UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

"EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO EN EL CASERÍO EL GIGANTE, SAN BERNARDINO, SAN PABLO – CAJAMARCA 2024"

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Bachiller. SAÚL MALIMBA MALCA

Asesor:

Dr. Ing. GASPAR VIRILO MÉNDEZ CRUZ

Cajamarca – Perú

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA –

1. **Investigador:** SAÚL MALIMBA MALCA
   DNI: 73629073
   Escuela Profesional: Ingeniería Civil

2. **Asesor:** Gaspar Virilo Méndez Cruz
   Facultad: Ingeniería

3. **Grado académico o título profesional**

   ☐Bachiller ■Título profesional ☐Segunda especialidad

   ☐Maestro ☐Doctor

4. **Tipo de Investigación:**

   ■ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional

   ☐ Trabajo académico

5. **Título de Trabajo de Investigación:**
   EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO EN EL CASERÍO EL GIGANTE, SAN BERNARDINO, SAN PABLO – CAJAMARCA 2024

6. **Fecha de evaluación:** 11/08/2025
7. **Software antiplagio:** ■ **TURNITIN** ☐ **URKUND (OURIGINAL)** ***(*)***
8. **Porcentaje de Informe de Similitud: 20 %**
9. **Código Documento: Oid: 3117:481838051**
10. **Resultado de la Evaluación de Similitud:**

    ■ **APROBADO** ☐ **PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO**

Fecha Emisión: Cajamarca, 12 de agosto de 2025

Firmado digitalmente por: BAZAN DIAZ Laura Sofia FAU 20148258601 soft
Motivo: En señal de conformidad
Fecha: 12/08/2025 08:52:30-0500

FIRMA DIGITAL

_____ _____

FIRMA DEL ASESOR
Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz

DNI: 26631950

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI

Universidad Nacional de Cajamarca
"Norte de la Universidad Peruana"
Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962
FACULTAD DE INGENIERÍA
Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130

ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : *EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO EN EL CASERÍO EL GIGANTE, SAN BERNARDINO, SAN PABLO – CAJAMARCA 2024*

ASESOR : *Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.*

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple Nº 0509-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 21 de agosto de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los ***ocho días del mes de setiembre de 2025***, siendo las diez horas (10:00 a.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 : M.Cs. Ing. Marco Antonio Silva Silva.
Secretario : M.Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada *EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO EN EL CASERÍO EL GIGANTE, SAN BERNARDINO, SAN PABLO – CAJAMARCA 2024*, presentado por la Bachiller en Ingeniería Civil ***SAÚL MALIMBA MALCA***, asesorado por el Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz, para la obtención del Título Profesional

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

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

En consecuencia, se lo declara ...Aprobado... con el calificativo de ...Dieciocho.....
acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las ...11:30.... 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

M.Cs. Ing. Marco Antonio Silva Silva.
Vocal

M.Cs. Ing. José Hilario Longa Álvarez
Secretario

Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.
Asesor

COPYRIGHT © 2025 by

SAÚL MALIMBA MALCA

Todos los derechos reservados

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser la fortaleza de mi vida para alcanzar cosas grandiosas.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, por impartirme una sólida base de conocimientos en ingeniería civil.

A mis padres y hermanos, por el apoyo incondicional para construir un mundo mejor.

A Jorge Luis, por su amistad y apoyo para seguir adelante.

Al Dr. Ing. Gaspar Méndez Cruz, por ser mi guía invaluable y fundamental en el desarrollo de la presente investigación.

DEDICATORIA

A mis padres, José Santos Malimba y María Faustina Malca, quienes con su esfuerzo y resiliencia me permitieron avanzar profesionalmente. Este logro es también de ustedes.

A mis hermanos, Daniel, Manuel, Miguel, Nohemí, Sara y Jamer, por ser mi mayor inspiración y determinación para transformar la historia.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO ..... **iii**

DEDICATORIA ..... **iv**

ÍNDICE GENERAL ..... **v**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **xi**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **xiv**

ÍNDICE DE GRÁFICOS ..... **xvii**

RESUMEN ..... **xix**

ABSTRACT ..... **xx**

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN **1**

1.1. Planteamiento del problema 1

1.1.1. Contextualización 1

1.1.2. Descripción del problema 2

1.1.3. Formulación del problema 2

1.1.4. Justificación de la investigación 2

1.2. Delimitación de la investigación 3

1.3. Limitaciones 3

1.4. Objetivos 4

1.4.1. Objetivo general 4

1.4.2. Objetivos específicos 4

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO **5**

2.1. Antecedentes teóricos 5

2.1.1. A nivel internacional 5
2.1.2. A nivel nacional 6
2.1.3. A nivel local 7
2.2. Bases teóricas 9
2.2.1. Sistema de abastecimiento de agua potable 9
2.2.2. Sistema de agua de uso doméstico 9
2.2.3. Demanda de agua de uso doméstico 9
2.2.4. Parámetros de diseño 9
2.2.5. Captación de manantial de ladera 12
2.2.6. Criterios de diseño hidráulico 12
2.2.7. Líneas de conducción por gravedad 17
2.2.8. Cámara rompe presión 18
2.2.9. Válvula de aire 18
2.2.10. Válvula de purga 18
2.2.11. Reservorio 19
2.2.12. Línea de aducción 20
2.2.13. Redes de distribución 24
2.2.14. Calidad del agua 25
2.2.15. Control de calidad del agua potable 26
2.2.16. Caudal de operación real 27
2.2.17. Simulación hidráulica con el software WaterCAD V10 27
2.3. Definición de términos básicos 28
2.3.1. Agua potable 28
2.3.2. Agua de uso doméstico 28
2.3.3. Análisis hidráulico 28

2.3.4. Calidad de agua....28
2.3.5. Captación....28
2.3.6. Caudal de diseño....28
2.3.7. Caudal máximo diario....28
2.3.8. Conexión domiciliaria de agua....29
2.3.9. Demanda de agua....29
2.3.10. Dotación de agua potable....29
2.3.11. Estiaje....29
2.3.12. Oferta de agua....29
2.3.13. Presiones....29
2.3.14. Reservorio....29

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS....30

3.1. Ubicación de la investigación....30
3.1.1. Ubicación política....30
3.1.2. Ubicación geográfica....33

3.2. Características de la zona de investigación....33
3.2.1. Ubicación....33
3.2.2. Extensión territorial....34
3.2.3. Población....34
3.2.4. Vías de acceso....35
3.2.5. Situación económica....36
3.2.6. Características de edificaciones....36
3.2.7. Instituciones....37
3.2.8. Salud....38

3.2.9. Saneamiento básico....39
3.2.10. Servicios públicos....39
3.2.11. Clima....39
3.2.12. Topografía....39
3.3. Metodología....39
3.3.1. Enfoque de investigación....39
3.3.2. Tipo....39
3.3.3. Nivel....40
3.3.4. Diseño....40
3.3.5. Método....40
3.4. Población y muestra....40
3.4.1. Población....40
3.4.2. Muestra....40
3.4.3. Unidad de análisis....41
3.5. Técnicas y materiales de recolección de datos....41
3.5.1. Técnicas....41
3.5.2. Materiales, equipos y softwares....41
3.6. Hipótesis de investigación....42
3.6.1. Hipótesis general....42
3.6.2. Definición de variable....42
3.6.3. Dimensiones....42
3.6.4. Categorías....42
3.6.5. Operacionalización de variable....43
3.6.6. Matriz de consistencia metodológica....44

3.7. Procedimiento para el desarrollo de la investigación 45

3.7.1. Levantamiento topográfico 45

3.7.2. Padrón de usuarios 45

3.7.3. Medición de presión in situ.....45

3.7.4. Observación cualitativa de la red.....45

3.7.5. Modelamiento hidráulico de la red con el software WaterCAD.....46

3.7.6. Cálculo de la variación de presión 46

3.8. Recolección y análisis de datos 46

3.8.1. Levantamiento topográfico 46

3.8.2. Padrón de usuarios 47

3.8.3. Medición de presión manométrica in situ.....47

3.8.4. Describir los componentes del sistema de agua del caserío El Gigante 47

3.8.5. Estimar la demanda actual de agua de uso doméstico del caserío El Gigante.....47

3.8.6. Evaluar hidráulicamente la infraestructura del sistema de agua de uso doméstico 48

3.8.7. Evaluar la operación y mantenimiento del sistema de agua del caserío El Gigante.....50

3.8.8. Generar una propuesta de mejora en cada componente del sistema de agua de uso doméstico que estén en mal estado y tengan un mal funcionamiento 51

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 52

4.1. Presentación de resultados.....52

4.1.1. Evaluación de la infraestructura hidráulica.....52

4.1.2. Evaluación del funcionamiento hidráulico 66

4.1.3. Evaluación hidráulica del sistema.....84

4.1.4. Calidad de agua del caserío de El Gigante.....113

4.1.5. Evaluación de operación y mantenimiento del sistema de agua de uso doméstico.....113

4.1.6. Propuestas de mejoramiento 126

4.2. Discusión de resultados 126

4.3. Contrastación de hipótesis 132

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....133

5.1. Conclusiones.....133

5.2. Recomendaciones 135

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....136

ANEXOS.....142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Periodo de diseño de infraestructura sanitaria* *9*

Tabla 2 *Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab/día)* *10*

Tabla 3 *Condiciones de flujo* *22*

Tabla 4 *Valores de viscosidad cinemática del agua en función a temperatura* *22*

Tabla 5 *Coeficiente de rugosidad absoluta* *23*

Tabla 6 *Coeficiente de incremento anual de rugosidad de la fórmula de Genijew* *24*

Tabla 7 *Parámetros de calidad de agua* *25*

Tabla 8 *Parámetros de calidad del agua y límites máximos de agua en Perú* *26*

Tabla 9 *Coordenadas de ubicación del caserío El Gigante* *33*

Tabla 10 *Población del distrito de San Bernardino* *34*

Tabla 11 *Población del caserío El Gigante* *34*

Tabla 12 *Vías de acceso por red vial PE-08A al caserío El Gigante* *35*

Tabla 13 *Vías de acceso al caserío El Gigante* *35*

Tabla 14 *Vías de acceso por red vial PE-08 al caserío El Gigante* *36*

Tabla 15 *Operacionalización de variable* *43*

Tabla 16 *Matriz de consistencia metodológica* *44*

Tabla 17 *Cuestionario de operación y mantenimiento* *51*

Tabla 18 *Ubicación de válvulas de aire en línea de conducción* *55*

Tabla 19 *Características de línea de aducción* *60*

Tabla 20 *Características de la red de distribución* *61*

Tabla 21 *Ubicación de cámaras rompe presión* *63*

Tabla 22 *Ubicación de pases aéreos* *66*

Tabla 23 *Volumen de consumo horario de semana 1* *68*

Tabla 24 *Volumen de consumo horario de semana 2* *69*

Tabla 25 *Volumen de consumo horario de semana 3*.....*70*

Tabla 26 *Volumen de consumo horario de semana 4*.....*71*

Tabla 27 *Día del máximo consumo de la primera semana* *72*

Tabla 28 *Día de máximo consumo de la segunda semana*.....*73*

Tabla 29 *Día de máximo consumo de la tercera semana*.....*74*

Tabla 30 *Día del máximo consumo de la cuarta semana*.....*75*

Tabla 31 *Consumo promedio diario desde 01/04/2024 - 07/04/2024*.....*76*

Tabla 32 *Consumo promedio diario desde 03/06/2024 - 09/06/2024*.....*77*

Tabla 33 *Consumo promedio diario desde 10/06/2024 - 16/06/2024*.....*77*

Tabla 34 *Consumo promedio diario desde 15/07/2024 - 21/07/2024*.....*78*

Tabla 35 *Consumo máximo diario desde 01/04/2024 - 07/04/2024*.....*79*

Tabla 36 *Consumo máximo diario desde 03/06/2024 - 09/06/2024*.....*79*

Tabla 37 *Consumo máximo diario desde 10/06/2024 - 16/06/2024*.....*80*

Tabla 38 *Consumo máximo diario desde 15/07/2024 - 21/07/2024*.....*80*

Tabla 39 *Consumo máximo horario desde 01/04/2024 - 07/04/2024* *81*

Tabla 40 *Consumo máximo horario desde 03/06/2024 - 09/06/2024* *82*

Tabla 41 *Consumo máximo horario desde 10/06/2024 - 16/06/2024* *82*

Tabla 42 *Consumo máximo horario desde 15/07/2024 - 21/07/2024* *83*

Tabla 43 *Resultados de aforo 1 en época de lluvia 01/04/2024*.....*84*

Tabla 44 *Resultados de aforo 2 realizado el 05/06/2024*.....*84*

Tabla 45 *Resultados de aforo 3 realizado el 18/07/2024*.....*85*

Tabla 46 *Resultados de aforo 4 en época de estiaje 04/08/2024* *85*

Tabla 47 *Aforo en el reservorio en época de estiaje*.....*95*

Tabla 48 *Datos de diagrama de masa para semana 1 durante 14 horas*.....*96*

Tabla 49 *Datos de diagrama de masa para semana 2 durante 14 horas*.....*98*

Tabla 50 *Datos de diagrama de masa para semana 3 durante 14 horas.....100*

Tabla 51 *Datos de diagrama de masa para semana 4 durante 14 horas.....102*

Tabla 52 *Presiones en viviendas en día y hora de máx. consumo (21/7/24; 6 a 7 a.m.) 108*

Tabla 53 *Presiones dinámicas en las conexiones con WaterCAD V.10.....110*

Tabla 54 *Presiones en los nodos en base al modelado con el software WaterCAD V.10.....111*

Tabla 55 *Caudales, velocidades y pérdidas de carga de la red con WaterCAD V.10.....112*

Tabla 56 *Institución ejecutora del sistema de agua de uso doméstico.....114*

Tabla 57 *Conclusión de construcción del sistema de agua El Gigante 115*

Tabla 58 *Tipo de fuente que abastece al sistema de agua 115*

Tabla 59 *Tipo de sistema de abastecimiento.....116*

Tabla 60 *Consumo en litros por familia.....117*

Tabla 61 *Almacenamiento o depósito de agua en casa.....117*

Tabla 62 *Confirmación de meses en que se consume más el agua del sistema 118*

Tabla 63 *Responsable de la operación y mantenimiento del sistema de agua 119*

Tabla 64 *Variaciones de presión de agua durante el día.....119*

Tabla 65 *Tarifa por el consumo de agua de uso doméstico.....120*

Tabla 66 *Confirmación de existencia de plan de mantenimiento para sistema de agua 121*

Tabla 67 *Participación de usuarios en el plan de mantenimiento del sistema 121*

Tabla 68 *Confirmación de realización de limpieza y desinfección del sistema de agua 122*

Tabla 69 *Tiempo que cloran el sistema de agua de uso doméstico.....123*

Tabla 70 *Encargado de servicios de gasfitería del sistema de agua 123*

Tabla 71 *Confirmación si es encargado de servicios de gasfitería es remunerado.....124*

Tabla 72 *Herramientas para operación y mantenimiento del sistema de agua.....125*

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 *Sistema de captación manantial de ladera.....12*

Figura 2 *Ancho de pantalla de la cámara húmeda.....14*

Figura 3 *Altura total de cámara húmeda.....15*

Figura 4 *Canastilla de cámara húmeda.....16*

Figura 5. *Esquema de línea de conducción 17*

Figura 6 *Esquema de línea de aducción 20*

Figura 7 *Diagrama de flujo del modelado en el WaterCAD 27*

Figura 8 *Mapa geográfico del Perú.....30*

Figura 9 *Mapa del departamento de Cajamarca y ubicación de la provincia San Pablo 31*

Figura 10 *Mapa de la provincia San Pablo y ubicación del distrito San Bernardino 31*

Figura 11 *Mapa del distrito de San Bernardino y ubicación del caserío El Gigante 32*

Figura 12 *Ubicación geográfica del caserío El Gigante.....32*

Figura 13 *Vista panorámica del caserío El Gigante, San Bernardino, San Pablo 33*

Figura 14 *Plantación de palta del caserío El Gigante 36*

Figura 15 *Vista del acceso principal y campo deportivo del caserío El Gigante 37*

Figura 16 *Vista de I.E.N°821358 El Gigante 38*

Figura 17 *Vista de captación El Gigante.....52*

Figura 18 *Vista de cámara húmeda de captación El Gigante 53*

Figura 19 *Válvula de control de cámara seca 54*

Figura 20 *Cerco perimétrico de la captación El Gigante 54*

Figura 21 *Vista de válvula de aire en línea de conducción.....55*

Figura 22 *Reservorio del sistema de agua El Gigante 56*

Figura 23 *Vista de accesorios internos del reservorio 57*

Figura 24 *Vista de caja de válvulas del reservorio 57*

Figura 25 *Vista de la caseta de cloración.....58*

Figura 26 *Cerco perimétrico del reservorio El Gigante.....59*

Figura 27 *Medición interna de CRP en la red de distribución 1.....62*

Figura 28 *Vista de componentes internos de CRP de la red de distribución 1 .....62*

Figura 29 *Vista de CRP de la red de distribución 2 .....63*

Figura 30 *Pase aéreo con mayor riesgo de daño en la red en progresiva 3+644.041 .....65*

Figura 31 *Mediciones en el reservorio para obtener el volumen de consumo horario.....76*

Figura 32 *Vista en planta y perfil de la cámara húmeda de la captación.....88*

Figura 33 *Medición de presión dinámica mediante el uso de manómetro 109*

Figura 34 *Registro de presiones en las casas más cercanas a los nodos de la red.....109*

Figura 35. *Base para levantamiento topográfico con GPS diferencial.....158*

Figura 36. *Obtención de coordenadas UTM de captación peña El Gigante.....158*

Figura 37. *Vista de la captación del sistema de agua El Gigante con cerco perimétrico....159*

Figura 38. *Tomando el dimensionamiento de la cámara húmeda de la captación 159*

Figura 39. *Tomando dimensiones de cámara húmeda de la captación.....160*

Figura 40. *Distancia entre orificios en la cámara húmeda de la captación 160*

Figura 41. *Aforo en la captación del sistema de agua El Gigante 161*

Figura 42. *Vista de reservorio rectangular del caserío El Gigante 161*

Figura 43. *Mediciones en el reservorio para obtener el volumen de consumo horario.....162*

Figura 44. *Mediciones exteriores de reservorio El Gigante.....162*

Figura 45. *Tubería expuesta en red de distribución.....163*

Figura 46. *Pase aéreo con mayor riesgo de daño en progresiva 3+644.041 .....163*

Figura 47. *Medición in situ de cámara rompe presión en la red de distribución 164*

Figura 48. *Cámara rompe presión en la red de distribución 164*

Figura 49. *Medición de presión dinámica con manómetro 165*

Figura 50. *Realizando el muestreo de agua para llevarlo a analizar al laboratorio.....165*

Figura 51. *Realizando toma de muestra de agua.....166*

Figura 52. *Realizando el muestreo de agua para llevarlo a analizar al laboratorio.....166*

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Pág.

Gráfico 1 *Día del máximo consumo de la primera semana* *72*

Gráfico 2 *Día del máximo consumo de la segunda semana* *73*

Gráfico 3 *Día de máximo consumo de la tercera semana* *74*

Gráfico 4 *Día del máximo consumo de la cuarta semana* *75*

Gráfico 5 *Aforos realizados en captación Peña El Gigante en 2024* *86*

Gráfico 6 *Curva de consumo continuo de 14 horas de funcionamiento* *97*

Gráfico 7 *Curva de consumo continuo de 14 horas de funcionamiento* *99*

Gráfico 8 *Curva de consumo continuo de 14 horas de funcionamiento* *101*

Gráfico 9 *Curva de consumo continuo de 14 horas de funcionamiento* *103*

Gráfico 10 *Institución ejecutora del sistema de agua de uso doméstico* *114*

Gráfico 11 *Conclusión de la construcción del sistema de agua de uso doméstico* *115*

Gráfico 12 *Tipo de fuente que abastece al sistema de agua de uso doméstico* *116*

Gráfico 13 *Confirmación de tipo de sistema de abastecimiento* *116*

Gráfico 14 *Consumo en litros por familia del caserío El Gigante* *117*

Gráfico 15 *Confirmación del usuario si almacena o deposita agua en casa* *118*

Gráfico 16 *Confirmación del mes en que se consume más el agua del sistema* *118*

Gráfico 17 *Responsable de la operación y mantenimiento del sistema de agua* *119*

Gráfico 18 *Variaciones de presión de agua durante el día* *120*

Gráfico 19 *Tarifa por el servicio de agua de uso doméstico* *120*

Gráfico 20 *Plan de operación y mantenimiento para sistema de agua* *121*

Gráfico 21 *Participación de usuarios en el plan de mantenimiento del sistema* *122*

Gráfico 22 *Realización de limpieza y desinfección del sistema de agua* *122*

Gráfico 23 *Tiempo que cloran el sistema de agua* *123*

Gráfico 24 *Confirmación del encargado de servicios de gasfitería.....124*

Gráfico 25 *Confirmación si el encargado de servicios de gasfitería es remunerado 125*

Gráfico 26 *Herramientas para operación y mantenimiento del sistema de agua.....125*

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el sistema de agua de uso doméstico del caserío El Gigante, distrito de San Bernardino, provincia de San Pablo, departamento de Cajamarca porque presenta problemas de cobertura, descontrol del consumo, caída de presión y por antigüedad. El método de investigación es de tipo aplicado, nivel descriptivo y con diseño no experimental. La metodología consistió en describir los componentes, estimar la demanda, evaluar hidráulicamente el sistema de agua, la operación y mantenimiento. Se evaluó la diferencia del caudal de oferta en estiaje con el caudal máximo diario y resulta ser suficiente abastecer al 23.33% de familias que no tienen acceso al agua; se determinó el caudal medio 0.22 l/s, caudal máximo diario 0.24 l/s, caudal máximo horario 0.48 l/s, coeficiente de variación diario 1.14, coeficiente de variación horario 2.05, dotación 114.65 l/hab/d y presiones dinámicas en campo que varían desde 3.57 m.c.a. hasta 74.97 m.c.a. Se hizo el modelado hidráulico con el software WaterCAD y se obtuvo la velocidad mínima 0.601 m/s y velocidad máxima 0.875 m/s, el 3.33 % son presiones no estándar y el 96.67% de presiones cumple con el estándar. Se encuestó al 53.33% de usuarios y se obtuvo que no existe un plan de operación y mantenimiento, ni utilizan cloro para desinfección. Se analizó el agua y resulta ser bacteriológicamente apta para consumo. Se concluyó que el sistema de agua es hidráulicamente deficiente en su funcionalidad.

