tube fermentation technique for members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012

Cajamarca, 20 de Diciembre de 2022

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
Bigo. Jorge R. Salazar Cabañas
LABORATORIO DE AGUA Y ALIMENTOS
C.D. N° 354



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 11131 -2022

Solicitante:	Thania Celfa Huamán Villanueva
Dirección:	Av. Perú # 1095

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	Agua Superficial	Fecha/hora de recepción:	12/12/22 10:33
Fecha/hora de muestreo:	12/12/2022 07:55	Fecha de inicio del ensayo:	12/12/22
Muestreado por:	Thania Celfa Huamán Villanueva	Comprobante de pago:	EB01 - 90694
Localidad:	Encañada	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	Encañada	Código de Laboratorio:	12547
Provincia:	Cajamarca	Código dado por el Solicitante:	-----
Departamento:	Cajamarca	Punto de muestreo:	Captación El Naranjillo

Ensayos	Resultados	ECA del D.S. N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias"	Método de ensayo
pH (19.3 °C)	7.3	6.5 – 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Conductividad (uS/cm)	382	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Edition.
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	186.9	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Turbidez (UNT)	1	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method.
Cloro (mg/l)	-	-	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas
Sulfatos SO ₄ (mg/l)	24.8	250	Sulfa Ver 4 Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas
Hierro Fe (mg/l)	0.036	0.3	Ferro Ver Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.
Cobre: Cu (mg/l)	0.09	2	Bicinchoninate Method. Adaptado de Nakano, S. (Chemical Abstracts, 58 3390e: 1963)
Cromo Cr ⁶⁺ (mg/l)	0.018	0.05	1,5 Diphenylcarbohydrazide Method Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.
Nitrito: NO ₂ ⁻ (mg/l)	0.0156	3	Diazotization Method (Powder Pillows or AccuVac Ampuls)
Nitrato: NO ₃ ⁻ (mg/l)	2.2	50	Cadmium Reduction Method (Powder Pillows or AccuVac Ampuls)
Aluminio: (Al) (mg/l)	<0.008	0.9	Aluminon Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas

Cajamarca, 20 de Diciembre de 2022

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL

LUIS CESAR SAAVEDRA OLOPTEGUI
LABORATORIO DE AGUA Y ALIMENTOS

Anexo 5: Fichas de aforo de caudales de las fuentes de agua.



FICHA TÉCNICA N°2: CÁLCULO DE AFORO

Fecha: 12-12-2022 Aforador: Francisco Aquino Uastha
Fuente: Captación Juancha Aquino Ubicación: Juancha Aquino - Encañado
Método de Aforo: volumétrico Coordenadas UTM: N = 9217575.30m
E = 793929.31m
Z = 3175.58msnm

En esta ficha se registran los aforos de las fuentes de agua, así como de los reservorios para el posterior procesamiento de datos correspondientes.

1. VOLÚMEN DEL RECIPIENTE:

	$V_{\text{cubo}} = L \times A \times h$ $V = 2.40 \times 1.00 \times 0.05 \times 1000$ <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; display: inline-block;"> $V = 120 \text{ l.}$ </div>
VOLÚMEN=	120 l.

2. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE LLENADO:

N° DE PRUEBA	TIEMPO DE LLENADO (S)
P1	23.28
P2	22.87
P3	22.94
P4	23.18
P5	22.58
PROMEDIO	22.97

3. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL:

$$Q = V/T \text{ (l/s)}$$

CAUDAL (l/s)	5.22 l/s
--------------	----------

Observaciones:

Se realizó la medida en la misma captación, considerando alturas de 5 cm para la toma del tiempo.




FICHA TÉCNICA N°2: CÁLCULO DE AFORO

Fecha: 13-12-2022 Aforador: Edilberto Alvarado Cortés
Fuente: Captación El Naranjillo Ubicación: Encañada - Naranjillo
Método de Aforo: Volumétrica Coordenadas UTM: N = 9218078.40m
E = 794096.57m
Z = 3209.87msnm

En esta ficha se registran los aforos de las fuentes de agua, así como de los reservorios para el posterior procesamiento de datos correspondientes.

1. VOLÚMEN DEL RECIPIENTE:

 <p style="text-align: center;">balde</p>	$V_{cilindro} = \pi r^2 h$ $V = \pi (0.133)^2 \times 0.36$ $V = 0.020 \text{ m}^3$ $V = 20 \text{ l.}$
VOLÚMEN=	

2. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE LLENADO:

N° DE PRUEBA	TIEMPO DE LLENADO (S)
P1	5.46
P2	4.93
P3	5.37
P4	5.14
P5	4.95
PROMEDIO	5.17

3. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL:

$$Q = V/T \text{ (l/s)}$$

CAUDAL (l/s)	3.88 l/s
---------------------	-----------------

Observaciones:

Anexo 6: Número de alumnos y el número de docentes en el año 2022, según ESCALE, para el jardín, escuela y colegio del Cercado de la Encañada.