Palabras Clave: evaluación, sistema de agua, variación de consumo, presión dinámica, modelado hidráulico.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the domestic water system in the village of El Gigante, district of San Bernardino, province of San Pablo, department of Cajamarca, because it has problems with coverage, uncontrolled consumption, pressure drops, and age. The research method is applied, descriptive, and non-experimental in design. The methodology consisted of describing the components, estimating demand, and evaluating the water system, operation, and maintenance hydraulically. The difference between the low-flow supply and the maximum daily flow was evaluated and found to be sufficient to supply 23.33% of families who do not have access to water. The average flow was determined to be 0.22 l/s, the maximum daily flow 0.24 l/s, the maximum hourly flow 0.48 l/s, the daily coefficient of variation 1.14, the hourly coefficient of variation 2.05, the allocation 114.65 l/inhabitant/day, and dynamic pressures in the field ranging from 3.57 m. c.a. up to 74.97 m.c.a. Hydraulic modeling was performed using WaterCAD software, and the minimum velocity was 0.601 m/s and the maximum velocity was 0.875 m/s. 3.33% are non-standard pressures and 96.67% of pressures comply with the standard. A survey of 53.33% of users revealed that there is no operation and maintenance plan, nor do they use chlorine for disinfection. The water was analyzed and found to be bacteriologically safe for consumption. It was concluded that the water system is hydraulically deficient in its functionality.

Keywords: evaluation, water system, consumption variation, dynamic pressure, hydraulic modeling.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Contextualización

El crecimiento demográfico global afecta en la salud y bienestar de las personas. En algunas regiones del mundo, existen problemas de abastecimiento de agua en el norte de África y de cobertura en zonas de Latinoamérica. El crecimiento urbano representa un reto para la gestión de los sistemas de agua potable (Banco Mundial, 2020).

El saneamiento deficiente y agua contaminada permiten la existencia de enfermedades infectocontagiosas y gastrointestinales. Los riesgos en la salud de la población son a causa de la falta de servicios de agua y saneamiento (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2022).

En el ámbito rural del Perú, los sistemas de agua de uso doméstico carecen de gestión eficiente y sostenible por falta de un registro integral sobre el estado actual. La mayoría de los sistemas de agua existentes tienen una antigüedad superior a los 20 años, lo que conduce a pérdidas de agua por fugas y a una menor eficiencia en el tratamiento del agua (Agenda de Proteccion Ambiental de Estados Unidos [EPA], 2022). El Perú se sitúa en el octavo puesto a nivel del mundial, es un país con mayor reserva hídrica pero solo el 1% del total está disponible para consumo (Montero, 2022).

Según un informe económico y social de la región de Cajamarca, existen deficiencias en los sistemas de agua potable y alcantarillado de la región lo que puede causar problemas de salud pública y ambiental (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento [SUNASS], 2020). En el año 2021 en la región Cajamarca la cobertura del suministro de agua doméstica en zonas rurales fue del 76.1% (INEI,2021).

El caserío El Gigante, perteneciente al distrito de San Bernardino, provincia de San Pablo, cuenta con un sistema de agua doméstica que presenta deficiencias en cobertura e infraestructura el cual genera incomodidad de los usuarios.

1.1.2. Descripción del problema

El sistema de agua de uso doméstico del caserío El Gigante es por gravedad. En la actualidad presenta inconvenientes de presiones bajas en algunas viviendas de la parte alta, el sistema tiene una infraestructura antigua y la cobertura de agua no alcanza la universalidad.

Esto ha generado inquietudes sobre si la infraestructura actual aún cumple con su propósito inicial; además, los usuarios han señalado que en algunas casas el agua llega con mucha fuerza, mientras que en las casas de las partes altas la presión es baja.

Se desconoce también los parámetros de diseño con los que fue elaborado el proyecto y no se cuenta con micro medición, por lo que el consumo de los usuarios no se puede controlar ya que utilizan el agua en otras actividades como irrigación de parcelas. En la red de distribución se presentan problemas de roturas en las tuberías ya que con el paso del tiempo ha sido afectado por deslizamientos. A finales del año 2019 se construyó la caseta de cloración pero la población no hace uso de cloro por razones sociales y asumen que el agua es limpia. El sistema carece de inspección por parte de las autoridades del distrito de San Bernardino.

Ante esta realidad, se tiene la intención de realizar una evaluación exhaustiva que permita identificar las dificultades que enfrenta el sistema de suministro de agua. Esta investigación busca ofrecer una comprensión integral de la situación actual del sistema de agua doméstica del caserío El Gigante.

1.1.3. Formulación del problema

¿Cuál es el estado actual del sistema de agua de uso doméstico del caserío El Gigante, San Bernardino, San Pablo - Cajamarca 2024?

1.1.4. Justificación de la investigación

La presente investigación se realizó para obtener datos actualizados y precisos sobre el estado actual del sistema de agua de uso doméstico del caserío El Gigante, debido a que no existen registros ni estadísticas recientes; se analizó los problemas que enfrentan los usuarios

como falta de cobertura, enfermedades infectocontagiosas, presiones bajas en partes altas y antigüedad del sistema. Se hizo la modelación hidráulica en WaterCAD para ver el funcionamiento del sistema actual, identificando posibles fallas y áreas para su optimización.

Asimismo, reconocer estas características propone dar un mejor servicio de agua potable a la población y de esta manera mejorar el desarrollo sostenible de los habitantes. Además, es necesario fomentar la participación, compromiso de usuarios y de las organizaciones encargadas de la gestión de los servicios de agua potable. La obtención de esta información es esencial para tomar decisiones e implementar la infraestructura, gestión administrativa, operación y mantenimiento del sistema. Al promover nuevas prácticas y enfoques del uso responsable del agua, el consumo se reduce y el suministro sería continuo y eficiente en horas de máxima demanda.

Con los resultados de esta investigación, será posible desarrollar estrategias e implementar mejoras incluyendo la creación de planos base para el manejo y mantenimiento con el fin de reducir costos e incrementar el funcionamiento y eficiencia del sistema de agua.

1.2. Delimitación de la investigación

La investigación estuvo enmarcada en base a tres aspectos:

a) Espacial, se realizó en el caserío El Gigante, distrito San Bernardino, provincia San Pablo, departamento Cajamarca.

b) Temporal, la recolección de datos se hizo durante un periodo de 12 meses.

c) Conceptual, se enfocó realizar la evaluación hidráulica de la infraestructura del sistema de agua y se limitó al tratamiento de agua y análisis estructural.

1.3. Limitaciones

La presente investigación estuvo limitada a realizar el ensayo de esclerometría debido a la prohibición de daños estructurales de la infraestructura del sistema de agua.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el sistema de agua de uso doméstico en el caserío El Gigante, San Bernardino, San Pablo - Cajamarca 2024.

1.4.2. Objetivos específicos

a) Describir los componentes del sistema de agua de uso doméstico en el caserío El Gigante.

b) Estimar la demanda actual de agua de uso doméstico en el caserío El Gigante.

c) Evaluar hidráulicamente la infraestructura del sistema de agua de uso doméstico en el caserío El Gigante.

d) Evaluar la operación y mantenimiento del sistema de agua de uso doméstico.

e) Generar una propuesta de mejora en cada componente del sistema de agua de uso doméstico que estén en mal estado y tengan un mal funcionamiento.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos

2.1.1. A nivel internacional

Asqui & Recalde (2022), en su estudio de investigación: "Evaluación del sistema de conducción de agua cruda de la Regional Santa Gertrudis y sistema de tratamiento y distribución de agua potable de la Comunidad Chaupiloma", propusieron como objetivo: evaluar la línea de conducción, tratamiento, reserva y red de distribución del sistema de agua potable de la comunidad Chaupiloma, donde aplicaron una metodología de diseño no experimental; los resultados mostraron que las captaciones del sistema, tanque recolector, válvulas de aire, válvulas de desagüe y pasos de quebrada se encuentran en buenas condiciones y las cámaras rompe presión no se encuentran aptos para uso. Se obtuvo un caudal de diseño 6.75 l/s, siendo insuficiente para abastecer a la comunidad. Concluyeron plantear alternativas de mejora como adicionar accesorios complementarios a todos los componentes, para la red de distribución plantearon disminuir las cámaras rompe presión y cambio de diámetros en algunas zonas de los ramales.

Avilés & Baque (2023), en su investigación establecieron como objetivo: evaluar el sistema de suministro de agua potable en la Parroquia San José Del Tambo de Guayaquil. Aplicaron una metodologia descriptiva, los resultados evidenciaron que el suministro se obtiene de tres fuentes diferentes, con un caudal promedio de 10l /s. El caudal requerido en la actualidad es de 8.16 lt/s, el cual es suficiente. El tanque de reserva no tiene la capacidad suficiente y realizaron el dimensionamiento de un nuevo tanque de 390 m3, de 5m y diámetro de 10m, la red de distribución no está en buenas condiciones debido a su vida útil cumplida y se propuso una nueva red de distribución. Finalmente, rediseñaron la red de distribución utilizando el AutoCAD y se evaluó con el EPANET, analizando los caudales en los nodos, los diámetros de las tuberías y la presión del agua.

Cruz & Centeno (2020), en su artículo: "Evaluación de la calidad del servicio de abastecimiento de agua potable a partir de la percepción de personas usuarias: El caso en Cartago, Costa Rica" establecieron como objetivo evaluar la percepción de la población sobre la calidad de servicio de agua potable, donde la metodología empleada fue de nivel descriptivo y la información se obtuvo mediante encuestas. Como resultado se ha determinado que se tiene una asimetría considerable entre varios de los sistemas existentes, con algunos problemas en el nivel de continuidad del servicio y de propiedades organolépticas del líquido. Concluyen que la evaluación del servicio depende directamente de la percepción de usuarios.

2.1.2. A nivel nacional

Alvarado (2022), en su estudio: "Evaluación y mejoramiento del sistema de Sistema de agua potable del caserío Santa Apolonia, distrito Julcán, provincia Julcán, regíon la Libertad, para la mejora de la condición sanitaria de la Población – 2021", propuso como objetivo: evaluar y mejorar el sistema de sistema de agua potable del caserío Santa Apolonia, con el fin de mejorar las condiciones sanitarias de la población para el año 2021. La metodología tiene un enfoque correlacional y transversal y con diseño descriptivo no experimental. Los resultados indicaron que el estado del sistema fue calificado como regular, mientras que la infraestructura presentaba un estado entre malo y regular. Concluyó que el agua potable presenta condiciones ineficientes en la captación y el reservorio, mientras que en la línea de aducción y red de distribución está en óptimas condiciones.

Usaqui (2021), en su tesis estableció como objetivo: evaluar y mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Pisca, Distrito de Mancos, Provincia de Yungay, utilizó una metodología correlacional, de nivel cuantitativo, cualitativo y con diseño no experimental, como resultado de la evaluación se encontró en un estado ineficiente y no sostenible. En cuanto a la línea de conducción y aducción, se utilizó una tubería de PVC de clase 10 con un diámetro de 1". El reservorio se diseñó con una capacidad de 10 m3. Para la

red de distribución, se utilizó tuberías con diámetros de 1”, 1/2" y 3/4", las cuales conectaron 38 viviendas. Concluyó que las mejoras tuvieron un impacto positivo en las condiciones sanitarias de la población, asegurando una cobertura adecuada, calidad, cantidad, continuidad y una gestión eficiente.

Lazaro (2021), en su tesis: “Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Marankiari, Satipo-2019”, propuso como objetivo evaluar el estado y funcionamiento del C.P. de Marankiari, utilizó una metodología aplicada y con diseño no experimental, los resultados indicaron que la infraestructura del sistema se encuentra en mal estado debido a su antigüedad de 21 años, la línea de conducción de PVC SAP de 2” y tiene una longitud de 268 m, la línea de aducción de PVC SAP de 2” clase 7.5. y longitud de 1268 m, existe un pase aéreo de 25 m con tuberías de acero, no cuenta con válvulas de aire ni purga, ni cámaras rompe presión y la red de distribución formada por tubos de PVC SAP de 1" y segundarias de PVC SAP de 1/2", presentan fugas en los accesorios y válvulas ocasionando perdida de agua para la población. Llegó a la conclusión que la fuente (0.171 l/s) no abastece la demanda de agua (0.266 l/s).

2.1.3. A nivel local

Quiliche (2024), en su tesis: “Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Llacanora”, estableció como objetivo evaluar el desabastecimiento de agua en periodos de estiaje, bajas presiones y velocidades de flujo, el deterioro de la infraestructura por sobrepasar el tiempo de vida útil y el deficiente funcionamiento hidráulico. Aplicó una metodología de nivel descriptivo, método mixto (cuantitativo - cualitativo), diseño no experimental, transversal y longitudinal. Concluyó que la demanda de agua potable de 6.231 l/s supera el caudal de oferta de 2.307 l/s de los manantiales de ladera. Los reservorios(R1 de 21 m3 y R2 de 60 m3 no cumplen con la capacidad para brindar un suministro continuo las 24 horas; en las redes de distribución se evidenciaron en algunos nudos presiones muy bajas(1.53

m.c.a) y en algunos tramos velocidades inferiores a 0.60 m/s, baja concentración de cloro residual libre en las viviendas; estructuralmente el reservorio R2 y la captación IV presentan resistencias a la compresión superior al 85% de la resistencia de diseño.

Tancayllo (2024), en su estudio propuso como objetivo: evaluar y proponer el mejoramiento del sistema de agua de uso doméstico del centro poblado de Nuevo San Juan Alto- Hualgayoc-Cajamarca, 2024, utilizó de metodología un nivel descriptivo, tipo aplicado, con diseño no experimental y de corte transversal, como resultados obtuvo los caudales: Qp es 0.46 l/s, Qmd es 0.58 l/s, Qmh es 1.07 l/s para el R1, y Qp es 0.22 l/s, Qmd es 0.27 l/s, Qmh es 0.51 l/s para el R2. El sistema se modeló en WaterCAD, donde el 87.6% cumplió las especificaciones del MVCS. El análisis de calidad del agua mostró que el parámetro fósforo presentó una concentración de 0.141 mg/l, superando el límite de 0.1 mg/l. Concluyó que el 23.21% de la población no tiene acceso al agua potable y propuso un sistema de bombeo y ampliación.

Yupanqui (2023), en su tesis planteó como objetivo : evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad del Guayo, Contumazá – Cajamarca 2023", utilizó una metodología aplicada, de nivel descriptivo con carácter cualitativo, cuantitativo y con diseño no experimental ; encontró como resultados los coeficiente de variación k1 igual a 1.29, k2 igual a 1.62 y k3 igual a 2.09, con lo cual se estimó los caudales para evaluar cada componente del sistema, teniendo el caudal medio de 0.44 l/s. el caudal máximo diario de 0.57 l/s y el caudal máximo horario de 0.72 l/s. Concluyó que la oferta es de 0.96 l/s en época de lluvia, 0.58 l/s en épocas de sequía es mayor a la demanda es 0.44 l/s, la captación presenta un mal diseño hidráulico; la línea de conducción cumple con las condiciones mínimas de diseño; el reservorio no tiene las dimensiones adecuadas y la línea de distribución tiene serios inconvenientes con la presión; hay 32 viviendas (34.4%) que sobrepasan la presión limite.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Sistema de abastecimiento de agua potable

Es un grupo de instalaciones, infraestructura, maquinarias y equipos empleados para la captación, almacenamiento y conducción de agua sin tratar. Este sistema incluye las redes de distribución, las conexiones domiciliarias y las piletas (SUNASS, 2004).

2.2.2. Sistema de agua de uso doméstico

Conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales para que cumplan los límites máximos permisibles para uso doméstico (USGS, 2017).

2.2.3. Demanda de agua de uso doméstico

Para el cálculo de la demanda se requiere analizar cuatro variables, que son: periodo de diseño, población actual y futura, dotación de agua, cálculo de caudales (García, 2009).

2.2.4. Parámetros de diseño

a) Periodo de diseño

Se debe considerar factores como vida útil de las estructuras y equipos, vulnerabilidad de la infraestructura, el crecimiento poblacional y la economía de escala (MVCS, 2018).

Tabla 1

Periodo de diseño de infraestructura sanitaria

Estructura	Periodo de diseño (años)
Fuente de abastecimiento	20
Obra de captación	20
(PTAP)	20
Reservorio	20
Línea de conducción, aducción, impulsión y distribución	20
Estación de bombeo	20
Equipos de bombeo	10
UBS (arrastre hidráulico, compostera y zona inundable)	10
Unidad básica de saneamiento (hoyo seco ventilado)	5

Nota. Adaptado de MVCS (2018).

b) Población de diseño

Para realizar el cálculo de la población de diseño se aplicará el método aritmético (MVCS, 2018).

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

Donde:

P_i : Población inicial (habitantes)

P_d : Población de diseño (habitantes)

r : Tasa de crecimiento anual (%)

t : Periodo de diseño

c) Dotación

Es la cantidad de agua expresada en litros/habitante/día, que requiere cada persona de la población (Agüero, 1997).

Tabla 2

Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab/día)

Región	Dotación según tipo de opción tecnológica (l/hab/d)	
	Sin arrastre hidráulico (hoyo seco ventilado)	Con arrastre hidráulico (tanque séptico mejorado)
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

Nota. Adaptado de MVCS (2018).

d) Variaciones periódicas de consumo

- **Consumo promedio diario anual (Qm)**

Es el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño en (l/s) (Agüero, 1997).

$$Q_m(l/s) = \frac{Dotacion(l/hab/dia)x\ Poblacion\ (hab)}{86400} \quad (2)$$

- **Consumo máximo diario (Qmd)**

Es el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año (Agüero, 1997)**.** De no existir registros de consumos; se debe asumir un K_1 igual a 1.3 del consumo promedio diario anual (MVCS, 2018).

$$Q_{md}\left(\frac{L}{s}\right) = K_1 x Q_m(\frac{L}{s}) \quad (3)$$

Donde:

K1: Coeficiente de variación diario.

Qm: Caudal promedio diario anual (l/s).

- **Consumo máximo horario (Qmh)**

Es el consumo máximo en la hora y día de máximo consumo de los registros observados (Agüero, 1997). De no existir datos reales, considerar un k_2 igual a 2 del Qm (MVCS, 2018).

$$Q_{mh}\left(\frac{L}{s}\right) = K_2 x Q_m(\frac{L}{s}) \quad (4)$$

$$Q_{mh}\left(\frac{L}{s}\right) = K_3 x Q_m(\frac{L}{s}) \quad (5)$$

$$K_3 = K_2 \quad (6)$$

$$K_3 = K_1 + K_2 \quad (7)$$

Donde:

K2: Coeficiente de variación horario.

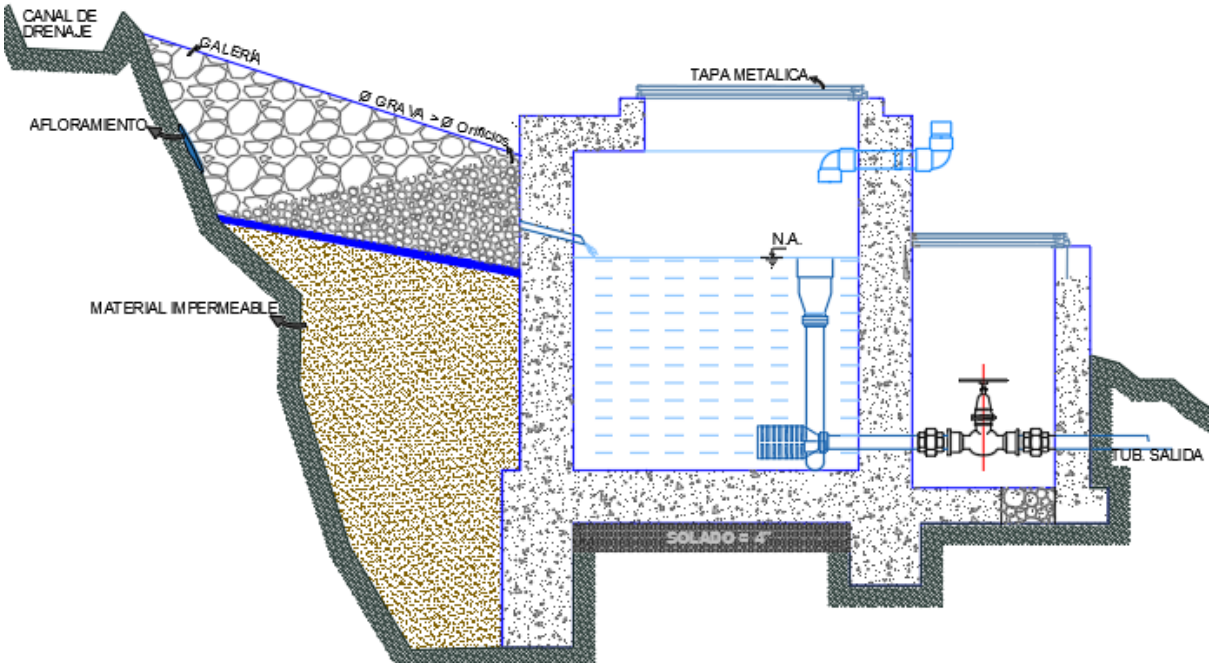
Qmh: Caudal máximo horario (l/s).

2.2.5. Captación de manantial de ladera

La captación de manantial permite recolectar el agua que fluye horizontalmente por una ladera (CIPAF, 2011). Tienen 4 componentes principales: cámara de protección, tuberías y accesorios, cámara de recolección de aguas, protección perimetral (MVCS,2018).

Figura 1

Sistema de captación manantial de ladera



Fuente. Adaptado de (CARE - PERU, 2001). Agua potable en zonas rurales p.19

2.2.6. Criterios de diseño hidráulico

Para dimensionar la captación es necesario el dato del caudal máximo de la fuente, tal que los diámetros de los orificios de entrada a la cámara húmeda sean suficientes para captar el caudal. La velocidad de entrada por los orificios debe ser $\leq 0{,}6$ m/s (MVCS, 2018).

2.2.6.1. Determinación del ancho de pantalla de la cámara húmeda

Se necesita conocer el diámetro y el número de orificios que permitirán fluir el agua desde el afloramiento hacia la cámara húmeda.

$$Q_{máx} = V_2 * C_d * A \tag{8}$$

$$A = \frac{Q_{máx}}{V_2 * C_d} \quad (9)$$

Donde:

Qmáx: Caudal máximo de fuente (l/s)

Cd: Coeficiente de descarga (0.6 a 0.8)

g: Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

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

2.2.6.2. Determinación de la velocidad de paso teórica (m/s)

$$V_{2t} = C_d * \sqrt{2gH} \quad (10)$$

La velocidad de paso se asume: v_2 = 0.60 m/s (valor máx. de 0.60 m/s) y el diámetro de la tubería de ingreso se calcula con la ecuación 11.

$$D = \sqrt{(4A/\pi)} \quad (11)$$

2.2.6.3. Determinación del número de orificios en la pantalla

$$\mathrm{N_{orif}} = \frac{\text{Área del Diámetro Teórico}}{\text{Área del Diámetro Asumido}} + 1 \quad (12)$$

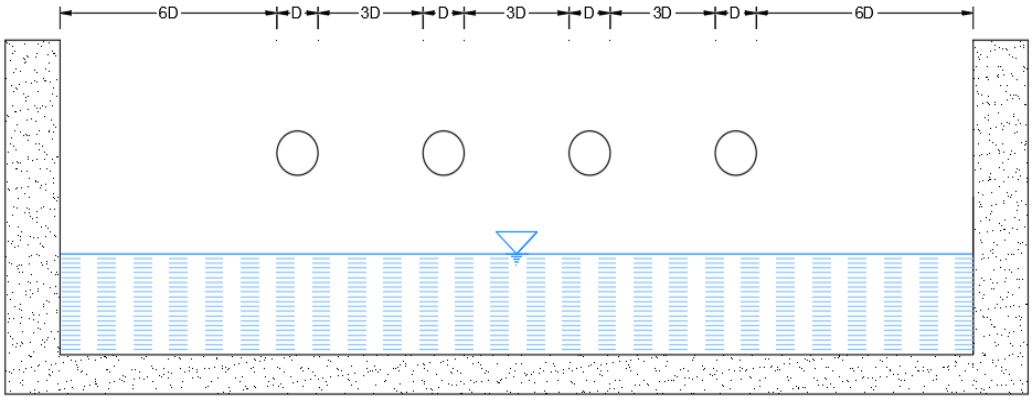
$$\mathrm{N_{orif}} = (\frac{\mathrm{Dt}}{\mathrm{Da}})^2 + 1 \quad (13)$$

Luego de obtener el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada se calcula el ancho de la pantalla (b):

$$\mathrm{b} = 2 \text{ x } (6\mathrm{D}) + \mathrm{N_{ORIF}} \text{ x } \mathrm{D} + 3\mathrm{D} \text{ x } (\mathrm{N_{ORIF}} - 1) \quad (14)$$

Figura 2

Ancho de pantalla de la cámara húmeda



Fuente. Adaptado de (MVCS, 2018).

2.2.6.4. Cálculo de distancia del afloramiento a la cámara húmeda

$$H_f = H - h_0 \quad (15)$$

Donde:

H: Carga sobre el centro del orificio (m)

h_o: Pérdida de carga en el orificio (m)

Hf: Pérdida de carga de afloramiento a captación (m)

$$L = \frac{H_f}{0.30} \quad (16)$$

Donde:

L: Distancia de afloramiento a captación en (m).

2.2.6.5. Determinación de la altura

$$\mathrm{H_t} = \mathrm{A} + \mathrm{B} + \mathrm{C} + \mathrm{D} + \mathrm{E} \quad (17)$$

Donde:

A: Altura mínima para la sedimentación de arenas, mínimo = 10 cm

B: Mitad del diámetro de la canastilla de salida.

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

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

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

$$C = 1.56\frac{Qmd^2}{2g*A^2} \quad (18)$$

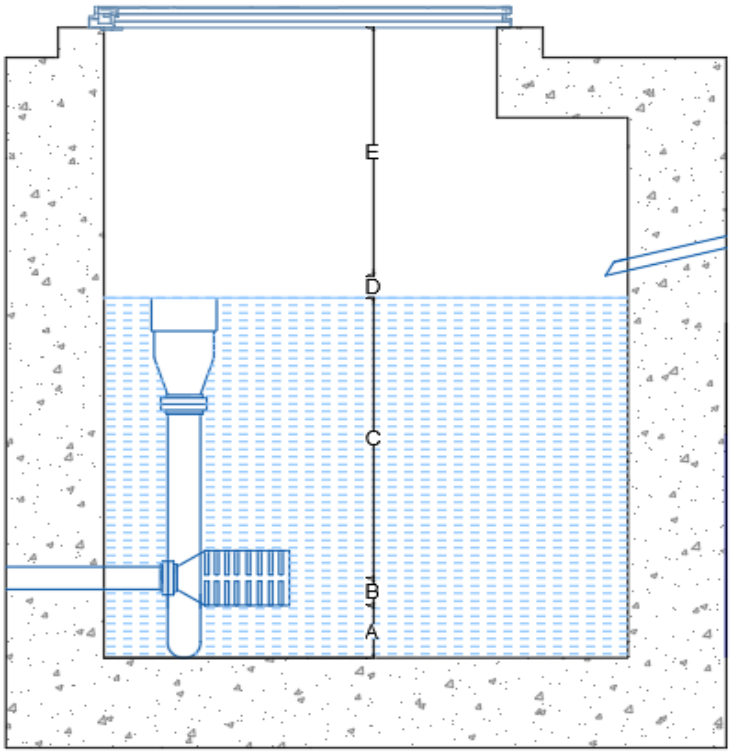
Donde:

Qmd: Caudal máximo diario (m^3/s)

A: Área de la tubería de salida (m^2)

Figura 3

Altura total de cámara húmeda

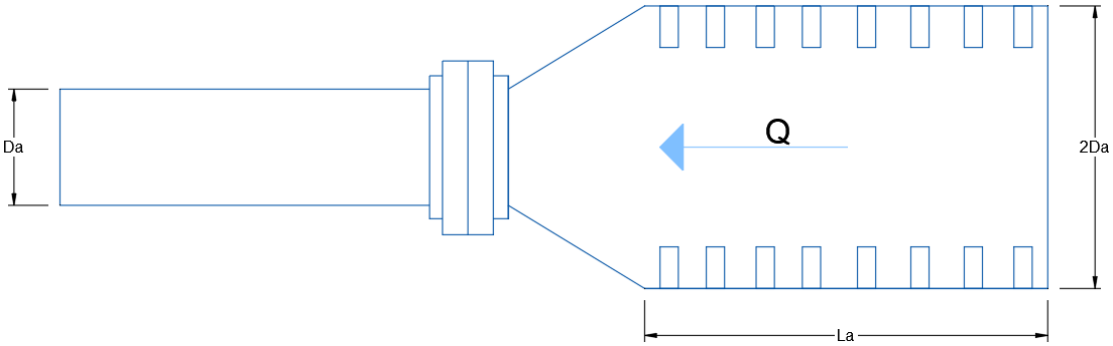


Fuente. Adaptado de (MVCS, 2018).

2.2.6.6. Dimensionamiento de la canastilla

Figura 4

Canastilla de cámara húmeda



Fuente. Adaptado de (MVCS, 2018).

El diámetro de la canastilla debe ser 2 veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (DC); el área total de ranuras (At) debe ser el doble del área de la tubería de la línea de conducción (AC) y que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3DC y menor de 6DC (MVCS, 2018).

- **Diámetro de la canastilla**

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

- **Longitud de la canastilla**

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

$$3D_a < L_a < 6D_a \tag{19}$$

Debemos determinar el área total de las ranuras (A_{Total}):

$$A_{Total} = 2A \tag{20}$$

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

$$A_g = 0.5 \times D_g \times L \tag{21}$$

- **Número de ranuras**

$$N°_{ranuras} = \frac{Área\ total\ de\ ranura}{Área\ de\ ranura} \tag{22}$$

2.2.6.7. Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia

La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro, se recomienda pendientes de 1 a 1.5%.

$$D_r = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{h_f{}^{0.21}} \quad (23)$$

Donde:

$Q_{máx}$: Gasto máximo de la fuente (l/s)

h_f: Pérdida de carga unitaria en (m/m) - (valor recomendado: 0.015 m/m)

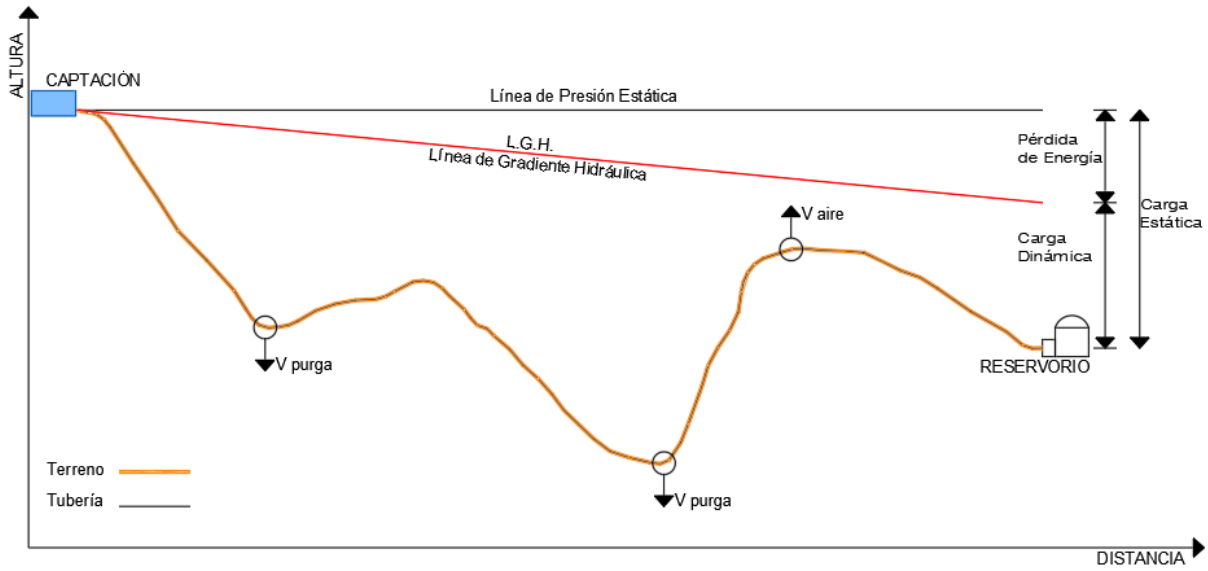
D_r : Diámetro de la tubería de rebose (in.)

2.2.7. Líneas de conducción por gravedad

Es la que transporta el agua desde la captación hasta una planta de tratamiento de agua potable, un tanque de regulación o una cámara de reunión de caudales (SIAPA, 2014).

Las velocidades admisibles para la línea de conducción no deben ser inferior a 0.6 m/s ni mayor a 3 m/s, en casos justificados puede alcanzar hasta los 5 m/s (MVCS, 2018).

Figura 5. *Esquema de línea de conducción*



Fuente. Adaptado de (MVCS, 2018).

La línea de conducción debe tener la capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario (Agüero, R. 1997). Para obtener los diámetros mínimo y máximo de la tubería, aplicamos la ecuación de continuidad.

$$Q = A \times V \quad (24)$$

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad (25)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} \quad (26)$$

Donde:

Q: Caudal en (m^3/s)

D: Diámetro de tubería en (m)

V: Velocidad m/s

2.2.8. Cámara rompe presión

La diferencia de nivel entre la captación y uno o más puntos en la línea de conducción, genera presiones superiores a la presión máxima que puede soportar la tubería a instalar; se recomienda la instalación de CRP cada 50 m de desnivel. Se sugiere una sección interior mínima de 0.60 x 0.60 m (MVCS, 2018).

2.2.9. Válvula de aire

Son dispositivos hidromecánicos para efectuar automáticamente la expulsión y entrada de aire a la conducción. Se deben disponer válvulas en puntos altos relativos de cada tramo, cambios de pendiente, al inicio y final de tramos horizontales de 400 a 800 m. Es fundamental instalar válvulas de aire automáticas para mejor eficiencia (MVCS, 2018).

2.2.10. Válvula de purga

Es una derivación instalada sobre la tubería a descargar, provista de una válvula de interrupción y un tramo de tubería hasta un punto de desagüe. La estructura debe ser de concreto armado f´c = 210 kg/cm², con dimensiones internas 0.60 m x 0.60 m x 0.70 m y el dado de concreto simple f´c = 140 kg/cm² (MVCS, 2018).

2.2.11. Reservorio

El reservorio es una estructura que garantiza el funcionamiento hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable, se ubicará en función de mantener las presiones en la red dentro de los límites de servicio, conforme a lo establecido por norma (Moya, 1997).

El volumen de almacenamiento debe ser del 25% de la demanda diaria promedio anual, cuando el suministro es continuo. Si el suministro es discontinuo, la capacidad debe ser como mínimo del 30% de Qp. Para determinar el volumen también se realiza considerando la variación entre la demanda y la oferta a lo largo de un día; puede efectuarse de manera analítica o gráfica, mediante el diagrama de masas (MVCS, 2018).

a) Sistema de desinfección

Permite asegurar que la calidad del agua se mantenga un periodo más y esté protegida durante su traslado por las tuberías hasta ser entregado a las familias a través de las conexiones domiciliarias. El cloro residual activo se recomienda que se encuentre como mínimo en 0.3 mg/l y máximo a 0.8 mg/l en las condiciones normales de abastecimiento, superior al límite son detectables por el usuario (MVCS, 2018).

b) Cerco perimétrico

Según (MVCS, 2018) en zonas rurales para reservorios por su durabilidad, aislamiento al exterior y menor costo es a través de una malla con las siguientes características:

- Malla de F°G° cocada de 2” x 2” calibre BWG = 12, soldadas al poste metálico con un conector de Angulo F tipo L de 1 ¼” x 1 ¼” x 1/8”.
- Altura de 2.30 m dividido en paños con separación entre postes metálicos de 3 m y de tubo de 2” F°G°. Postes asentados en un dado de concreto simple f´c = 175 kg/cm², + 30% de P.M.

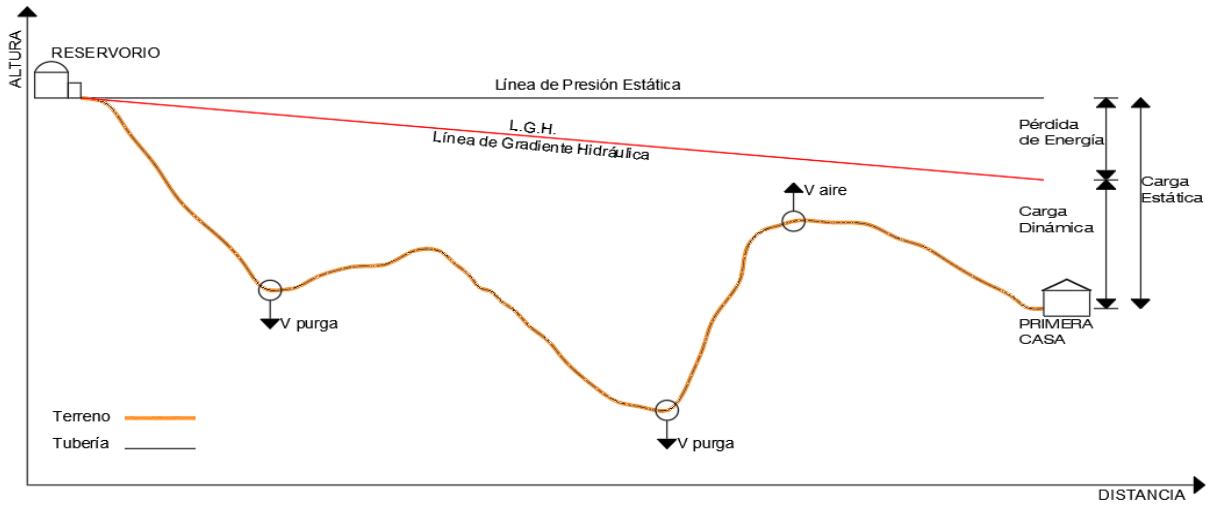
- Los paños coronar en la parte superior con tres hileras de alambres de púas y en la parte inferior estarán sobre un sardinel de f´c= 175 kg/cm² (Norma Técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural).

2.2.12. Línea de aducción

Es un conjunto de tuberías y accesorios que parten desde el almacenamiento hasta la primera conexión domiciliaria con la capacidad de conducir el caudal máximo horario como mínimo. Se debe considerar que la carga estática máxima no debe de ser mayor a 50 m y la carga dinámica mínima será de 1 m. El diámetro se diseñará teniendo en cuenta la velocidad mínima de 0.6 m/s y máxima de 3 m/s. Se considera un diámetro mínimo de 25 mm (1”) para el caso de sistemas de abastecimiento rural (MVCS, 2018).

Figura 6

Esquema de línea de aducción



Fuente. Adaptado de (MVCS, 2018).

Para el dimensionamiento de la tubería, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- La línea gradiente hidráulica (L.G.H.) estará siempre por encima del terreno. En los puntos críticos se podrá cambiar el diámetro para mejorar la pendiente.
- Pérdida de carga unitaria (hf).

a) Ecuación de Darcy - Weisbach

$$h_f = \frac{(f \times L \times V^2)}{(D \times 2g)} \quad (27)$$

Donde:

h_f: Pérdida de energía por fricción (m)

L: Longitud de la tubería en (m).

D: Diámetro de la tubería en (m)

V: Velocidad media del flujo en (m/s)

g: Aceleración gravitacional en (m/s²)

f: Coeficiente de pérdida.

b) Ecuación de Colebrook - White

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2log\left(\frac{\varepsilon}{3.7\times D} + \frac{2.51}{Re\times\sqrt{f}}\right) \quad (28)$$

Donde:

f: Coeficiente de pérdida.

ε: Rugosidad del material (ver Tabla 5)

D: Diámetro en (m).

Re: Número de Reynolds.

El coeficiente de pérdidas puede calcularse de manera directa utilizando la ecuación propuesta por Swamee y Jain Válida para $5000 < Re < 10^6\ y\ 10^{-6} < \frac{\varepsilon}{D} < 10^{-2}$.

$$f = \frac{0.25}{\left[Log\left(\frac{\varepsilon}{3.7\times D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}\right)\right]^2} \quad (29)$$

Donde:

f: Factor de fricción de Darcy-Weisbach.

ε: Rugosidad absoluta (m).

D: Diámetro interno (m).

c) Número de Reynolds

$$Re = \left(\frac{VD}{\nu}\right) \quad (30)$$

Donde:

Re: Número de Reynolds.

V: Velocidad media del flujo (m/s).

D: Diámetro interno de tubería (m).

v: Viscosidad cinemática m²/s (ver Tabla 4)

Tabla 3

Condiciones de flujo

Tipo de flujo	Reynolds
Laminar	$Re < 2000$
Transición	$2000 \leq Re \leq 4000$
Turbulento	$Re > 4000$

Nota. Adaptado de Mott (2006)

Tabla 4

Valores de viscosidad cinemática del agua en función a temperatura

$Temperatura\ T\ (ºC)$	$v(m^2/s)$
0º	1.789×10^{-6}
5º	1.516×10^{-6}
10º	1.307×10^{-6}
15º	1.142×10^{-6}
20º	1.006×10^{-6}
23º	0.950×10^{-6}
25º	0.897×10^{-6}
30º	0.805×10^{-6}
35º	0.721×10^{-6}
40º	0.661×10^{-6}
45º	0.602×10^{-6}
50º	0.556×10^{-6}
55º	0.515×10^{-6}
60º	0.477×10^{-6}

Nota. Adaptado de Hernández (1995)

d) Rugosidad de tuberías

El envejecimiento de tuberías es un fenómeno que ocurre con el tiempo y la rugosidad afecta la pérdida de carga. Los factores que influyen son: corrosión, desgaste, exposición a agentes químicos, acumulación de sedimentos, cambios de temperatura, mantenimiento inadecuado. Si la rugosidad aumenta con el tiempo, la pérdida de carga aumenta (Sotelo, 2002).

Tabla 5

Coeficiente de rugosidad absoluta

Material	ε (mm)
Concreto de acabado liso	0.025
Concreto con acabado rugoso	10
PVC	0.0015
Tubos estirados de acero	0.0024
Tubos de latón o cobre	0.0015
Hierro fundido	0.26
Hierro galvanizado	0.06 - 0.24
Acero comercial y soldado	0.03 - 0.09

Nota. Adaptado de Sotelo (2002)

- **Rugosidad absoluta en el tiempo**

A medida que pasa el tiempo, existen cambios en la sección interna de las tuberías y aumento de rugosidad; afectando el caudal en el sistema. En el PVC, los cambios de rugosidad son mínimos (Sotelo, 2002).

- **Determinación del incremento de rugosidad**

La rugosidad absoluta aumenta linealmente con el tiempo. Para calcular el incremento de rugosidad a cierta cantidad de años, aplicamos la fórmula de Genijew (Sotelo, 2002).

$$\boldsymbol{\varepsilon} t = \boldsymbol{\varepsilon} 0 + \alpha t \qquad (31)$$

Donde:

εt: Rugosidad absoluta del conducto después de t años de servicio (mm)

ε0: Rugosidad absoluta inicial del tubo nuevo (mm)

α: Coeficiente de incremento anual de rugosidad en (mm/año), (ver Tabla 6)

t: Número de años de servicio de tubería.

Tabla 6

Coeficiente de incremento anual de rugosidad de la fórmula de Genijew

Grupo	Tipo de agua	α (mm/año)
I	Poco contenido mineral, no ocasiona corrosión. Pequeño contenido de materia orgánica y de solución de hierro.	$0.005 < \alpha < 0.055$ Valor medio = 0.025
II	Poco contenido mineral, origina corrosión. Contiene menos de 3 mg/l de materia orgánica y hierro en solución.	$0.055 < \alpha < 0.18$ Valor medio = 0.07
III	Origina fuerte corrosión y con escaso contenido de cloruros y sulfatos (< de 100 a 150 mg/l. Agua con un contenido de hierro > 3mg/l	$0.18 < \alpha < 0.40$ Valor medio = 0.20
IV	Origina corrosión, gran contenido de cloruros y sulfatos (>500 a 700 mg/l). Agua impura con una gran cantidad de materia orgánica.	$0.40 < \alpha < 0.60$ Valor medio = 0.51
V	Cantidades importantes de carbonatos, dureza pequeña permanente, residuo denso de 2000 mg/l.	α varía de 0.6 a > 1

Nota. Adaptado de Sotelo (2002)

2.2.13. Redes de distribución

Son un conjunto de tuberías, accesorios y conexiones que permiten abastecer de agua tratada a cada vivienda para diversos usos que requieran la población. La red de distribución está compuesta por redes principales y redes secundarias (Moya, 1997).

Las velocidades admisibles no deben ser menor a 0.60 m/s ni mayor a 3 m/s. Las presiones de servicio en cualquier punto de la red no deben ser menor de 5 m.c.a. ni mayor de 60 m.c.a. (MVCS, 2018).

Las redes ramificadas, son redes de tuberías que no tienen ningún circuito cerrado, constituido por un ramal matriz y una serie de ramificaciones (Agüero, 1997).

Las redes malladas, son redes de tuberías interconectadas formando circuitos cerrados. Para analizar hidráulicamente se utilizan los métodos de seccionamiento y de Hardy Cross (Agüero, 1997).

2.2.14. Calidad del agua

La calidad del agua para consumo humano se determina por tres parámetros: físicos, químicos y bacteriológicos.