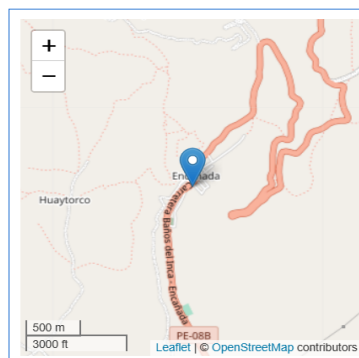


2022

026

FICHA DE DATOS

026			
Código modular	0442590	Dirección	Jiron Leonidas Bringas S/N
Anexo	0	Localidad	ENCAÑADA
Código de local	568813	Centro Poblado	ENCAÑADA
Nivel/Modalidad	Inicial - Jardín	Área geográfica	Rural
Forma	Escolarizado	Distrito	Encañada
Género	Mixto	Provincia	Cajamarca
Tipo de Gestión	Pública de gestión directa	Departamento	Cajamarca
Gestión / Dependencia	Sector Educación	Código de DRE o UGEL que supervisa el S. E.	060001
Director(a)	Requejo Idrogo Rosana Del Pilar	Nombre de la DRE o UGEL que supervisa el S.E.	UGEL Cajamarca
Teléfono		Característica (Censo Educativo 2022)	No Aplica
Correo electrónico		Latitud	-7.086023
Página web		Longitud	-78.34318
Turno	Continuo sólo en la mañana		
Tipo de programa	No aplica		
Estado	Activo		



Fuentes de información
 Padrón de Instituciones Educativas, Censo Educativo 2022, Carta Educativa del Ministerio de Educación- Unidad de Estadística y cartografía de OpenStreetMap.

Matriculación por edad y sexo, 2022

Nivel	Total		0 Años		1 Año		2 Años		3 Años		4 Años		5 Años		6 Años		7 Años	
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
Inicial - Jardín	44	48	0	0	0	0	0	0	10	13	10	16	24	19	0	0	0	0

Matriculación por periodo según edad, 2004-2022

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Total	48	48	45	45	47	48	44	47	51	75	71	84	88	91	88	84	97	91	92
0 Años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 Año	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 Años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 Años	12	11	12	12	14	14	7	9	15	24	17	27	30	24	28	26	36	22	23
4 Años	14	18	15	15	16	16	19	19	22	27	23	26	32	29	28	31	31	39	26
5 Años	22	19	18	18	17	18	18	19	14	24	29	31	26	33	32	27	30	30	43
6 Años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	5	0	0	0	0	0
7 Años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Docentes, 2004-2022

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Total	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4

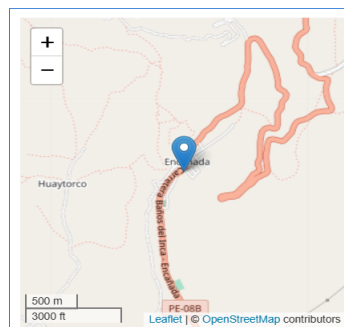


2022

82048 INMACULADA CONCEPCION

FICHA DE DATOS

82048 INMACULADA CONCEPCION			
Código modular	0438689	Dirección	Jiron Leonidas Bringas S/N
Anexo	0	Localidad	ENCAÑADA
Código de local	568813	Centro Poblado	ENCAÑADA
Nivel/Modalidad	Primaria	Área geográfica	Rural
Forma	Escolarizado	Distrito	Encañada
Género	Mixto	Provincia	Cajamarca
Tipo de Gestión	Pública de gestión directa	Departamento	Cajamarca
Gestión / Dependencia	Sector Educación	Código de DRE o UGEL que supervisa el S. E.	060001
Director(a)	Salazar Yzquierdo Segundo Manuel	Nombre de la DRE o UGEL que supervisa el S.E.	UGEL Cajamarca
Teléfono		Característica (Censo Educativo 2022)	Polidocente completo
Correo electrónico		Latitud	-7.086023
Página web		Longitud	-78.34318
Turno	Continuo sólo en la mañana		
Tipo de programa	No aplica		
Estado	Activo		



Fuentes de información
 Padrón de Instituciones Educativas, Censo Educativo 2022, Carta Educativa del Ministerio de Educación- Unidad de Estadística y cartografía de OpenStreetMap.