Tabla 7

Parámetros de calidad de agua

Físico	Químico	Bacteriológico
Turbiedad	PH	Contaje total de bacterias
Sólidos totales	Alcalinidad	Número más probable (NMP) de coli/100 ml de muestra.
Color	Dureza	
Sabor	Hierro	
Olor	Magnesio	
	Sulfatos	
	Cloruros	
	Amoniaco	
	Nitritos	
	Nitratos	
	Oxígeno disuelto	

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

Tabla 8

Parámetros de calidad del agua y límites máximos de agua en Perú

PARÁMETRO	LMP
Coliformes totales UFC/100 ml	0 (ausencia)
Coliformes termotolerantes, UFC/100 ml	0 (ausencia)
Bacterias heterotróficas, UFC/ml	500
pH	6.5 - 8.5
Turbiedad UNT	5
Conductividad 25° C - micromhos/cm	1500
Color, UCV pt-Co	20
Cloruros, mg/l	250
Sulfatos, mg/l	250
Dureza, mg/l	500
Nitratos, mg NO3	50
Hierro, mg/l	0.3
Manganeso, mg/l	0.2
Aluminio mg/l	0.2
Cobre, mg/l	3
Plomo, mg/l	0.1
Cadmio, mg/l	0.003
Arsénico, mg/l	0.1
Mercurio, mg/l	0.001
Cromo, mg/l	0.05
Flúor, mg/l	2
Selenio, mg/l	0.05

Nota. UFC – Unidad Formadoras de Colonias. Fuente: DS. N° 031-2010-SA (MINSA, 2011).

2.2.15. Control de calidad del agua potable

Es un proceso permanente y sistemático de comprobación, mediante programas de muestreo y otros procedimientos (SUNASS, 2004).

2.2.16. Caudal de operación real

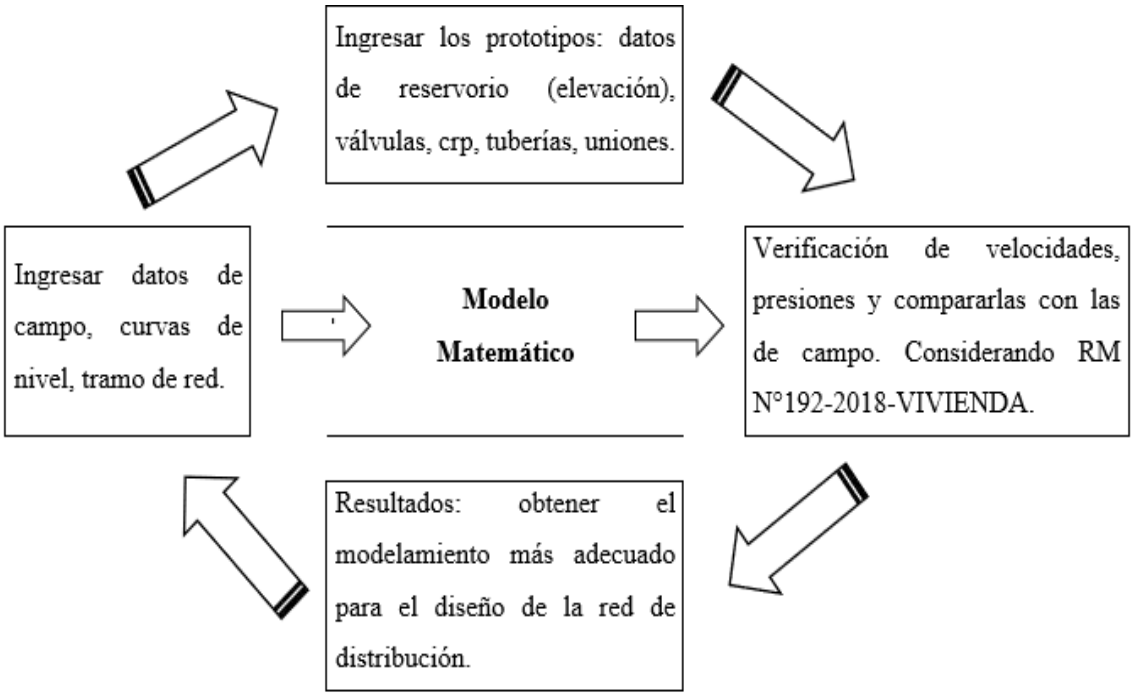
Según el Banco Mundial (2018), el caudal de operación real es el volumen de agua que realmente es distribuido y suministrado a una comunidad en un periodo determinado, considerando las condiciones reales de funcionamiento del sistema.

2.2.17. Simulación hidráulica con el software WaterCAD V10

Bentley (2017) es un software para la diseño, gestión, evaluación y optimización de redes de agua potable u otro fluido a presión. El software WaterCAD usa como método numérico de cálculo el método de elementos finitos, realiza la simulación hidráulica con elementos tipo: líneas (tuberías), punto (nudos, tanques, e hidrantes) e híbridos (bombas, válvulas de control, regulación y demás del mismo tipo).

Figura 7

Diagrama de flujo del modelado en el WaterCAD



2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Agua potable

El agua potable es el agua que sirve para beber, preparar alimentos, higiene y fines domésticos, se puede encontrar en estado natural o ser producido a través de un proceso de purificación (OMS, 2018).

2.3.2. Agua de uso doméstico

Los usos domésticos incluyen agua para todas las cosas que usted hace en su casa: tomar agua, etc. (USGS, 2017).

2.3.3. Análisis hidráulico

Según (Saldarriaga, 2007) las dimensiones estarán en función a cálculos hidráulicos que garanticen caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red.

2.3.4. Calidad de agua

Las propiedades físicas, químicas, y bacteriológicas del agua que la vuelven aptas para el consumo humano, sin ocasionar problemas de salud, incluyendo apariencia, gusto y olor (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2006).

2.3.5. Captación

Son un conjunto de estructuras e instalaciones destinadas a la regulación, derivación y obtención del máximo alumbramiento de agua (MVCS, 2018).

2.3.6. Caudal de diseño

Según, (Reglamento Nacional De Edificaciones, 2016, pág. 36) las redes de sistemas de distribución se calculará con la cifra que resulte mayor al comparar el caudal máximo horario, añadido al caudal máximo diario, y al caudal contra incendios.

2.3.7. Caudal máximo diario

Caudal más alto en un día, observado en el periodo de un año, sin tener en cuenta los consumos por incendios, pérdidas, etc (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2006).

2.3.8. Conexión domiciliaria de agua

Son un grupo de conexiones y accesorios que van desde la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua potable hasta la entrada de la vivienda o local público (MVCS, 2018).

2.3.9. Demanda de agua

Es la cantidad de agua requerida por la población usuaria del suministro por el sistema de agua potable (MVCS, 2023).

2.3.10. Dotación de agua potable

Es la cantidad de agua potable destinada a cada habitante en un día medio anual, teniendo en cuenta su consumo; medida en l/hab/día (CONAGUA, 2012).

2.3.11. Estiaje

Nivel más bajo o caudal mínimo que en ciertas épocas del año tienen las aguas de un río, estero, laguna, etc., por la sequía (Real Academia Española, 2023).

2.3.12. Oferta de agua

Es la cantidad de agua que puede ofertar una fuente de abastecimiento, siendo favorable que sea mayor al caudal máximo diario (MVCS, 2018).

2.3.13. Presiones

De acuerdo a (Saldarriaga, 2007, pág. 373) “La presión estática no debe ser mayor a 50 m.c.a. (metros columna de agua) en cualquier punto de la red de distribución”.

2.3.14. Reservorio

Es una infraestructura de concreto armado destinada a la acumulación de agua para consumo humano. Los reservorios cumplen la función de regulación, de reserva y de mantenimiento de presión de servicio (MVCS, 2018).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la investigación

3.1.1. Ubicación política

La investigación se realizó en:

País: Perú

Departamento: Cajamarca

Provincia: San Pablo

Distrito: San Bernardino

Caserío: El Gigante

Figura 8

Mapa geográfico del Perú

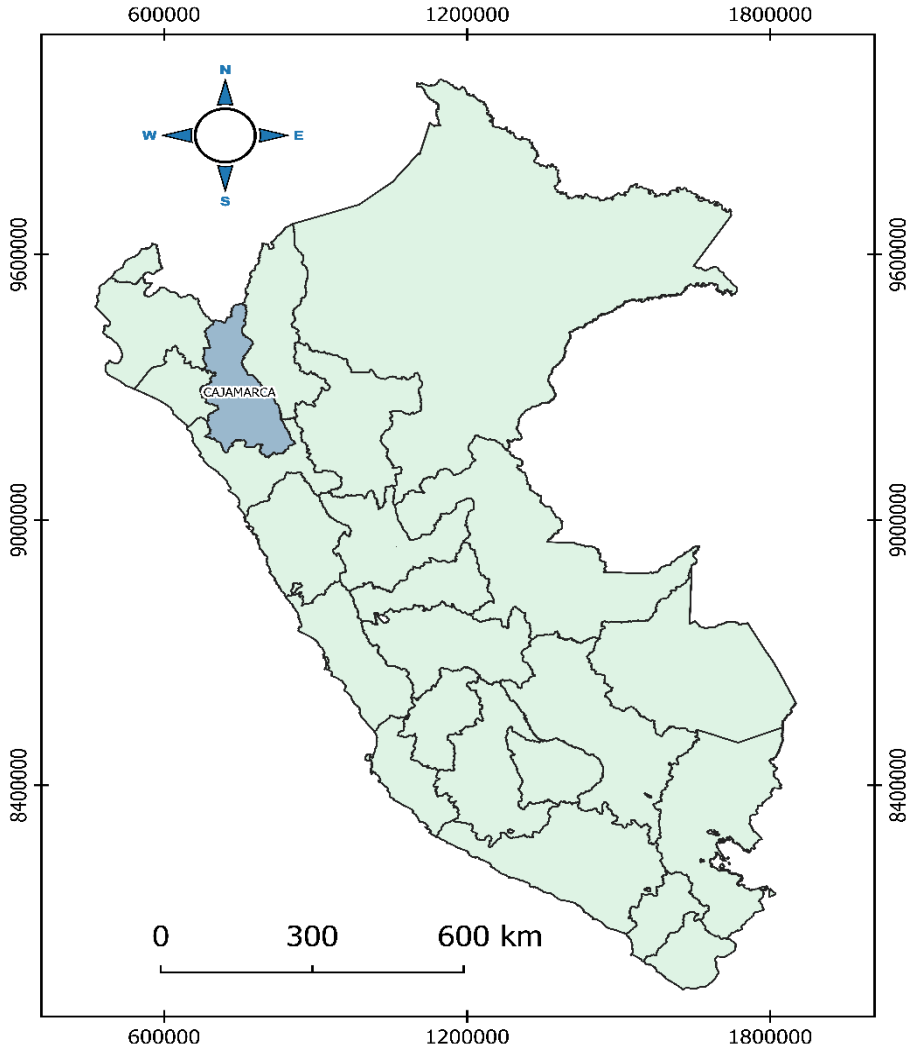


Figura 9

Mapa del departamento de Cajamarca y ubicación de la provincia San Pablo

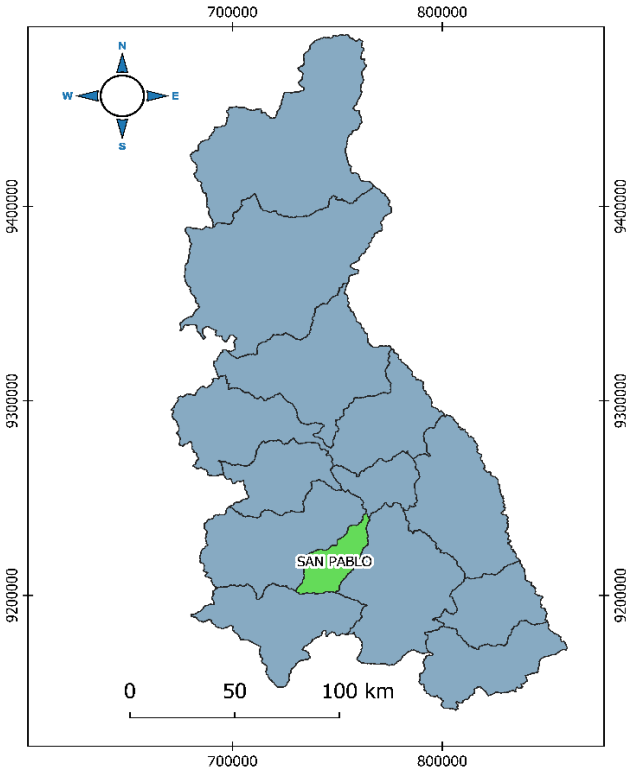


Figura 10

Mapa de la provincia San Pablo y ubicación del distrito San Bernardino

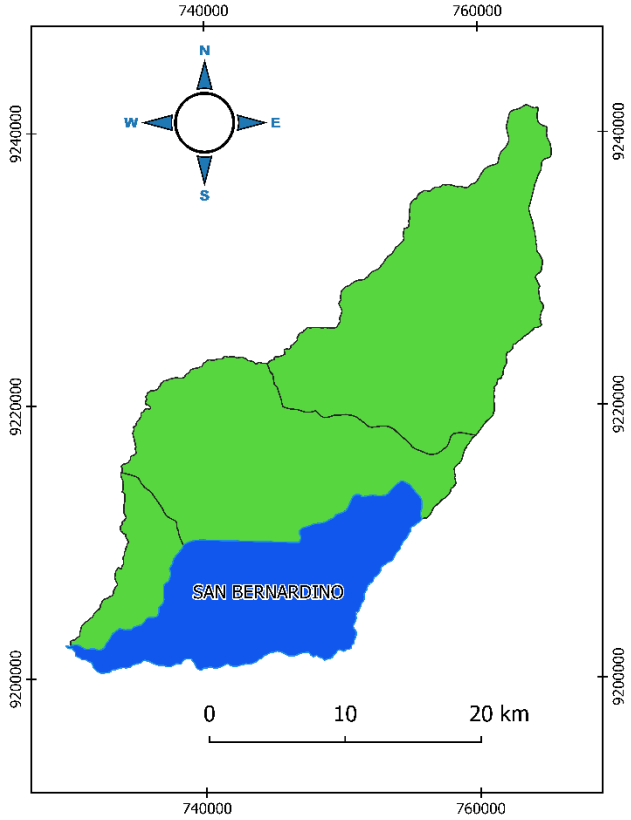


Figura 11

Mapa del distrito de San Bernardino y ubicación del caserío El Gigante

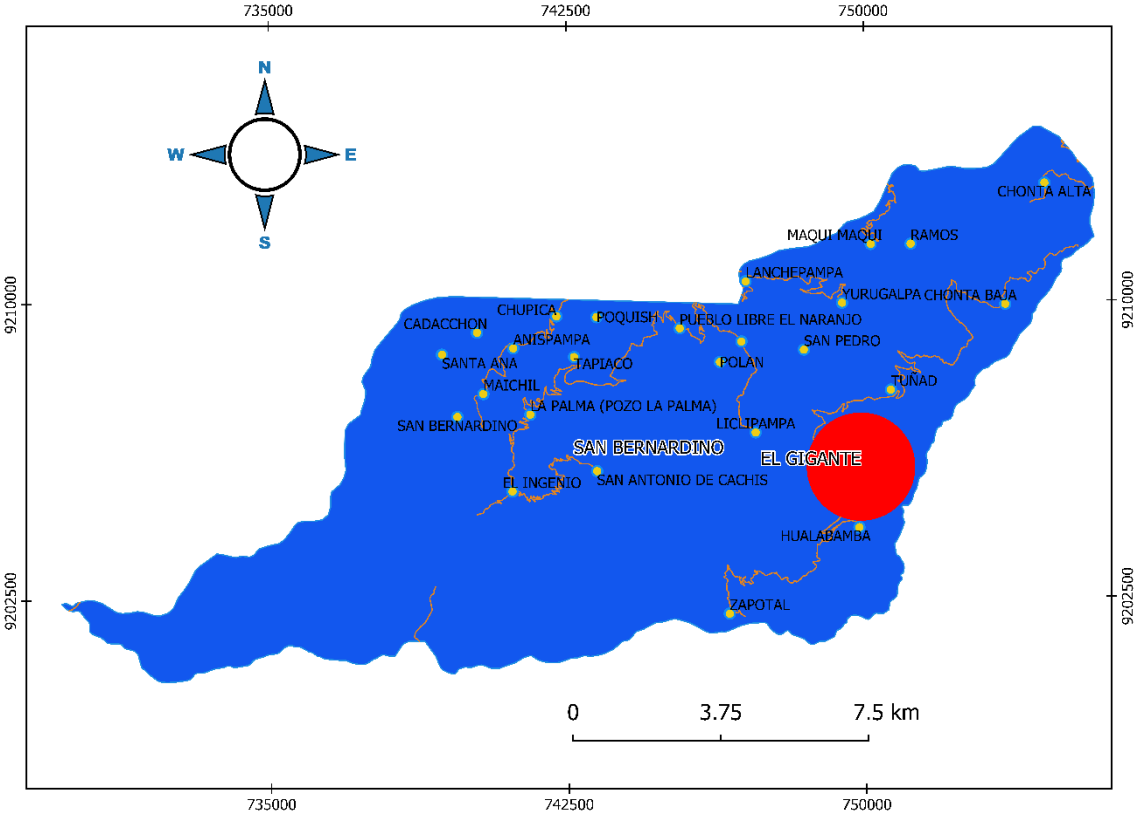


Figura 12

Ubicación geográfica del caserío El Gigante

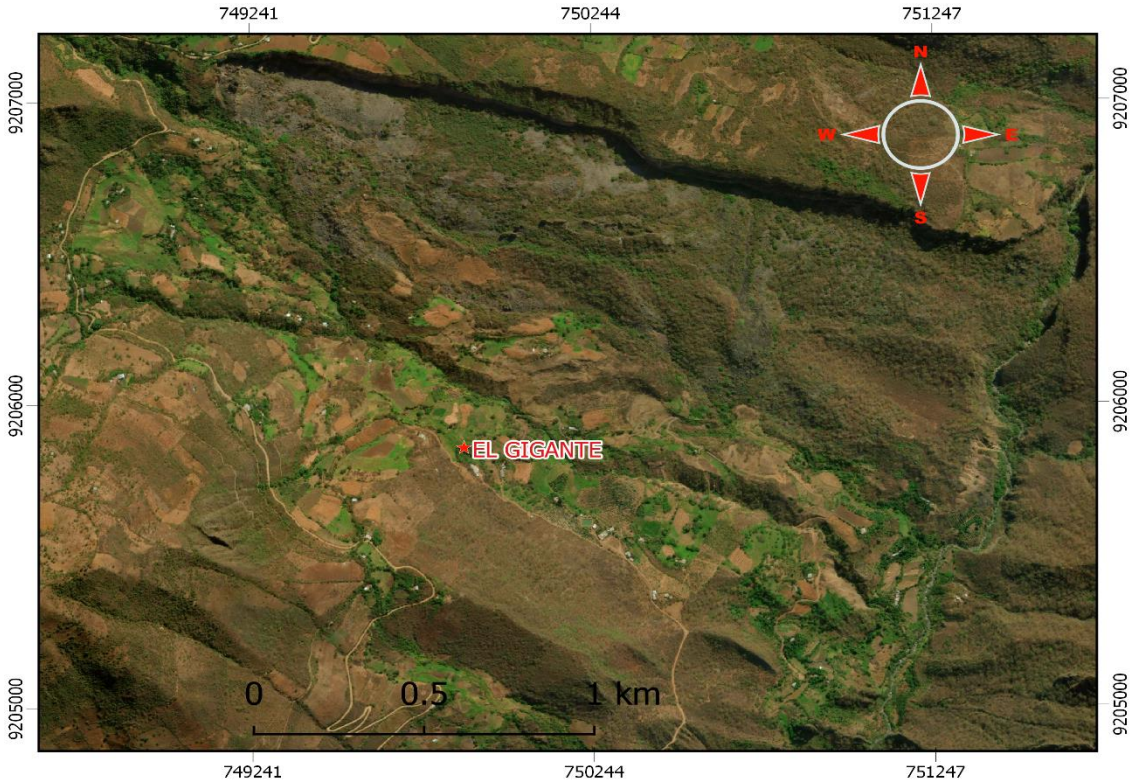


Figura 13

Vista panorámica del caserío El Gigante, San Bernardino, San Pablo

3.1.2. Ubicación geográfica

La zona de investigación se encuentra en las coordenadas detalladas en la Tabla 9.

Tabla 9

Coordenadas de ubicación del caserío El Gigante

COORDENADAS UTM	
ZONA	17 S
DATUM	WGS 84
NORTE	9205544.093 m N
ESTE	750269.145 m E
ALTITUD	1615.80 m s. n. m.
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
LATITUD	7° 10' 15.3" S
LONGITUD	78° 44' 13.1" W

3.2. Características de la zona de investigación

3.2.1. Ubicación

El caserío El Gigante se encuentra en el distrito San Bernardino, provincia San Pablo, departamento Cajamarca. Limita por el Este con C.P.Tuñad, al Oeste con Hualabamba , al Norte con Liclipampa, al sur con río Chetillano y Cadena.

3.2.2. Extensión territorial

El caserío El Gigante ocupa una superficie de 4.32 km², representando un 2.58% de 167.12 km² área del distrito de San Bernardino; y con densidad poblacional de 25,69 hab./km².

3.2.3. Población

Según el censo de población y vivienda del año 2017 realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática; el distrito de San Bernardino presenta la siguiente población con una tasa de crecimiento de 0.1% (INEI 2017).

Tabla 10

Población del distrito de San Bernardino

Año	Población (hab.)
2007	4710
2017	5203

Nota. INEI censo 2007 y 2017

El caserío El Gigante en la actualidad cuenta con 37 familias de las cuales existen 30 conexiones del servicio del sistema de agua. Se cuenta con 2 conexiones no domésticas (Institución Educativa Primaria e Iglesia Adventista del Séptimo Día) y 28 son conexiones domésticas.

Las familias que no tienen el servicio de agua, esperan tener una ampliación del sistema para contar con agua en sus viviendas, solo que en reunión ordinaria se acordó no dar instalaciones a nuevos usuarios.

Tabla 11

Población del caserío El Gigante

N° de familias del caserío El Gigante	Conexiones domésticas y no domésticas	Población actual (hab.)	Región geográfica
37	30	163	Sierra

3.2.4. Vías de acceso

El acceso al caserío El Gigante desde la ciudad de Cajamarca es mediante la carretera transversal P08 hasta Chilete, con un recorrido de 101 km de carretera asfaltada; luego se avanza de Chilete hasta el desvío de Zapotal, haciendo un recorrido de 7 km de carretera asfaltada; llegando al caserío Zapotal se continúa por la trocha carrozable hasta pasar Hualabamba y llegar al caserío El Gigante recorriendo 9 km de trocha carrozable; la duración del viaje promedio es de 195 minutos.

Tabla 12

Vías de acceso por red vial PE-08A al caserío El Gigante

Tramo			Long.	Tiempo	Medio de transporte	Tipo de vía	Frecuencia
Desde		Hasta					
Cajamarca	-	San Pablo	72.0 km	90 min.	Vehicular	Asfaltada	Permanente
San Pablo	-	San Bernardino	17.4 km	30 min.	Vehicular	Asfaltada	Permanente
San Bernardino	-	Chilete	11.6 km	15 min.	Vehicular	Asfaltada	Permanente
Chilete	-	Zapotal	7.0 km	15 min.	Vehicular	Asfaltada	Permanente
Zapotal	-	Hualabamba	6.0 km	30 min.	Vehicular	Trocha	Intermitente
Hualabamba	-	El Gigante	3.0 km	15 min.	Vehicular	Trocha	Intermitente

Tabla 13

Vías de acceso al caserío El Gigante

Tramo			Longitud	Tiempo	Medio de transporte	Tipo de vía	Frecuencia
Desde		Hasta					
Cajamarca	-	Chetilla	34.4 km	70 min.	Vehicular	Trocha	Intermitente
Chetilla	-	C.P. Tuñad	31.8 km	90 min.	Vehicular	Trocha	Intermitente
C.P. Tuñad	-	El Gigante	2.8 km	30 min.	Vehicular	Trocha	Intermitente

Tabla 14

Vías de acceso por red vial PE-08 al caserío El Gigante

Tramo			Longitud	Tiempo	Medio de transporte	Tipo de vía	Frecuencia
Desde		Hasta					
Cajamarca	-	Zapotal	80.0 km	120 min.	Vehicular	Asf.	Intermitente
Zapotal	-	Hualabamba	6.0 km	30 min.	Vehicular	Trocha	Intermitente
Hualabamba	-	El Gigante	3.0 km	15 min.	Vehicular	Trocha	Intermitente

3.2.5. Situación económica

La principal fuente de ingreso es la agricultura dedicándose a la siembra de árboles frutales predominando la palta y lima; aproximadamente un 90% de la población se dedica a la plantación frutal y un 10% a la ganadería.

Para irrigación de sus plantas frutales tienen el canal Chetilla – Hualabamba, siendo la principal infraestructura de riego para mejorar su nivel de vida.

Figura 14

Plantación de palta del caserío El Gigante

3.2.6. Características de edificaciones

Los materiales predominantes de las viviendas son 80% de adobe y 20% de material noble; esto varía por disponibilidad de materiales, costo, preferencias culturales. El acceso

principal para las viviendas al caserío El Gigante es por una trocha carrozable afirmada CA 1303 y a su lado lateral derecho existe un campo de fútbol.

Figura 15

Vista del acceso principal y campo deportivo del caserío El Gigante

3.2.7. Instituciones

El caserío El Gigante tiene su Institución Educativa N° 821358 de nivel Primario, con código ubigeo 061202, ubicada en área rural con coordenadas UTM: 749915.045 m E; 9206886.957 m N y altitud de 1593.844 m s.n.m. Tiene como docente a Segundo Beltazar Chomba; su infraestructura es de adobe, tiene 3 secciones, nueve alumnos.

También cuenta con una Iglesia Adventista del Séptimo Día, ubicada en coordenadas UTM: 749551.822 m E; 9206342.23 m N y altitud de 1670.872 m s.n.m., su infraestructura es de abobe con techo de calamina N°22, tiene siete miembros que participan activamente en evangelismo. Es una organización social que busca mejorar conducta e impactar en ámbitos de vida humana.

Figura 16

Vista de I.E.N°821358 El Gigante

3.2.8. Salud

El establecimiento de salud clasificado por el MINSA que da servicios a la población del caserío El Gigante es el Puesto De Salud Tuñad, ubicado en el C.P. Tuñad, distrito San Bernardino, provincia San Pablo, departamento Cajamarca; con coordenadas UTM: 749586 m E; 9205548 m N; altitud de 1871 m s.n.m. y está a 2.8 km.

El acceso es por la red vial CA-1302. Es de categoría I-1 según R.D.R.S N°1973-2019-GR.CAJ/DRSC-DESP y corresponde a la Dirección de Salud Cajamarca. El horario de atención es de 7:30 a.m. – 19:30 p.m. Dispone del apoyo de Karina Huaripata De La Cruz. Su infraestructura es de material noble.

La población está propensa a enfermedades por no hacer una correcta desinfección del recurso hídrico. Estas acuden al centro de salud y en campañas médicas para tener un tratamiento seguro y eficaz. No cuenta con un monitoreo adecuado por parte de ATM de San Bernardino, esta situación origina los altos índices de infecciones respiratorias, enfermedades gastrointestinales que afectan a niños y adultos mayores.

3.2.9. Saneamiento básico

El caserío El Gigante no cuenta con drenaje y alcantarillado. El 80% de familias cuenta con sistema sanitario sin arrastre hidráulico con letrinas de hoyo seco y 20% de familias tienen un sistema de descarga con agua. La población no cuenta con asistencia técnica de educación sanitaria para promover prácticas sostenibles con el propósito de prevenir enfermedades y mejorar la salud pública.

3.2.10. Servicios públicos

El caserío El Gigante tiene su propia fuente de agua potable y solo el 76.67% tiene acceso al servicio y el 23.33% de familias carece del servicio de agua. Con respecto a la electrificación el 100% de familias cuenta con energía eléctrica y es suministrado al 100% por Hidrandina S.A.

3.2.11. Clima

El clima del caserío El Gigante es variado debido a su altitud de 1615.80 m.s.n.m; la temperatura varía de 18°C a 30°C, con un promedio anual de 23°C; la temperatura máxima es 29°C en los meses de mayo y junio presentando un clima templado seco y sin precipitaciones.

3.2.12. Topografía

La topografía del caserío El Gigante es altamente accidentada e irregular, con laderas rocosas y pendientes mayores a 29.56%. Presenta suelos aluviales areno - arcilloso.

3.3. Metodología

3.3.1. Enfoque de investigación

El enfoque fue cuantitativo porque busca medir y cuantificar datos sobre el sistema de agua de uso doméstico del caserío El Gigante.

3.3.2. Tipo

La investigación es de tipo aplicada, porque su objetivo fundamental fue suministrar información y soluciones prácticas para mejorar el SAP del caserío El Gigante.

3.3.3. Nivel

Esta investigación es de un nivel descriptivo, porque busca describir características del sistema de agua en un periodo determinado.

3.3.4. Diseño

El diseño fue no experimental y de corte transversal porque se recolectó información en un tiempo determinado y no se realizaron manipulaciones de variables.

3.3.5. Método

Se aplicó el método deductivo porque se comenzó de teorías y conocimientos existentes para recolección y análisis de datos; se utilizó el razonamiento lógico para llegar a conclusiones y recomendaciones.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

Sistema de agua de uso doméstico del caserío El Gigante, distrito San Bernardino, provincia San Pablo - Cajamarca.

3.4.2. Muestra

Se consideró un muestro probabilístico, para representar los componentes del sistema de agua de uso doméstico del caserío El Gigante, distrito San Bernardino, provincia San Pablo - Cajamarca. Asimismo, la muestra se justifica en función a la ecuación 32.

$$n = \frac{N*(\sigma)^2*(Z)^2}{(N-1)(e)^2+(\sigma)^2*(Z)^2} \quad (32)$$

Los valores que se proponen por el investigador son los siguientes:

Z = 95% $\Rightarrow$ Coeficiente de confiabilidad = 1.96; σ = 0.5

N = 30 conexiones domiciliarias; e = Considerando 2% = 0.02

Reemplazamos datos en ecuación 32:

$$n = \frac{30*(0.5)^2*(1.96)^2}{(30-1)(0.02)^2+(0.5)^2*(1.96)^2} = 29.64 \approx 30\ conexiones$$

Por lo tanto, se optó en considerar como muestra las 30 conexiones domiciliarias para los 2 sectores; donde se describirá en qué estado se encuentran.

3.4.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis es la infraestructura hidráulica, operación y mantenimiento del sistema de agua de uso doméstico del caserío El Gigante.

3.5. Técnicas y materiales de recolección de datos

3.5.1. Técnicas

Las técnicas que se utilizaron fueron las siguientes: observación directa en campo, análisis del estado de infraestructura, análisis de cantidad y calidad del agua, análisis de oferta y demanda, modelamiento hidráulico en WaterCAD, encuestas de operación y mantenimiento.

3.5.2. Materiales, equipos y softwares

3.5.2.1. Materiales

- Libreta de apuntes
- Lapicero
- Memoria USB.
- Wincha de 50 m y de 5 m
- Recipiente volumétrico de 4 L
- Formatos de encuestas sobre la operación y mantenimiento del sistema.

3.5.2.2. Equipos

- GPS diferencial
- Manómetro
- Cronómetro
- Cámara fotográfica
- Laptop

3.5.2.3. Softwares

- AutoCAD Civil 3D 2024
- Google Earth Pro
- Microsoft Word 2016, Excel 2016, PowerPoint
- QGIS
- WaterCAD 2024 V10.04

3.6. Hipótesis de investigación

3.6.1. Hipótesis general

El estado actual del sistema de agua de uso doméstico en el caserío El Gigante no es adecuado y necesita mejoramiento.

3.6.2. Definición de variable

Sistema de agua de uso doméstico en el caserío El Gigante.

3.6.3. Dimensiones

- La demanda de agua de uso doméstico.
- Infraestructura del sistema de agua de uso doméstico
- Operación y mantenimiento del sistema de agua de uso doméstico

3.6.4. Categorías

- Caudal.
- Estado actual.
- Servicio de abastecimiento.

3.6.5. Operacionalización de variable

Tabla 15

Operacionalización de variable

TÍTULO	**"EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO EN EL CASERÍO EL GIGANTE, SAN BERNARDINO, SAN PABLO – CAJAMARCA 2024"**						
Hipótesis	**Definición conceptual de variable**	**Dimensiones**	**Indicadores**	**Categorías**	**Unidad de medida**	**Escala de medición**	**Fuente o instrumento de recolección de datos**
El estado actual del sistema de agua de uso doméstico en el caserío El Gigante no es adecuado y necesita mejoramiento.	Sistema de agua de uso doméstico	La demanda de agua	Cantidad del agua	Caudal	L/s	Nominal	Encuesta al usuario Medición de caudal.
		Infraestructura del sistema de agua	Estructural Hidráulico	Estado actual	Presión (Kgf/cm^2) Diámetro (mm)	Nominal Ordinal	Observación directa in situ. Medición de presiones en conexiones domic. Modelamiento hidr. con WaterCAD.
		Operación y mantenimiento del sistema de agua	Percepción del usuario	Servicio de abastecimiento	Aceptación	Nominal	Encuesta al usuario.

3.6.6. Matriz de consistencia metodológica

Tabla 16 *Matriz de consistencia metodológica*

TÍTULO	"EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO EN EL CASERÍO EL GIGANTE, SAN BERNARDINO, SAN PABLO – CAJAMARCA 2024"									
Formulación del problema	**Objetivos**	**Hipótesis**	**Variable**	**Dimensiones**	**Indicadores**	**Categorías**	**Unidad de medida**	**Fuente o instrumentos de recolección de datos**	**Metodología**	**Población y muestra**
Pregunta general	**Objetivo General**	El estado actual del sistema de agua de uso doméstico en el caserío El Gigante no es adecuado y necesita mejoramiento.	Sistema de agua de uso doméstico	La demanda de agua	Cantidad del agua	Caudal	L/s	Encuesta al usuario Medición de caudal	• **Tipo** El tipo de investigación es aplicada. • **Nivel** La investigación es descriptiva, en un contexto espacio temporal determinado. • **Método** La obtención de información a partir de la observación directa e indirecta.	**Población** Sistema de agua de uso doméstico en el caserío El Gigante, distrito San Bernardino. **Muestra** La muestra se considera la demanda e infraestructura del sistema de agua del caserío El Gigante. **Unidad de Análisis** Sistema de agua de uso doméstico del caserío El Gigante.
¿Cuál es el estado actual del sistema de agua de uso doméstico en el caserío El Gigante?	Evaluar el sistema agua de uso doméstico en el caserío El Gigante, San Bernardino, San Pablo - Cajamarca 2024.									
	Objetivos específicos									
	Describir los componentes del sistema de agua de uso doméstico en el Caserío El Gigante.									
	Estimar la demanda actual de agua de uso doméstico en el caserío El Gigante.			Infraestructura del sistema de agua	Estructural Hidráulico	Estado actual	Kg/cm2 Diámetro Presión	Observación directa in situ Medición de presiones en conexiones domiciliarias Modelamiento hidráulico con software WaterCAD		
	Evaluar hidráulicamente la infraestructura del sistema de agua de uso doméstico en el caserío El Gigante.									
	Evaluar la operación y mantenimiento del sistema de agua de uso doméstico.									
	Generar una propuesta de mejora en cada componente del sistema de agua de uso doméstico que estén en mal estado y tengan un mal funcionamiento.			Operación y mantenimiento del sistema de agua	Funcionamiento del sistema Percepción del usuario	Servicio de suministro	Aceptación	Encuesta al usuario		

3.7. Procedimiento para el desarrollo de la investigación

3.7.1. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó con GPS diferencial de todo el sistema de agua de uso doméstico; con el fin de obtener con precisión las coordenadas y cotas de las viviendas que se benefician con el sistema, las longitudes de las tuberías que forman parte de la línea de conducción y establecer la ubicación de las diferentes estructuras hidráulicas de la red de agua potable. Los planos han sido elaborados por parte del Tesista, los que fueron tomados como base para el modelamiento hidráulico en el software WaterCAD.

En el Anexo 11 se presenta el panel fotográfico y en la sección planos se adjunta los planos correspondientes al levantamiento topográfico de esta red de agua potable.

3.7.2. Padrón de usuarios

Se realizo una solicitud al presidente de la JASS del caserío El Gigante, para que se nos conceda información del padrón de usuarios, el cual fue utilizado de guía para poder realizar las inspecciones a cada una de las viviendas juntamente con el operario.

3.7.3. Medición de presión in situ

Para realizar medición de la presión in situ, se hizo el reconocimiento de cada una de las viviendas solicitando el permiso de la persona encargada para tomar medidas de la presión del agua en su grifo en horario de máximo consumo, esto se realizó con el manómetro ISPESL, al cual se le adaptó los diferentes accesorios para facilitar y asegurar una buena obtención de medida.

Los valores de presión nos servirán para determinar la variación de estos con respecto a los valores obtenidos del modelamiento hidráulico en el software WaterCAD.

3.7.4. Observación cualitativa de la red

En las diferentes inspecciones de campo, se tomó datos del estado actual de las estructuras que forman parte este sistema de agua de uso doméstico, partiendo desde la

captación de ladera, pasando por 01 reservorio, 16 cámaras rompen presión, 4 válvulas de aire, 7 pases aéreos y la observación a los diferentes tramos de tubería que conforman esta red, para así poder determinar el estado actual de su estructura, mantenimiento y funcionamiento.

Realizada esta observación cualitativa, se concluyó en el estado actual del sistema mediante una breve descripción de cada estructura y de manera general de todo el sistema de agua de uso doméstico. Además, se tomaron las medidas necesarias en cada estructura para realizar el modelamiento en el software WaterCAD.

3.7.5. Modelamiento hidráulico de la red con el software WaterCAD

Con los datos obtenidos del levantamiento topográfico de la red y el reconocimiento de las estructuras hidráulicas, se realizó el modelamiento de la red del sistema de agua potable en el software WaterCAD, obteniendo los parámetros de caudal y presión, considerándose estos valores como los de diseño.

3.7.6. Cálculo de la variación de presión

Se comparó los resultados registrados en campo mediante la toma de medidas de presión en cada grifo de cada vivienda registrada, con los valores obtenidos mediante el modelamiento hidráulico de la red de agua potable en el software WaterCAD.

3.8. Recolección y análisis de datos

3.8.1. Levantamiento topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico del sistema de agua de uso doméstico, partiendo desde la captación hasta cada vivienda usuaria de este servicio. La geografía del lugar dificultaba para la toma de medidas de algunos puntos, por lo que se hizo limpieza de los accesos para que el GPS diferencial pueda tomar lectura los cambios de dirección de la línea de conducción, a las viviendas y demás estructuras hidráulicas.

Las coordenadas UTM WGS-84 de los usuarios del sistema de agua obtenidos con GPS diferencial se presenta en el Anexo 5 y los planos se adjunta en el Anexo 12.

3.8.2. Padrón de usuarios

Se presenta el padrón de usuarios proporcionado por la JASS del caserío El Gigante, distrito San Bernandino, provincia de San Pablo, departamento de Cajamarca, del cual se ha podido determinar un total de 30 usuarios beneficiarios de este servicio.

Las numeraciones de estas viviendas registradas presentadas en el padrón fueron tomadas como referencia para la ubicación en el modelamiento y posteriores cálculos de los parámetros en estudio.

3.8.3. Medición de presión manométrica in situ

Las mediciones de presión se realizaron con manómetro en día y horario de máximo consumo en conexiones domiciliarias representativas; y con previa aceptación por parte de usuarios obteniéndose en unidades Bar (10.20 m.c.a.).

El registro fotográfico de la toma de medidas de presión en cada vivienda representativa se adjunta en el Anexo 11.

3.8.4. Describir los componentes del sistema de agua del caserío El Gigante

Se realizó una inspección de campo, empezando el recorrido desde la captación, línea de conducción, reservorio, línea de aducción, cámaras rompe presión, pases aéreos, red de distribución y conexiones domiciliarias, entre otros componentes de cada sistema, con la finalidad de reconocer y dimensionar las estructuras, identificar posibles componentes deteriorados, verificar los diámetros de tuberías y describir el estado actual del sistema de agua de uso doméstico.

3.8.5. Estimar la demanda actual de agua de uso doméstico del caserío El Gigante

El caserío El Gigante tiene 1 reservorio para almacenamiento de agua, el cual abastece a dos sectores.

De acuerdo a información proporcionada por los representantes de la JASS y obtenida por los aforos realizados en el manantial, se determinó que el caudal ofertante es bajo.

Asimismo, existen usuarios que utilizan el agua para actividades no domésticas, como es riego de plantas frutales.

Para la obtención de datos se procedió solicitar permiso para cerrar las válvulas de salida hacia la red que abastece a la población a las 7:00 pm y volver a abrirlas a las 5:00 am.

Esto permitió evaluar, la manera de cómo la población consume el agua.

Para poder determinar los caudales de diseño (Qm, Qmd y Qmh), así como los coeficientes de variación diaria (K1) y horaria (K2) propios de la localidad, se llevaron a cabo mediciones de los desniveles de agua en el reservorio en intervalos de una hora durante el servicio diario para poder calcular el caudal en cada hora.

Enseguida, se describe el procedimiento a seguir:

- Para esta investigación las válvulas de salida a la red de aducción se abrieron a las 5:00 am. y desde ese momento se registró las alturas de nivel de agua consumido en intervalos de 1 hora, los cuales fueron debidamente anotados en la libreta de apuntes para luego ser procesados en Excel.
- Conociendo los niveles de agua consumidos en cada intervalo y el área del reservorio, se obtuvo los volúmenes de agua consumidos en cada hora y día.
- Las mediciones de desniveles en el reservorio se llevaron a cabo durante un período de 4 semanas no continuas.

3.8.6. Evaluar hidráulicamente la infraestructura del sistema de agua de uso doméstico

3.8.6.1. Captación

Se realizó el aforo del caudal por el método volumétrico en la fuente en épocas de lluvia y estiaje. Estos aforos se hicieron dos veces por época en la fuente en meses diferentes; lo cual, darán como resultado el caudal ofertante de la fuente en ambas épocas.

El caudal máximo aforado durante la temporada de lluvias nos servirá para evaluar si las medidas de captaciones cumplen con las medidas establecidas y el caudal mínimo aforado

durante la época de estiaje para determinar si la fuente puede satisfacer las necesidades de la población. Enseguida, se obtuvo medidas de la cámara húmeda y se calculó su volumen el mismo que fue utilizado para determinar su capacidad de retención de la cámara húmeda, el cual, según establece el MVCS (2018) debe oscilar entre 3 y 5 minutos.

Se utilizó el caudal aforado durante la época de lluvia para determinar el área y el diámetro de la tubería utilizando la Ecuación 8. Luego, se calculó la altura total teórica mediante la Ecuación 17 y se comparará con la altura real encontrada en campo. Por último, se analizó las dimensiones de la canastilla y la tubería de rebose.

3.8.6.2. Línea de conducción

Obteniendo el caudal de diseño (Qmd), además de las velocidades máximas (3.00 m/s) y mínimas (0.60 m/s) según MVCS (2018), se procede a calcular los diámetros mínimos y máximos utilizando la Ecuación 8. El diámetro determinado será comparado con el diámetro existente en campo. Asimismo, el MVCS (2018) recomienda que la presión de trabajo no supere el 75% de la especificada por el fabricante.

3.8.6.3. Reservorio

Es imprescindible evaluar el funcionamiento, el estado de conservación y la desinfección del agua. Para el cálculo de volumen de almacenamiento requerida puede efectuarse tanto de manera analítica como gráfica, mediante el uso de un diagrama de masa.

El cálculo se realiza mediante una tabla, donde la ley de demanda se conoce en función de porcentajes horarios del caudal medio diario (Qm), y la ley de entrada se expresa de la misma manera.

3.8.6.4. Línea de aducción

Obteniendo el caudal máximo horario (Qmh), se calculó los diámetros máximo y mínimo de la tubería de la línea de aducción, sabiendo que las velocidades mínima y máxima

0,6 m/s y 3,0 m/s respectivamente, establecidas por el MVCS (2018). Luego, se comprobó si el diámetro actual de la tubería se encuentra dentro del rango de los diámetros calculados.

3.8.6.5. Red de distribución

Obteniendo todos los diámetros de las tuberías en la red de distribución, la evaluación consistió en determinar la pérdida de carga utilizando la ecuación de Darcy Weisbach, luego modelar utilizando el software WaterCAD para identificar viviendas representativas; en las mismas que será medido las presiones dinámicas del agua con el manómetro en el horario de máximo consumo; de esta manera se verificará si la presión de servicio en cualquier punto esté de acuerdo a lo establecido por el MVCS (2018). Asimismo, en el software WaterCAD se verificará si las velocidades cumplen con los parámetros establecidos por la normativa vigente.

3.8.7. Evaluar la operación y mantenimiento del sistema de agua del caserío El Gigante

Se realizó una investigación acerca del personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema de agua potable del caserío El Gigante. Se tomó en cuenta que el sistema funciona por gravedad y no requiere de personal permanente ni capacitado. Además, se consultó acerca de quién asume la responsabilidad de llevar a cabo el mantenimiento de cada estructura del sistema, en qué condiciones se encuentran y con qué frecuencia se realizan dichas tareas. Se plantearon algunas preguntas específicas al presidente de la JASS, las cuales se detallan a continuación.