Matrícula por periodo según grado, 2004-2022

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Total	406	386	313	311	292	275	277	274	259	253	246	262	248	254	248	263	266	267	256
1º Grado	49	49	38	40	44	40	50	45	35	34	39	46	46	37	37	39	39	40	33
2º Grado	73	46	48	52	43	44	51	59	45	41	37	44	48	49	38	38	45	41	42
3º Grado	67	78	44	49	51	44	48	47	52	40	37	33	45	50	56	38	41	47	46
4º Grado	73	57	72	52	39	49	41	50	41	61	43	39	30	50	39	58	37	41	45
5º Grado	96	62	63	65	54	39	37	47	44	34	55	43	39	30	48	44	60	38	48
6º Grado	48	94	48	53	61	59	50	26	42	43	35	57	40	38	30	46	44	60	42

Docentes, 2004-2022

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Total	18	16	18	16	13	17	17	19	16	16	16	14	15	16	17	17	17	16	17

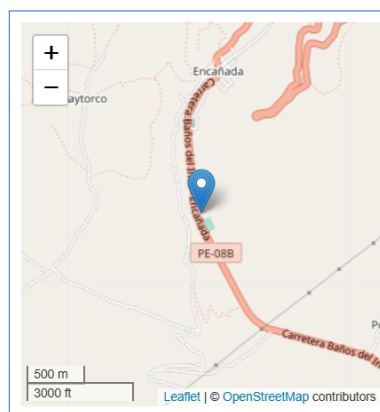


2022

JOSE CARLOS MARIATEGUI

FICHA DE DATOS

JOSE CARLOS MARIATEGUI			
Código modular	0504878	Dirección	Prolong Lima
Anexo	0	Localidad	
Código de local	097238	Centro Poblado	ENCAÑADA
Nivel/Modalidad	Secundaria	Área geográfica	Rural
Forma	Escolarizado	Distrito	Encañada
Género	Mixto	Provincia	Cajamarca
Tipo de Gestión	Pública de gestión directa	Departamento	Cajamarca
Gestión / Dependencia	Sector Educación	Código de DRE o UGEL que supervisa el S. E.	060001
Director(a)	Chavez Silva Carlos	Nombre de la DRE o UGEL que supervisa el S.E.	UGEL Cajamarca
Teléfono		Característica (Censo Educativo 2022)	No Aplica
Correo electrónico		Latitud	-7.095756
Página web		Longitud	-78.34418
Turno	Continuo sólo en la mañana		
Tipo de programa	No aplica		
Estado	Activo		



Fuentes de información
 Padrón de Instituciones Educativas, Censo Educativo 2022, Carta Educativa del Ministerio de Educación- Unidad de Estadística y cartografía de OpenStreetMap.

Matrícula por periodo según grado, 2004-2022

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Total	339	314	358	379	380	374	378			295	282	276	304	319	322	317	322	336	346
1º Grado	100	85	118	98	95	99	94			67	70	57	90	73	73	66	76	74	81
2º Grado	90	70	73	112	96	78	79			66	53	63	57	89	70	64	55	75	74
3º Grado	55	66	56	60	102	84	81			60	54	51	62	51	81	73	62	66	76
4º Grado	49	50	65	53	45	68	70			55	53	50	48	58	47	72	60	59	56
5º Grado	45	43	46	56	42	45	54			47	52	55	47	48	51	42	69	62	59

Docentes, 2004-2022

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Total	14	16	19	13	13	20	18			24	21	27	29	31	30	26	31	29	29

Figura 37 : Levantamiento topográfico del sistema de agua potable.



Figura 38 : Levantamiento topográfico del sistema de agua potable.



Figura 39 Recojo de muestra para el análisis físico- químico y microbiológico del agua.



Figura 40 Medición de cloro residual en el reservorio Juancho Puquio



Figura 41 *Medición de cloro residual en la primera vivienda del sistema Juancho Puquio.*



Figura 42 *Medición de cloro residual en la vivienda intermedia del sistema Juancho Puquio.*



Figura 43 *Medición de cloro residual en la última vivienda del sistema Juancho Puquio.*



Figura 44 *Medición de cloro residual en el reservorio El Naranjillo*



Figura 45 Medición de cloro residual en la primera vivienda del sistema El Naranjillo.



Figura 46 Medición de cloro residual en la vivienda intermedia del sistema El Naranjillo.



Figura 47 *Medición de cloro residual en la última vivienda del sistema El Naranjillo.*



Figura 48 *Inspección de captación Juancho Puquio.*



Figura 49 *Cloración de reservorio El Naranjillo.*