Tabla 17

Cuestionario de operación y mantenimiento

PREGUNTAS PARA EVALUAR LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO DEL CASERÍO EL GIGANTE
¿Quién es responsable de la operación y mantenimiento del servicio de agua?
¿Cuántos años está funcionando el sistema de agua de uso doméstico?
¿Con qué frecuencia se presenta rupturas, u otro tipo de inconvenientes en la red?
¿Cada qué tiempo se realiza los mantenimientos del sistema de agua de uso doméstico?
¿Cada qué tiempo cloran el agua de uso doméstico?
¿Cuánto es la tarifa por el servicio del agua doméstica?
¿Quiénes participan en su plan de mantenimiento del sistema de agua?
¿Cuenta el sistema de agua con herramientas necesarias para su operación o mantenimiento?

3.8.8. Generar una propuesta de mejora en cada componente del sistema de agua de uso doméstico que estén en mal estado y tengan un mal funcionamiento

Se realizó el reconocimiento en su totalidad del sistema de abastecimiento de agua del caserío El Gigante, luego se hizo la evaluación de las estructuras y se verificó si cuenta con un adecuado diseño, a partir de los resultados obtenidos se propondrá planear las mejoras más viables y en el menor plazo posible.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Evaluación de la infraestructura hidráulica

4.1.1.1. Descripción de los componentes del sistema de agua

4.1.1.1.1. Captación

La ubicación geográfica de la captación “Peña El Gigante” se encuentra en las coordenadas UTM: 748903.648 m E; 9207142.125 m N, a una altitud de 1933.402 m s.n.m. y el acceso es por trocha carrozable CA 1302 con dirección a C.P. Tuñad.

La captación es manantial de ladera y de concreto armado; tiene antigüedad de 21 años. No tiene canal de drenaje en su alrededor ni existe filtraciones, las tapas metálicas están deterioradas y no tiene candado de seguridad; falta conservación de pintura y limpieza de toda la superficie.

Figura 17

Vista de captación El Gigante

La cámara de afloramiento cuenta con la capacidad de recolección de agua y tiene una tapa metálica de 0.62 m x 0.62 m.

La cámara húmeda tiene dimensiones internas de 0.77 m x 0.77 m y de 0.64 m de altura; además, cuenta con 3 orificios de diámetro 1.5” en la cual no tiene tubería instalada en cada orificio, la tubería de limpia y rebose es de 2” con altura de 0.55 m, cono de rebose de 4”, la cámara tiene una tubería de salida de 1.5” y una canastilla de 3” y a 0.10 m de la base para evitar sedimentos. Teniendo una tapa metálica de 0.63 m x 0.63 m.

Figura 18

Vista de cámara húmeda de captación El Gigante

La cámara seca es de concreto armado, sus dimensiones internas son 0.56 m x 0.56 m x 0.40 m de altura; la tubería de entrada y salida es de 1.5”. Los accesorios que componen son de PVC y tiene una tapa metálica de 0.42 m x 0.42 m.

La captación cuenta con protección perimetral solo en la parte frontal; donde se tiene 7 postes metálicos tubulares redondos de F°G° de 2”x2.50 m con separación de 3 m y malla olímpica de alambre galvanizado N°12 cocada 2”x2”, puerta de acceso de 1.05 m x 2.0 m. En la parte superior, los paños están coronados con 3 hileras de alambre de púas y la parte inferior

no cuenta con sardinel de concreto. En el lado posterior de la captación existe un escombro rocoso de más de 13 m de altura.

Figura 19

Válvula de control de cámara seca

Figura 20

Cerco perimétrico de la captación El Gigante

4.1.1.1.2. Línea de conducción

Con el apoyo del Operario del sistema de agua del caserío El Gigante se realiza el recorrido de toda la línea de conducción del sistema de agua de uso doméstico, tomando como punto de inicio la captación y como punto final el reservorio del sistema. Existe un deslizamiento en el tramo de la red de 4.763 m en la progresiva 0+132.419.

La línea de conducción tiene una longitud aproximada de 296.583 m, donde 266.885m es de PVC-C10 de 1.5” y 29.698 ml es de HDPE de 1.5”. Tiene 4 válvulas de aire existentes con tapas metálicas de 0.30 m x 0.30 m; las cuales no están operando en condiciones normales y se ubicó el punto de progresiva en la que se encuentran respectivamente.

Tabla 18

Ubicación de válvulas de aire en línea de conducción

Descripción	Coordenadas		Altitud	Progresiva
	X	Y	Z	
Válvula de aire N°1	748905.8155	9207129.1540	1932.2600	0+017.596
Válvula de aire N°2	748953.7790	9207060.3910	1930.6230	0+103.918
Válvula de aire N°3	748957.8740	9207014.6050	1929.6610	0+150.615
Válvula de aire N°4	748978.8510	9206965.0160	1928.3500	0+205.207

Figura 21

Vista de válvula de aire en línea de conducción

4.1.1.1.3. Reservorio

El reservorio se encuentra en las coordenadas UTM: 749020.809 m E; 9206886.957 m N; a una altitud de 1922.988 m s.n.m. y progresiva 0+296.583.

Figura 22

Reservorio del sistema de agua El Gigante

El sistema de agua de uso doméstico solo cuenta con 1 reservorio de concreto armado; el cual compensa las variaciones de consumo durante el día. Por su función es de cabecera, por su posición es apoyado, forma rectangular con capacidad de almacenamiento de 19.31 m^3, cuyo espesor de muro es de 0.19 m; en la losa superior presenta un tubo de ventilación de acero de 36 cm de altura, una tapa metálica de 0.60 m x 0.60 m, no cuenta con escalera para el acceso a la caseta de cloración, construido hace 21 años y se encuentra en buen estado.

El interior del reservorio cuenta con tubería PCV de limpia y rebose de 2” de diámetro, tiene un cono de rebose de 4” y altura de rebose a 1.59 m, la tubería de ingreso y salida es de 1.5”, tiene una canastilla de 3”.

Figura 23

Vista de accesorios internos del reservorio

Figura 24

Vista de caja de válvulas del reservorio

La caja de válvulas es de concreto armado, sección rectangular de 0.79 m x 0.86 m y 0.75 m de profundidad, en la parte superior tiene una tapa metálica de 0.60 m x 0.60 m en buenas condiciones y con candado de seguridad.

En el interior se encuentra la válvula que permite la entrada del caudal de 1.5” de diámetro, válvula de paso (BY PASS) de 1.5” de diámetro, válvula de limpia de 2” de diámetro,

una válvula de salida de agua a la población de 1.5” de diámetro. Estos accesorios internos mencionados se encuentran deteriorados, son de bronce y de tipo compuerta.

Figura 25

Vista de la caseta de cloración

Tiene una caseta de cloración que fue construida en el año 2019 de paredes de ladrillo, puerta metálica y techo de madera cubierto por teja, la estructura se encuentra pintada y conservada. Tiene una altura de 1.83 m en el frontis y 1.75 m en la parte posterior y medidas de 1.40 m x 1.40 m; la puerta de entrada es metálica y tiene una longitud de 1 m; contiene en su interior un tanque de polietileno de 250 litros para cloración; solo que la población no realiza la desinfección con cloro.

El cerco perimétrico protege sus lados 4 lados laterales del reservorio y cuenta con 16 postes metálicos tubulares redondos de aluminio de 2” con altura 2.30 m a cada 1.25 m y malla olímpica de alambre galvanizado N°12 cocada 2x2”, puerta de acceso de 1.05 m x 2.0 m. La parte superior de los paños están coronados con 3 hileras de alambre de púas y la parte inferior no cuenta con sardinel de concreto.

Figura 26

Cerco perimétrico del reservorio El Gigante

4.1.1.1.4. Línea de aducción

El sistema de abastecimiento cuenta con dos líneas de aducción, conformadas por sistemas de tuberías de material PVC - C10.

La primera línea de aducción conduce el agua desde el reservorio hacia la red de distribución 1, a través de una tubería de Ø 1.5” PVC con longitud aproximada es de 364.713 m; construido hace 21 años y actualmente se encuentra enterrada en todo el tendido de la tubería, existen tramos donde la tubería está a poca profundidad donde se ha ocurrido rupturas generadas por labores agrícolas; se encuentra en estado físico regular y operativo.

La segunda línea de aducción conduce el agua desde el reservorio hacia la red de distribución 2, a través de una tubería de Ø 1” PVC con longitud aproximada es de 67.420 m; construido hace 21 años y actualmente se encuentra enterrada en todo el tendido de la tubería.

Tabla 19

Características de línea de aducción

Descripción	Diámetro in.	Longitud m.	Antigüedad Años	Material	Estado Operativo
Línea de aducción 1	1.5	364.713	21	PVC C-10	Bueno
Línea de aducción 2	1	67.420	21	PVC C-10	Bueno

4.1.1.1.5. Red de distribución

Con el permiso de la JASS y usuarios del caserío El Gigante, se inspeccionó las válvulas de paso en 6 conexiones se encuentran en buen estado, 9 conexiones en regular estado, 11 conexiones en mal estado y 4 conexiones no tienen válvulas de paso.

Se identificaron los grifos en 13 conexiones se encuentran en buen estado, 7 conexiones se encuentran en regular estado, 8 conexiones en mal estado y 2 conexiones no cuentan grifos y funcionan solo con llave de paso.

Se observó que, a lo largo de toda la red de distribución, no hay válvulas de aire, ni de purga. El sistema de abastecimiento de agua cuenta con dos sectores para la distribución:

La red de distribución 1 está conformada por 3418.37 m de tubería PVC-C10 de 1”, 3/4” y 1/2” de diámetro. Además, abastece a 20 conexiones domiciliarias domésticas y 1 conexión no doméstica siendo la institución educativa N°821358, tiene 9 cámaras rompe presión, y existe 3 pases aéreos.

La red de distribución 2 está conformada por 1560.91 m de tubería PVC-C10 de 1/2" de diámetro. Asimismo, abastece a 8 conexiones domiciliarias y 1 conexión no doméstica siendo la iglesia adventista del 7°día, tiene 7 cámaras rompe presión tipo 6, y existe 3 pases aéreos.

Las redes 1 y 2; tienen una antigüedad de 21 años aproximadamente; hidráulicamente son funcionales y están deteriorados.

Tabla 20

Características de la red de distribución

Descripción	Diámetro in.	Longitud m.	Material	Clase	Estado Operativo
Red de distribución 1	---	**3418.37**	**PVC**	**10**	**Regular**
	1”	1043.03	PVC	10	Regular
	3/4”	595.64	PVC	10	Regular
	1/2"	1779.7	PVC	10	Regular
Red de distribución 2	---	**1560.91**	**PVC**	**10**	**Regular**
	1/2"	1560.91	PVC	10	Regular

4.1.1.1.6. Cámaras rompe presión

En la inspección de la red, se identificó 16 cámaras rompe presión tipo 6. Las CRP de la red de distribución 1 cuenta con 9 CRP tipo 6 las cuales tienen similares características. Tienen dimensiones de 1.01 m x 1.41 m con tapa metálica de 0.65 cm. x 0.65 cm no está con seguro. Se identificó que tiene una tubería PVC de entrada y salida, su tubería de limpia y rebose es 2” de diámetro, tiene cono de rebose de 4”, tiene canastilla.

La cámara seca protege la válvula de control, mide de 0.55m x 0.55 m con tapa metálica de 0.40m x 0.30m y hace falta su limpieza y conservación de pintura; no tiene: válvula flotadora, tubería de ventilación, dado de protección en la tubería de limpia y rebose, cerco perimétrico. Fueron construidos hace 21 años aproximadamente.

Figura 27

Medición interna de CRP en la red de distribución 1

Figura 28

Vista de componentes internos de CRP de la red de distribución 1

Las CRP de la red de distribución 2 cuenta con 7 CRP tipo 6 las cuales tienen similares características. Tienen dimensiones de 1.10 m x 1.40 m con tapa metálica de 0.60 cm. x 0.60 cm no está con seguro. Se notó fisuras en la estructura. Se identificó que tiene una tubería PVC de entrada y salida, su tubería de limpia y rebose es 2” de diámetro, tiene cono de rebose de 4”, no tiene canastilla. La cámara seca protege la válvula de control, mide de 0.55m x 0.55 m con tapa metálica de 0.40m x 0.30m y hace falta su limpieza y conservación de pintura; no tiene:

válvula flotadora, tubería de ventilación, dado de protección en la tubería de limpia y rebose, cerco perimétrico. Además, se notó la estructura presenta fisuras y el concreto está deteriorado. Fueron construidos hace 21 años aproximadamente.

Figura 29

Vista de CRP de la red de distribución 2

Tabla 21

Ubicación de cámaras rompe presión

Descripción	Red	Coordenadas		Altitud	Progresiva
		X	Y	Z	
CRP T6 N°1		749582.338	9205511.438	1871.698	2+041.994
CRP T6 N°2		749645.493	9205578.410	1824.285	2+145.090
CRP T6 N°3		749699.864	9205604.748	1777.603	2+221.613
CRP T6 N°4		749756.740	9205633.648	1733.087	2+299.418
CRP T6 N°5	I	749821.499	9205659.981	1684.529	2+384.536
CRP T6 N°6		749861.132	9205687.648	1637.648	2+451.871
CRP T6 N°7		749930.751	9205722.902	1595.842	2+541.305
CRP T6 N°8		750585.965	9205460.177	1499.983	3+285.617
CRP T6 N°9		750766.526	9205462.573	1447.338	3+477.664

CRP T6 N°10		749157.070	9206776.740	1875.439	0+191.504
CRP T6 N°11		749251.401	9206687.846	1822.897	0+338.610
CRP T6 N°12		749335.510	9206553.577	1762.604	0+501.769
CRP T6 N°13	II	749425.406	9206482.378	1719.079	0+630.889
CRP T6 N°14		749716.993	9206278.008	1666.075	0+999.486
CRP T6 N°15		749935.240	9206132.663	1620.004	1+274.048
CRP T6 N°16		750070.874	9206005.263	1568.192	1+470.285

4.1.1.1.7. Pases aéreos

En la verificación in situ, se hizo el reconocimiento de 7 pases aéreos, donde estas estructuras están anclados a columnas de concreto en cada lado y cables deteriorados; en lo cual la tubería presenta curvatura por catenaria, el cable de soporte no se encuentra en buen estado ni presenta tensores para corregir catenaria, falta limpieza y mantenimiento.

En la línea de conducción se tiene el pase aéreo N°1, el cual se ubica en la progresiva 0+018.796, falta limpieza y corte de vegetación; el cable principal es de acero tipo boa de ½", está anclado en los extremos con columnas de concreto de 0.30 m x 0.30 m x 3 m, las péndolas son de acero y está a una distancia de 1 m entre ellas. Este pase aéreo tiene una longitud de 29.698 m y transporta una manguera HDPE de 1.5". La ubicación geográfica del pase aéreo se encuentra en las siguientes coordenadas UTM: 738708 m E; 9252433 m N y una altitud de 2797 m s.n.m.

Figura 30

Pase aéreo con mayor riesgo de daño en la red en progresiva 3+644.041

La red de distribución tiene 2 ramales, donde la red de distribución 1 cuenta con 3 pases aéreos anclados a columnas de 0.20 m x 0.20 m x 2 m, adherido cable tipo boa de diámetro 1/8” y sin péndolas. Asimismo, la red de distribución 2 cuenta con 3 pases aéreos anclados a columnas de 0.20 m x 0.20 m x 2 m, adherido cable tipo boa de diámetro 1/8” y sin péndolas.

En la red de distribución 1, se tiene al pase aéreo de longitud de 81.640 m, con coordenadas UTM: 750908.94 m E; 9205511.376 m N y una altitud de 1386.958 m s.n.m. Transporta una tubería de 1/2" y cruza una quebrada profunda; presenta el mayor riesgo de daño a la ruptura de tubería debido a la tensión y dificultad de acceso para mantenimiento.

Tabla 22

Ubicación de pases aéreos

Pase aéreo N°1	Línea conducción	29.698	1.5"	748905.82 748918.76	9207128.445 9207101.717	1931.292 1931.902	0+018.796
Pase aéreo N°2	L.dist. Red 1	18.723	1"	748751.37 748765.77	9206254.054 9206242.092	1895.436 1894.957	0+839.935
Pase aéreo N°3	L.dist. Red 1	11.405	1"	748996.48 749003.35	9206140.095 9206130.993	1892.055 1891.949	1+121.480
Pase aéreo N°4	L.dist. Red 1	81.640	1/2"	750908.94 750981.25	9205511.376 9205549.177	1386.958 1389.48	3+644.041
Pase aéreo N°5	L.dist. Red 2	36.261	1/2"	749201.51 749234.17	9206714.257 9206705.684	1843.566 1830.352	0+276.357
Pase aéreo N°6	L.dist. Red 2	55.584	1/2"	749464.21 749508.54	9206446.003 9206413.661	1690.706 1681.832	0+691.048
Pase aéreo N°7	L.dist. Red 2	54.488	1/2"	750146.04 750187.2	9205949.303 9205913.811	1552.946 1549.373	1+565.405

4.1.2. Evaluación del funcionamiento hidráulico

4.1.2.1. Estimación de la demanda actual

4.1.2.1.1. Dotación

Para determinar los caudales de consumo reales del caserío El Gigante, se realizaron las mediciones de los desniveles de agua consumida en el reservorio; en intervalos de una hora durante el servicio diario en un período de 4 semanas desde abril hasta julio de 2024, con intención de tener una muestra relevante y verificar diferencias de consumo entre semanas.

Procediendo a estimar la demanda actual; el reservorio tiene forma rectangular y apoyado; sus dimensiones son:

- Altura total del reservorio: 1.80 m.

- Altura de rebose: 1.59 m.
- Ancho interno: 3.48 m.
- Largo interno: 3.49 m.
- Borde libre: 12 cm.
- Altura de salida: 9.00 cm.
- Área del reservorio: $A = AXL = 12.15\ m^2$
- Volumen del reservorio: $V = 19.31\ m^3$

La medida del nivel de agua consumida por hora se realizó durante 28 días; se midió desde el nivel del tubo de rebose hasta el nivel superior de la tubería de salida y los resultados de registros de alturas consumidas por hora se detalla en Anexos 6; 7; 8; 9.

- $H_{consumida}$: Medidas registradas en el reservorio en cm.
- V: Volumen en m^3/h.
- Para determinar V se debe multiplicar $H_{consumida}$ en m por el área de la base del reservorio según corresponda.

Los resultados de consumo por semana se muestran a continuación:

Tabla 23

Volumen de consumo horario de semana 1

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO							
FECHA	**SEMANA 01 : 01/04/2024 - 07/04/2024**						
	01/04/2024	**02/04/2024**	**03/04/2024**	**04/04/2024**	**05/04/2024**	**06/04/2024**	**07/04/2024**
DÍA	**LUNES**	**MARTES**	**MIÉRCOLES**	**JUEVES**	**VIERNES**	**SÁBADO**	**DOMINGO**
HORARIO	**Vol. (m^3)**	**Vol. (m^3)**	**Vol. (m^3)**	**Vol. (m^3)**	**Vol. (m^3)**	**Vol. (m^3)**	**Vol. (m^3)**
05:00 - 06:00	0.43	0.26	0.30	0.29	0.34	0.27	0.39
06:00 - 07:00	1.52	1.64	1.59	1.54	1.60	1.37	1.74
07:00 - 08:00	1.17	1.24	1.35	1.26	1.15	1.23	1.47
08:00 - 09:00	0.91	0.89	0.89	0.77	0.51	0.56	1.14
09:00 - 10:00	0.84	0.41	0.85	0.63	0.58	0.51	0.53
10:00 - 11:00	0.84	0.79	0.79	0.95	0.77	0.79	0.61
11:00 - 12:00	0.67	0.55	0.73	0.78	0.79	0.66	0.79
12:00 - 13:00	0.87	1.25	1.15	1.35	1.24	1.12	1.30
13:00 - 14:00	0.85	1.00	0.97	0.87	0.68	0.86	0.91
14:00 - 15:00	0.44	0.30	0.61	0.38	0.60	0.67	0.40
15:00 - 16:00	0.51	0.39	0.62	0.56	0.43	0.43	0.46
16:00 - 17:00	0.61	0.32	0.51	0.43	0.51	0.39	0.63
17:00 - 18:00	0.53	0.56	0.58	0.64	0.56	0.69	0.49
18:00 - 19:00	0.79	0.62	0.46	0.50	0.64	0.90	0.85
CONSUMO DIARIO m^3	**10.97**	**10.20**	**11.40**	**10.94**	**10.40**	**10.43**	**11.71**
CONSUMO MÁXIMO HORARIO m^3	**1.52**	**1.64**	**1.59**	**1.54**	**1.60**	**1.37**	**1.74**
CONS.MÍN HOR. m^3	**0.43**	**0.26**	**0.30**	**0.29**	**0.34**	**0.27**	**0.39**

Tabla 24

Volumen de consumo horario de semana 2

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO							
FECHA	**SEMANA 02 : 03/06/2024 - 09/06/2024**						
	03/06/2024	**04/06/2024**	**05/06/2024**	**06/06/2024**	**07/06/2024**	**08/06/2024**	**09/06/2024**
DÍA	**LUNES**	**MARTES**	**MIÉRCOLES**	**JUEVES**	**VIERNES**	**SÁBADO**	**DOMINGO**
HORARIO	**Vol. (m^3)**	**Vol. (m^3)**	**Vol. (m^3)**	**Vol. (m^3)**	**Vol. (m^3)**	**Vol. (m^3)**	**Vol. (m^3)**
05:00 - 06:00	0.34	0.33	0.30	0.39	0.36	0.43	0.39
06:00 - 07:00	1.17	1.14	1.02	1.24	1.28	1.15	1.40
07:00 - 08:00	1.52	1.47	1.15	1.55	1.66	1.58	1.72
08:00 - 09:00	0.69	0.79	0.79	0.43	0.78	0.77	0.85
09:00 - 10:00	0.55	0.39	0.45	0.55	0.44	0.51	0.75
10:00 - 11:00	0.70	0.55	0.67	0.51	0.69	0.69	0.97
11:00 - 12:00	0.51	0.63	0.51	0.47	0.51	0.62	0.67
12:00 - 13:00	1.26	1.29	1.04	1.28	1.32	1.37	1.37
13:00 - 14:00	1.13	1.03	1.15	1.06	1.15	1.12	1.12
14:00 - 15:00	0.63	0.75	0.52	0.64	0.64	0.46	0.41
15:00 - 16:00	0.41	0.55	0.69	0.50	0.69	0.50	0.43
16:00 - 17:00	0.50	0.38	0.47	0.43	0.49	0.47	0.56
17:00 - 18:00	0.55	0.51	0.44	0.52	0.46	0.63	0.72
18:00 - 19:00	0.69	0.83	0.72	0.80	0.84	0.81	0.78
CONSUMO DIARIO m3	**10.65**	**10.63**	**9.93**	**10.36**	**11.32**	**11.11**	**12.13**
CONSUMO MÁXIMO HORARIO m3	**1.52**	**1.47**	**1.15**	**1.55**	**1.66**	**1.58**	**1.72**
CONS.MÍN HOR. m3	**0.34**	**0.33**	**0.30**	**0.39**	**0.36**	**0.43**	**0.39**

Tabla 25

Volumen de consumo horario de semana 3

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO							
FECHA	SEMANA 03 : 10/06/2024 - 16/06/2024						
	10/06/2024	11/06/2024	12/06/2024	13/06/2024	14/06/2024	15/06/2024	16/06/2024
DÍA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
HORARIO	Vol. (m^3)	Vol. (m^3)	Vol. (m^3)	Vol. (m^3)	Vol. (m^3)	Vol. (m^3)	Vol. (m^3)
05:00 - 06:00	0.43	0.44	0.34	0.38	0.30	0.38	0.41
06:00 - 07:00	1.24	1.18	1.15	1.00	1.19	1.14	1.30
07:00 - 08:00	1.60	1.52	1.42	1.29	1.28	1.40	1.71
08:00 - 09:00	0.64	0.89	0.89	0.55	0.81	0.79	0.96
09:00 - 10:00	0.51	0.64	0.51	0.45	0.62	0.62	0.68
10:00 - 11:00	0.72	0.55	0.43	0.63	0.43	0.66	0.95
11:00 - 12:00	0.47	0.50	0.70	0.55	0.45	0.62	1.03
12:00 - 13:00	1.24	1.42	1.14	1.11	1.15	1.25	1.40
13:00 - 14:00	1.15	1.19	0.91	1.01	0.92	1.08	0.85
14:00 - 15:00	0.68	0.78	0.86	0.67	0.55	0.56	0.47
15:00 - 16:00	0.58	0.63	0.63	0.51	0.77	0.39	0.61
16:00 - 17:00	0.50	0.50	0.45	0.43	0.50	0.47	0.55
17:00 - 18:00	0.46	0.64	0.66	0.68	0.63	0.66	0.60
18:00 - 19:00	0.79	0.90	0.83	0.77	0.84	0.78	0.81
CONSUMO DIARIO m3	**11.02**	**11.77**	**10.92**	**10.00**	**10.43**	**10.78**	**12.32**
CONSUMO MÁXIMO HORARIO m3	**1.60**	**1.52**	**1.42**	**1.29**	**1.28**	**1.40**	**1.71**
CONS.MÍN HOR. m3	**0.43**	**0.44**	**0.34**	**0.38**	**0.30**	**0.38**	**0.41**

Tabla 26

Volumen de consumo horario de semana 4

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO							
SEMANA 04 : 15/07/2024 - 21/07/2024							
FECHA	15/07/2024	16/07/2024	17/07/2024	18/07/2024	19/07/2024	20/07/2024	21/07/2024
DÍA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
HORARIO	Vol. (m^3)	Vol. (m^3)	Vol. (m^3)	Vol. (m^3)	Vol. (m^3)	Vol. (m^3)	Vol. (m^3)
05:00 - 06:00	0.33	0.30	0.43	0.43	0.39	0.30	0.38
06:00 - 07:00	1.55	1.35	1.51	1.65	1.28	1.25	1.71
07:00 - 08:00	1.04	1.13	1.24	1.24	1.24	1.15	1.25
08:00 - 09:00	0.72	0.67	0.91	0.91	0.64	0.79	0.97
09:00 - 10:00	0.51	0.39	0.47	0.74	0.51	0.63	0.55
10:00 - 11:00	0.38	0.79	0.68	1.02	0.72	0.96	0.46
11:00 - 12:00	0.47	0.50	0.62	0.60	0.50	0.55	0.85
12:00 - 13:00	1.15	1.23	1.17	1.12	1.24	1.08	1.29
13:00 - 14:00	0.91	1.01	0.95	1.31	1.15	1.12	1.52
14:00 - 15:00	0.64	0.51	0.44	0.55	0.68	0.68	1.09
15:00 - 16:00	0.30	0.43	0.55	0.43	0.58	0.33	0.43
16:00 - 17:00	0.34	0.33	0.47	0.56	0.50	0.46	0.49
17:00 - 18:00	0.51	0.43	0.55	0.72	0.46	0.56	0.61
18:00 - 19:00	0.69	0.87	0.77	0.79	0.77	0.67	0.79
CONSUMO DIARIO m3	**9.56**	**9.92**	**10.74**	**12.05**	**10.65**	**10.54**	**12.38**
CONSUMO MÁXIMO HORARIO m3	**1.55**	**1.35**	**1.51**	**1.65**	**1.28**	**1.25**	**1.71**
CONS.MÍN HOR. m3	**0.33**	**0.30**	**0.43**	**0.43**	**0.39**	**0.30**	**0.38**

Tabla 27

Día del máximo consumo de la primera semana

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO				
FECHA	**SEMANA 01 : 01/04/2024 - 07/04/2024**			
	07/04/2024			
DÍA	**DOMINGO**			
HORARIO	**H Consumido (cm)**	**Vol. m^3**	**Vol. l/h**	**Vol. l/s**
05:00 - 06:00	3.20	0.39	388.65	0.11
06:00 - 07:00	14.30	1.74	1736.76	0.48
07:00 - 08:00	12.10	1.47	1469.57	0.41
08:00 - 09:00	9.40	1.14	1141.65	0.32
09:00 - 10:00	4.40	0.53	534.39	0.15
10:00 - 11:00	5.00	0.61	607.26	0.17
11:00 - 12:00	6.50	0.79	789.44	0.22
12:00 - 13:00	10.70	1.30	1299.54	0.36
13:00 - 14:00	7.50	0.91	910.89	0.25
14:00 - 15:00	3.30	0.40	400.79	0.11
15:00 - 16:00	3.80	0.46	461.52	0.13
16:00 - 17:00	5.20	0.63	631.55	0.18
17:00 - 18:00	4.00	0.49	485.81	0.13
18:00 - 19:00	7.00	0.85	850.16	0.24

Gráfico 1

Día del máximo consumo de la primera semana

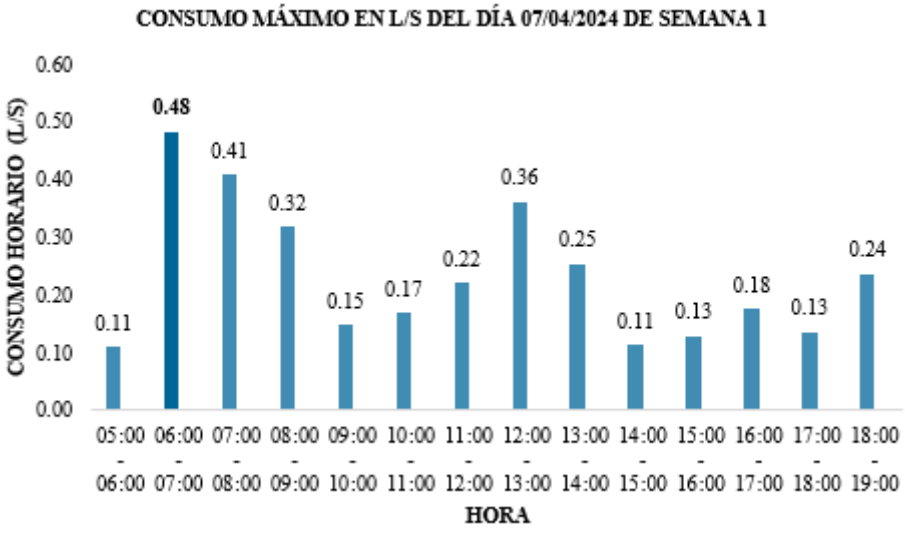


Tabla 28

Día de máximo consumo de la segunda semana

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO				
FECHA	**SEMANA 02 : 03/06/2024 - 09/06/2024**			
	09/06/2024			
DÍA	**DOMINGO**			
HORARIO	**H Consumido (cm)**	**Vol. m^3**	**Vol. l/h**	**Vol. l/s**
05:00 - 06:00	3.2	0.39	388.65	0.11
06:00 - 07:00	11.5	1.40	1396.70	0.39
07:00 - 08:00	14.2	1.72	1724.62	0.48
08:00 - 09:00	7	0.85	850.16	0.24
09:00 - 10:00	6.2	0.75	753.00	0.21
10:00 - 11:00	8	0.97	971.62	0.27
11:00 - 12:00	5.5	0.67	667.99	0.19
12:00 - 13:00	11.3	1.37	1372.41	0.38
13:00 - 14:00	9.2	1.12	1117.36	0.31
14:00 - 15:00	3.4	0.41	412.94	0.11
15:00 - 16:00	3.5	0.43	425.08	0.12
16:00 - 17:00	4.6	0.56	558.68	0.16
17:00 - 18:00	5.9	0.72	716.57	0.20
18:00 - 19:00	6.4	0.78	777.29	0.22

Gráfico 2

Día del máximo consumo de la segunda semana

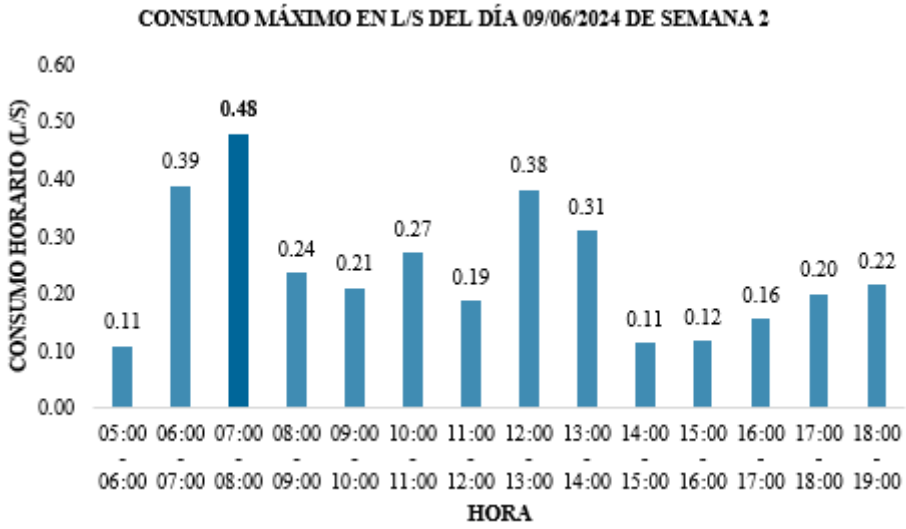


Tabla 29

Día de máximo consumo de la tercera semana

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO				
FECHA	**SEMANA 03 : 10/06/2024 - 16/06/2024**			
	16/06/2024			
DÍA	**DOMINGO**			
HORARIO	**H Consumido (cm)**	**Vol. m^3**	**Vol. l/h**	**Vol. l/s**
05:00 - 06:00	3.40	0.41	412.94	0.11
06:00 - 07:00	10.70	1.30	1299.54	0.36
07:00 - 08:00	14.05	1.71	1706.40	0.47
08:00 - 09:00	7.90	0.96	959.47	0.27
09:00 - 10:00	5.60	0.68	680.13	0.19
10:00 - 11:00	7.80	0.95	947.33	0.26
11:00 - 12:00	8.50	1.03	1032.34	0.29
12:00 - 13:00	11.50	1.40	1396.70	0.39
13:00 - 14:00	7.00	0.85	850.16	0.24
14:00 - 15:00	3.90	0.47	473.66	0.13
15:00 - 16:00	5.00	0.61	607.26	0.17
16:00 - 17:00	4.50	0.55	546.53	0.15
17:00 - 18:00	4.90	0.60	595.11	0.17
18:00 - 19:00	6.70	0.81	813.73	0.23

Gráfico 3

Día de máximo consumo de la tercera semana

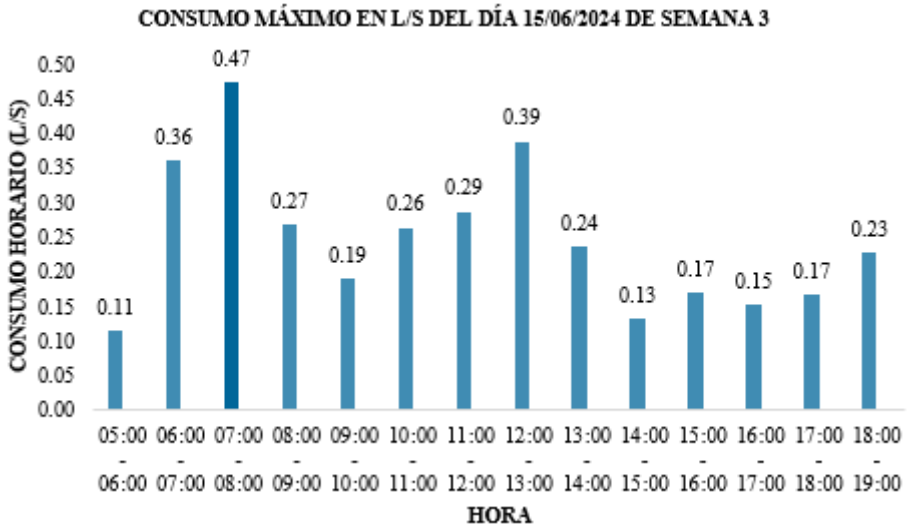


Tabla 30

Día del máximo consumo de la cuarta semana

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERIO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO				
FECHA	**SEMANA 04 : 15/07/2024 - 21/07/2024**			
DÍA	**21/07/2024**			
	DOMINGO			
HORARIO	**H Consumido (cm)**	**Vol. m^3**	**Vol. l/h**	**Vol. l/s**
05:00 - 06:00	3.10	0.38	376.50	0.10
06:00 - 07:00	14.10	1.71	1712.47	0.48
07:00 - 08:00	10.30	1.25	1250.96	0.35
08:00 - 09:00	8.00	0.97	971.62	0.27
09:00 - 10:00	4.50	0.55	546.53	0.15
10:00 - 11:00	3.80	0.46	461.52	0.13
11:00 - 12:00	7.00	0.85	850.16	0.24
12:00 - 13:00	10.60	1.29	1287.39	0.36
13:00 - 14:00	12.50	1.52	1518.15	0.42
14:00 - 15:00	9.00	1.09	1093.07	0.30
15:00 - 16:00	3.50	0.43	425.08	0.12
16:00 - 17:00	4.00	0.49	485.81	0.13
17:00 - 18:00	5.00	0.61	607.26	0.17
18:00 - 19:00	6.50	0.79	789.44	0.22

Gráfico 4

Día del máximo consumo de la cuarta semana

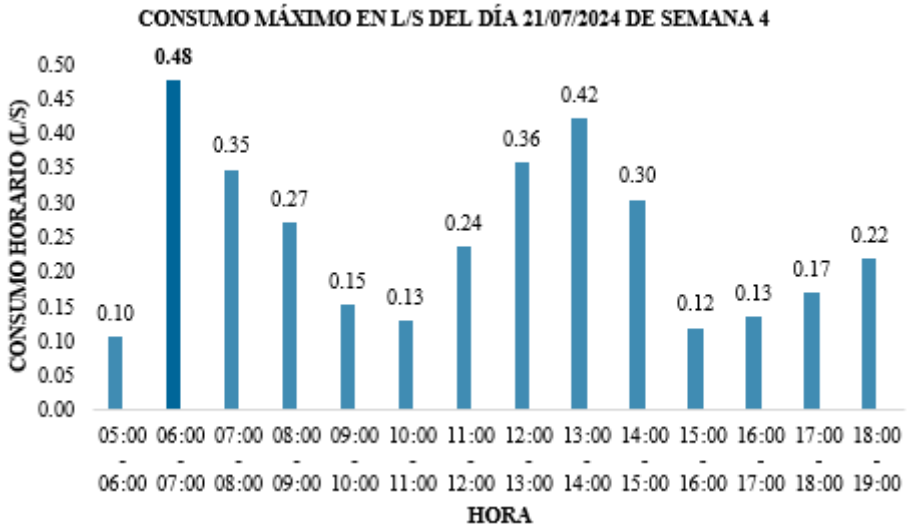


Figura 31

Mediciones en el reservorio para obtener el volumen de consumo horario

4.1.2.2. Cálculo de las variaciones

4.1.2.2.1. Consumo promedio diario anual (Q_p)

Tabla 31

Consumo promedio diario desde 01/04/2024 - 07/04/2024

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO							
FECHA	**SEMANA 01 : 01/04/2024 - 07/04/2024**						
	01/04/2024	**02/04/2024**	**03/04/2024**	**04/04/2024**	**05/04/2024**	**06/04/2024**	**07/04/2024**
DÍA	**LUNES**	**MARTES**	**MIÉRCOLES**	**JUEVES**	**VIERNES**	**SÁBADO**	**DOMINGO**
CONSUMO DIARIO m3	10.97	10.20	11.40	10.94	10.40	10.43	11.71
CONSUMO DIARIO L/d	10967.12	10201.97	11404.34	10942.83	10396.29	10432.73	11707.97
HORAS	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
CAUDAL L/s	0.22	0.20	0.23	0.22	0.21	0.21	0.23
CONSUMO PROMEDIO DIARIO Qp EN L/s				0.2156			
POBLACIÓN hab.				163			

Tabla 32

Consumo promedio diario desde 03/06/2024 - 09/06/2024

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO							
FECHA	**SEMANA 02 : 03/06/2024 - 09/06/2024**						
	03/06/2024	**04/06/2024**	**05/06/2024**	**06/06/2024**	**07/06/2024**	**08/06/2024**	**09/06/2024**
DÍA	**LUNES**	**MARTES**	**MIÉRCOLES**	**JUEVES**	**VIERNES**	**SÁBADO**	**DOMINGO**
CONSUMO DIARIO m3	10.65	10.63	9.93	10.36	11.32	11.11	12.13
CONSUMO DIARIO L/d	10651.34	10627.05	9934.77	10359.86	11319.33	11112.86	12133.05
HORAS	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
CAUDAL L/s	0.21	0.21	0.20	0.21	0.22	0.22	0.24
CONSUMO PROMEDIO DIARIO Qp EN L/s				0.2158			
POBLACIÓN hab.				163			

Tabla 33

Consumo promedio diario desde 10/06/2024 - 16/06/2024

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO							
FECHA	**SEMANA 03 : 10/06/2024 - 16/06/2024**						
	10/06/2024	**11/06/2024**	**12/06/2024**	**13/06/2024**	**14/06/2024**	**15/06/2024**	**16/06/2024**
DÍA	**LUNES**	**MARTES**	**MIÉRCOLES**	**JUEVES**	**VIERNES**	**SÁBADO**	**DOMINGO**
CONSUMO DIARIO m3	11.02	11.77	10.92	10.00	10.43	10.78	12.32
CONSUMO DIARIO L/d	11015.70	11768.70	10918.53	9995.50	10432.73	10784.94	12321.31
HORAS	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
CAUDAL L/s	0.22	0.23	0.22	0.20	0.21	0.21	0.24
CONSUMO PROMEDIO DIARIO Qp EN L/s				0.2189			
POBLACIÓN hab.				163			

Tabla 34

Consumo promedio diario desde 15/07/2024 - 21/07/2024

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO							
FECHA	**SEMANA 04 : 15/07/2024 - 21/07/2024**						
	15/07/2024	**16/07/2024**	**17/07/2024**	**18/07/2024**	**19/07/2024**	**20/07/2024**	**21/07/2024**
DÍA	**LUNES**	**MARTES**	**MIÉRCOLES**	**JUEVES**	**VIERNES**	**SÁBADO**	**DOMINGO**
CONSUMO DIARIO m3	9.56	9.92	10.74	12.05	10.65	10.54	12.38
CONSUMO DIARIO L/d	9558.27	9922.63	10736.36	12048.04	10651.34	10535.96	12375.96
HORAS	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
CAUDAL L/s	0.19	0.20	0.21	0.24	0.21	0.21	0.25
CONSUMO PROMEDIO DIARIO Qp EN L/s				0.2149			
POBLACIÓN hab.				163			

Con los datos obtenidos de los volúmenes diarios de consumo en 4 semanas de meses diferentes procedemos a calcular la dotación real, de la siguiente manera.

$$Q_p\left(^{l}/_{d}\right) = \text{Dotación}(\text{l/hab/día}) \text{ X P(hab)} \quad (2)$$

$$\text{Dotación Semana 1} = \frac{18625.28}{163} = 114.27 \text{ (l/hab/día)}$$

$$\text{Dotación Semana 2} = \frac{18646.10}{163} = 114.39 \text{ (l/hab/día)}$$

$$\text{Dotación Semana 3} = \frac{18915.28}{163} = 116.04 \text{(l/hab/día)}$$

$$\text{Dotación Semana 4} = \frac{18570.26}{163} = 113.93 \text{ (l/hab/día)}$$

$$\text{Dotación promedio} = 114.65 \text{ (l/hab/día)}$$

El sistema de agua de uso doméstico está ubicado en la sierra y la dotación que establece el MVCS, según opciones tecnológicas para región sierra y con arrastre hidráulico es de 80

l/hab/día. Por lo tanto, observando los resultados concluimos que para el reservorio la dotación real es mayor significativamente.

4.1.2.2.2. Consumo máximo diario (Q_{md})

Tabla 35

Consumo máximo diario desde 01/04/2024 - 07/04/2024

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO							
FECHA	**SEMANA 01 : 01/04/2024 - 07/04/2024**						
	01/04/2024	**02/04/2024**	**03/04/2024**	**04/04/2024**	**05/04/2024**	**06/04/2024**	**07/04/2024**
DÍA	**LUNES**	**MARTES**	**MIÉRCOLES**	**JUEVES**	**VIERNES**	**SÁBADO**	**DOMINGO**
CONSUMO DIARIO m3	10.97	10.20	11.40	10.94	10.40	10.43	11.71
CONSUMO DIARIO L/d	10967.12	10201.97	11404.34	10942.83	10396.29	10432.73	11707.97
HORAS	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
CAUDAL L/s	0.22	0.20	0.23	0.22	0.21	0.21	0.23
CONSUMO MÁXIMO DIARIO Qmd EN L/s				0.2323			

Tabla 36

Consumo máximo diario desde 03/06/2024 - 09/06/2024

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO							
FECHA	**SEMANA 02 : 03/06/2024 - 09/06/2024**						
	03/06/2024	**04/06/2024**	**05/06/2024**	**06/06/2024**	**07/06/2024**	**08/06/2024**	**09/06/2024**
DÍA	**LUNES**	**MARTES**	**MIÉRCOLES**	**JUEVES**	**VIERNES**	**SÁBADO**	**DOMINGO**
CONSUMO DIARIO m3	10.65	10.63	9.93	10.36	11.32	11.11	12.13
CONSUMO DIARIO L/d	10651.34	10627.05	9934.77	10359.86	11319.33	11112.86	12133.05
HORAS	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
CAUDAL L/s	0.21	0.21	0.20	0.21	0.22	0.22	0.24
CONSUMO MÁXIMO DIARIO Qmd EN L/s				0.2407			

Tabla 37

Consumo máximo diario desde 10/06/2024 - 16/06/2024

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO							
FECHA	**SEMANA 03 : 10/06/2024 - 16/06/2024**						
	10/06/2024	**11/06/2024**	**12/06/2024**	**13/06/2024**	**14/06/2024**	**15/06/2024**	**16/06/2024**
DÍA	**LUNES**	**MARTES**	**MIÉRCOLES**	**JUEVES**	**VIERNES**	**SÁBADO**	**DOMINGO**
CONSUMO DIARIO m3	11.02	11.77	10.92	10.00	10.43	10.78	12.32
CONSUMO DIARIO L/d	11015.70	11768.70	10918.53	9995.50	10432.73	10784.94	12321.31
HORAS	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
CAUDAL L/s	0.22	0.23	0.22	0.20	0.21	0.21	0.24
CONSUMO MÁXIMO DIARIO Qmd EN L/s				0.2445			

Tabla 38

Consumo máximo diario desde 15/07/2024 - 21/07/2024

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO							
FECHA	**SEMANA 04 : 15/07/2024 - 21/07/2024**						
	15/07/2024	**16/07/2024**	**17/07/2024**	**18/07/2024**	**19/07/2024**	**20/07/2024**	**21/07/2024**
DÍA	**LUNES**	**MARTES**	**MIÉRCOLES**	**JUEVES**	**VIERNES**	**SÁBADO**	**DOMINGO**
CONSUMO DIARIO m3	9.56	9.92	10.74	12.05	10.65	10.54	12.38
CONSUMO DIARIO L/d	9558.27	9922.63	10736.36	12048.04	10651.34	10535.96	12375.96
HORAS	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
CAUDAL L/s	0.19	0.20	0.21	0.24	0.21	0.21	0.25
CONSUMO MÁXIMO DIARIO Qmd EN L/s				0.2456			

Luego procedemos calcular el coeficiente de variación de consumo diario (K1), aplicando la ecuación 3:

$$Q_{md}(l/s) = K_1 \, X \, Q_p(l/s) \qquad (3)$$

$$\text{Para semana } 1, \mathrm{K}_1 = \frac{0.2323}{0.2156} = 1.08$$

$$\text{Para semana } 2, \mathrm{K}_1 = \frac{0.2407}{0.2158} = 1.12$$

$$\text{Para semana } 3, \mathrm{K}_1 = \frac{0.2445}{0.2189} = 1.12$$

$$\text{Para semana } 4, \mathrm{K}_1 = \frac{0.2456}{0.2149} = 1.14$$

Por lo tanto, el coeficiente de variación diario es k1=1.14

Posteriormente de calcular k1, según norma técnica este debe ser k1=1.30

4.1.2.2.3. Consumo máximo horario (Q_{mh})

Tabla 39

Consumo máximo horario desde 01/04/2024 - 07/04/2024

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO							
FECHA	**SEMANA 01 : 01/04/2024 - 07/04/2024**						
	01/04/2024	**02/04/2024**	**03/04/2024**	**04/04/2024**	**05/04/2024**	**06/04/2024**	**07/04/2024**
DÍA	**LUNES**	**MARTES**	**MIÉRCOLES**	**JUEVES**	**VIERNES**	**SÁBADO**	**DOMINGO**
CONSUMO HORARIO m3/h	1.52	1.64	1.59	1.54	1.60	1.37	1.74
CONSUMO HORARIO L/h	1518.15	1639.60	1591.02	1542.44	1603.17	1372.41	1736.76
1 h= 3600 seg.	3600.00	3600.00	3600.00	3600.00	3600.00	3600.00	3600.00
CAUDAL L/s	0.42	0.46	0.44	0.43	0.45	0.38	0.48
CONSUMO MÁXIMO HORARIO Qmh EN L/s				0.48			

Tabla 40

Consumo máximo horario desde 03/06/2024 - 09/06/2024

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO							
FECHA	**SEMANA 02 : 03/06/2024 - 09/06/2024**						
	03/06/2024	**04/06/2024**	**05/06/2024**	**06/06/2024**	**07/06/2024**	**08/06/2024**	**09/06/2024**
DÍA	**LUNES**	**MARTES**	**MIÉRCOLES**	**JUEVES**	**VIERNES**	**SÁBADO**	**DOMINGO**
CONSUMO HORARIO m3/h	1.52	1.47	1.15	1.55	1.66	1.58	1.72
CONSUMO HORARIO L/h	1518.15	1469.57	1153.79	1554.59	1663.89	1578.88	1724.62
1 h= 3600 seg.	3600.00	3600.00	3600.00	3600.00	3600.00	3600.00	3600.00
CAUDAL L/s	0.42	0.41	0.32	0.43	0.46	0.44	0.48
CONSUMO MÁXIMO HORARIO Qmh EN L/s				0.48			

Tabla 41

Consumo máximo horario desde 10/06/2024 - 16/06/2024

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO							
FECHA	**SEMANA 03 : 10/06/2024 - 16/06/2024**						
	10/06/2024	**11/06/2024**	**12/06/2024**	**13/06/2024**	**14/06/2024**	**15/06/2024**	**16/06/2024**
DÍA	**LUNES**	**MARTES**	**MIÉRCOLES**	**JUEVES**	**VIERNES**	**SÁBADO**	**DOMINGO**
CONSUMO HORARIO m3/h	1.60	1.52	1.42	1.29	1.28	1.40	1.71
CONSUMO HORARIO L/h	1603.17	1518.15	1420.99	1287.39	1275.25	1396.70	1706.40
1 h= 3600 seg.	3600.00	3600.00	3600.00	3600.00	3600.00	3600.00	3600.00
CAUDAL L/s	0.45	0.42	0.39	0.36	0.35	0.39	0.47
CONSUMO MÁXIMO HORARIO Qmh EN L/s				0.47			

Tabla 42

Consumo máximo horario desde 15/07/2024 - 21/07/2024

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO							
FECHA	**SEMANA 04 : 15/07/2024 - 21/07/2024**						
	15/07/2024	**16/07/2024**	**17/07/2024**	**18/07/2024**	**19/07/2024**	**20/07/2024**	**21/07/2024**
DÍA	**LUNES**	**MARTES**	**MIÉRCOLES**	**JUEVES**	**VIERNES**	**SÁBADO**	**DOMINGO**
CONSUMO HORARIO m3/h	1.55	1.35	1.51	1.65	1.28	1.25	1.71
CONSUMO HORARIO L/h	1554.59	1348.12	1506.00	1651.75	1275.25	1250.96	1712.47
1 h= 3600 seg.	3600.00	3600.00	3600.00	3600.00	3600.00	3600.00	3600.00
CAUDAL L/s	0.43	0.37	0.42	0.46	0.35	0.35	0.48
CONSUMO MÁXIMO HORARIO Qmh EN L/s				0.48			

Seguidamente calculamos el coeficiente de variación horario (K2), aplicando la ecuación:

$$Q_{mh}(l/s) = K_3 \times Q_p(l/s) \quad (5)$$

$$K_3 = K_1 \times K_2 \quad (7)$$

$$\text{Para semana } 1, K_3 = \frac{0.4824}{0.2156} = 2.24 \Rightarrow K_2 = \frac{2.24}{1.08} = 2.05$$

$$\text{Para semana } 2, K_3 = \frac{0.4791}{0.2158} = 2.22 \Rightarrow K_2 = \frac{2.22}{1.12} = 2.00$$

$$\text{Para semana } 3, K_3 = \frac{0.4740}{0.2189} = 2.17 \Rightarrow K_2 = \frac{2.17}{1.12} = 1.94$$

$$\text{Para semana } 4, K_3 = \frac{0.4757}{0.2149} = 2.21 \Rightarrow K_2 = \frac{2.14}{1.14} = 1.93$$

Por lo que, el coeficiente de variación horario es k2=2.05

Enseguida, se analiza los datos obtenidos con la norma que establece el MVCS.

El coeficiente k1 según MVCS debe ser 1.3 y al compararlo con el k1 calculado con medidas reales (k1=1.08; 1.12; 1.12; 1.14); la variación de consumo en un día en el caserío El

Gigante no se acerca a las especificaciones que establece el MVCS y concluimos que el caudal máximo diario cuenta con un coeficiente de variación no aceptable.

Según el RNE el K2 varía entre 1.8 – 2.5, pero según el MVCS recomienda usar el valor de 2.0; al comparar con el k2 calculado con medidas reales (k2=2.05; 2.00; 1.94; 1.93); observamos que el coeficiente de variación está dentro del rango que especifica la norma.

4.1.3. Evaluación hidráulica del sistema

4.1.3.1. Aforo de captación

Para determinar la cantidad de agua que abastece la fuente; se realizó cuatro aforos en la captación peña El Gigante mediante el método volumétrico, obteniendo lo siguiente:

Tabla 43

Resultados de aforo 1 en época de lluvia 01/04/2024

AFORO 1	N° VECES	VOLUMEN (L)		TIEMPO (S)
FECHA 01/04/2024 HORA 8:15 A.M.	1	4		4.11
	2	4		5.65
	3	4		5.22
	4	4		6.76
	5	4		5.09
TIEMPO PROMEDIO		**T (s)**	=	5.37
CAUDAL AFORADO		**Q (l/s)**	=	**0.75**
		Q (m³/h)	=	**2.68**

Tabla 44

Resultados de aforo 2 realizado el 05/06/2024

AFORO 2	N° VECES	VOLUMEN (L)		TIEMPO (S)
FECHA 05/06/2024 HORA 8:20 A.M.	1	4		7.31
	2	4		7.85
	3	4		7.92
	4	4		7.26
	5	4		7.10
TIEMPO PROMEDIO		**T (s)**	=	7.49
CAUDAL AFORADO		**Q (l/s)**	=	**0.53**
		Q (m³/h)	=	**1.92**

Tabla 45

Resultados de aforo 3 realizado el 18/07/2024

AFORO 3	N° VECES	VOLUMEN (L)	TIEMPO (S)
FECHA 18/07/2024 HORA 8:25 A.M.	1	4	9.51
	2	4	9.06
	3	4	9.70
	4	4	9.76
	5	4	9.53
TIEMPO PROMEDIO		**T (s)** =	9.51
CAUDAL AFORADO		**Q (l/s)** =	**0.42**
		Q (m^3/h) =	**1.51**

Tabla 46

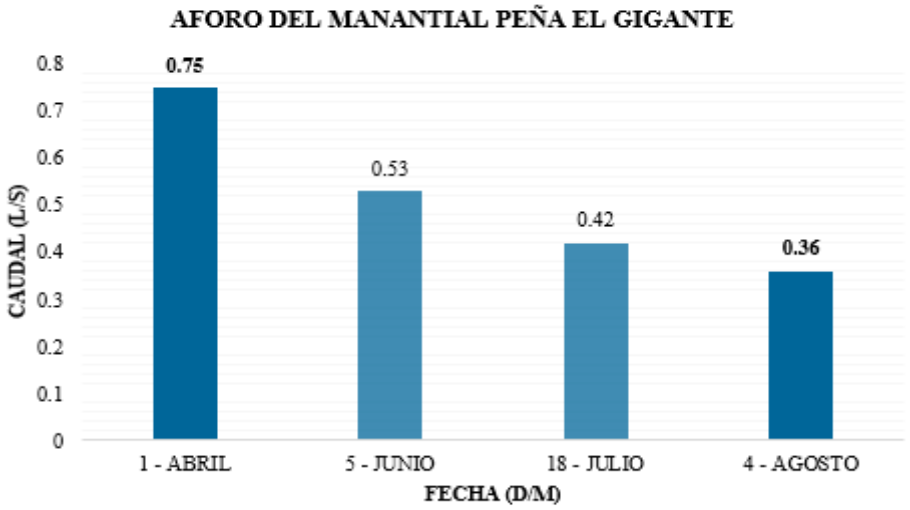
Resultados de aforo 4 en época de estiaje 04/08/2024

AFORO 4	N° VECES	VOLUMEN (L)	TIEMPO (S)
FECHA 04/08/2024 HORA 8:30 A.M.	1	4	11.51
	2	4	11.05
	3	4	11.13
	4	4	11.27
	5	4	11.19
TIEMPO PROMEDIO		**T (s)** =	11.23
CAUDAL AFORADO		**Q (l/s)** =	**0.36**
		Q (m^3/h) =	**1.28**

De los 4 aforos que se realizó, para nuestra evaluación nos enfocaremos en el caudal máximo registrado durante la temporada de lluvias en la captación, ya que este será importante para analizar la capacidad de la cámara húmeda, diámetro de los orificios y distancia al punto de afloramiento. Por otro lado, es igualmente importante conocer el caudal mínimo registrado para determinar si la fuente puede satisfacer las necesidades de la población. Los dos aforos restantes serán considerados como parte del proceso de evaluación, pero no serán prioritarios para el cálculo comparativo.

Gráfico 5

Aforos realizados en captación Peña El Gigante en 2024



Como el caudal máximo diario es 0.24 l/s y el caudal de oferta en estiaje es 0.36 l/s. El caudal sobrante es 0.12 l/s. Se recomienda captar el caudal sobrante aumentado el nivel de rebose con criterio técnico y así tener mejor cobertura del agua y acceder la ampliación de la red para las 7 familias que no cuentan del recurso hídrico. Procedemos a determinar el caudal de la siguiente manera:

$$0.24\ L/s \dashrightarrow 30\ familias$$

$$X\ L/s \dashrightarrow 7\ familias$$

$$X = \frac{0.24 \times 7}{30} = 0.056\ L/s$$

Del cálculo realizado se obtiene que las 7 familias requieren un caudal de 0.056 l/s.

Si para zona rural 1/2 L/s es para 500 personas aprox; entonces 0.12 L/s abastece a un número determinado de personas y lo calculamos con la siguiente ecuación.

$$1/2\ L/s \dashrightarrow 500\ personas$$

$$0.12\ L/s \dashrightarrow X\ personas$$

$$X = \frac{0.12 \times 500}{1/2} = 120\ personas$$

Considerando una densidad de 5 hab/vivienda según RNE Os.100, procedemos a determinar si es o no suficiente el caudal.

$$N°fam. = \frac{120}{5} = 24\ fam.$$

Entonces, para las 7 familias que no disponen del recurso hídrico si es suficiente el caudal sobrante y es posible ampliar la red para sus instalaciones de servicio de agua.

4.1.3.2. Volumen de cámara húmeda de la captación

Utilizando los datos de caudal máximo diario obtenido en las tablas 35; 36; 37; 38; tenemos lo siguiente:

$$Qmd\ de\ sem.1 = 0.2323\ l/s\ ;\ \ Qmd\ de\ sem.2 = 0.2407\ l/s$$

$$Qmd\ de\ sem.3 = 0.2445\ l/s\ ;\ \ Qmd\ de\ sem.4 = 0.2456\ l/s$$

Por lo tanto consideramos el caudal máximo diario para diseño: $Qmd = 0.24\ l/s$

El caudal ofertante (Q_{of}) en época de estiaje es 0.36 l/s.

Según el MVCS 2018, el volumen de la cámara húmeda de la captación de manantial debe ser calculado considerando un tiempo de retención entre 3 a 5 minutos para el Qmd procedemos calcular el volumen con el Qmd obtenido:

Volumen mínimo de llenado para 3 minutos de retención:

$$t = 3\ min. = 180\ seg.$$

$$Vol. = Q \times t = 0.24\ l/s \times 180\ s = 43.2\ L$$

Volumen máximo de llenado para 5 minutos de retención:

$$t = 5\ min. = 300\ seg.$$

$$Vol. = Q \times t = 0.24\ l/s \times 300\ s = 72.0\ L$$

Dimensiones de cámara húmeda obtenidas en campo

Verificación del volumen de la cámara húmeda con dimensiones obtenidas en campo:

La altura desde canastilla hasta el nivel del tubo de rebose es de 0.37 cm. Además, tiene un ancho y largo de 77 cm.

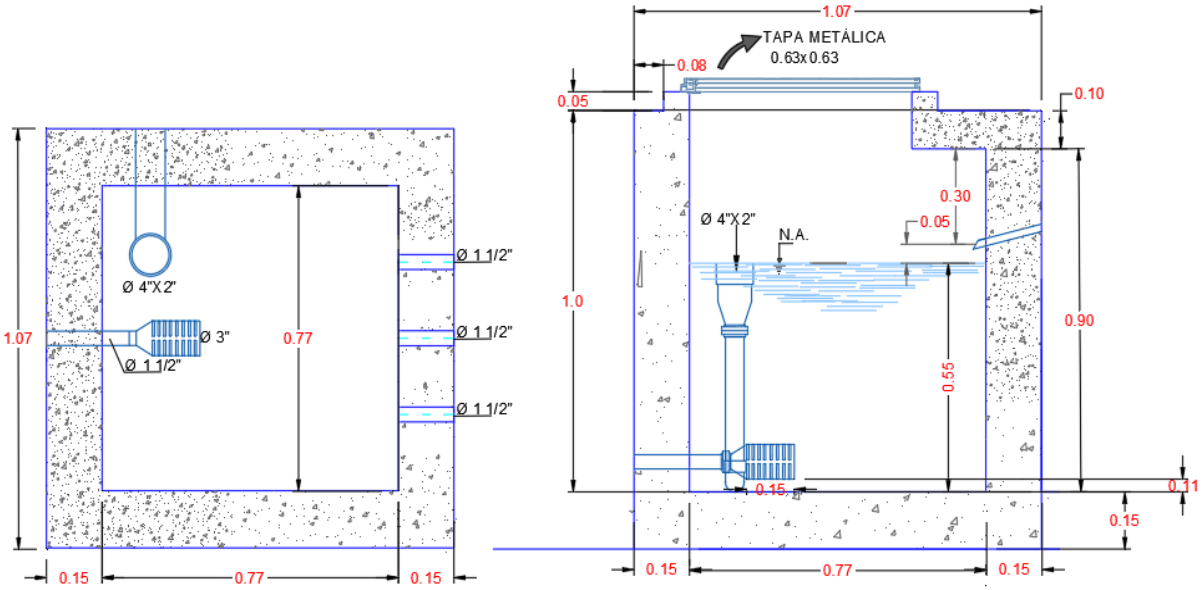
$$Vol. = 0.77m \times 0.77m \times 0.37 = 0.21937m^3 = 219.37\ L$$

$$\mathbf{43.2\ L\ < 219.37\ L}$$

El volumen de la cámara húmeda con dimensiones en campo, es aceptable a lo recomendado para el caudal de llenado actual. Por lo que, la estructura de la cámara húmeda está correctamente dimensionada desde el punto de vista hidráulico.

Figura 32

Vista en planta y perfil de la cámara húmeda de la captación



❖ **Diámetro de la tubería de entrada**

Utilizando la ecuación 9 y el dato de caudal máximo aforado en la fuente, se determinó el área de la tubería de entrada. Enseguida, se usó la ecuación 11, para el dimensionamiento del diámetro de la tubería de entrada.

Donde:

Gasto máximo de la fuente $(Q_{máx})$ = 0.75 l/s. = 0.00075 m³/s

Coeficiente de descarga C_d= 0.7 (valores entre 0.6 a 0.8).

Velocidad de paso asumida v2=0.60 m/s(valor máximo en entrada a la tubería).

El área requerida para descargar:

$$A = \frac{0.00075\ m^3/s}{0.60 \times 0.7} = 0.001785\ m^2 \quad (9)$$

El diámetro de tubería de ingreso por los orificios:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0.001785}{\pi}} = 0.047673\ m = 1.877" \cong 2" \quad (11)$$

Cálculo del número de orificios de la pantalla

Se determinó aplicando la ecuación 13, el diámetro calculado fue de 2" y el diámetro asumido 1.877".

$$N_{ORIF} = \left(\frac{2}{1.877}\right)^2 + 1 = 2.135 \cong 3 \quad (13)$$

Dimensiones obtenidas en campo:

En campo existen 3 orificios de entrada desde la fuente a la cámara húmeda, con diámetro de 1 1/2". En este caso del diseño existe variabilidad del diámetro de los orificios, resultando tener 3 orificios de 2".

Se sugiere a la JASS colocar tubos de mayor diámetro en los orificios de la cámara húmeda para incrementar el caudal de agua y disminuir la velocidad para mejor sedimentación de partículas; logrando mejorar el rendimiento y eficiencia del sistema de captación.

- **Ancho de pantalla**

Conociendo el diámetro de la tubería de entrada y número de orificios, se determina el ancho de la pantalla; aplicando la ecuación 14.

$$b = 2 \times (6 \times 0.0508) + 3 \times 0.0508 + 3 \times 0.0508 \times (3 - 1) = 1.067\ m \quad (14)$$

Dimensiones obtenidas en campo:

El ancho de pantalla medido en campo, es de 0.77 m, menor al ancho diseñado. Asimismo, no existe una buena distribución de los orificios.

- **Distancia desde el afloramiento a la cámara húmeda**

Para determinar la distancia, aplicamos las ecuaciones 15 y 18.

Donde:

H: Carga sobre el centro del orificio (m). Valor entre (0.40 a 0.50m), calculamos con 0.40m

g : Aceleración de gravedad 9.81 m/s^2

h_0 : Pérdida de carga en el orificio (m)

V_2 : Velocidad de paso asumida = 0.60 m/s (valor máx. es 0.60m/s, en la entrada a la tubería).

H_f : Pérdida de carga afloramiento en la captación (m)

Reemplazamos los datos en la ecuación 18.

$$h_0 = 1.56 \frac{(0.60\ m/s)^2}{2 \times 9.81\ m/s^2} = 0.0286\ m \quad (18)$$

Determinamos la pérdida de carga afloramiento a captación utilizando la ecuación 15.

$$H_f = 0.40\ m - 0.0286\ m = 0.37\ m \quad (15)$$

Procedemos calcular la distancia entre el afloramiento y la captación aplicando la ecuación 16.

$$L = \frac{0.37m}{0.30} = 1.233\ m \quad (16)$$

Dimensiones obtenidas en campo:

La distancia del afloramiento a captación medido en campo, es de 0.62 m, lo cual es menor que la distancia diseñada. Por lo que, la distancia entre el afloramiento y captación es menor según las dimensiones recomendadas para el diseño.

- **Altura de la cámara húmeda**

Para calcular la altura total de la cámara húmeda H_t, aplicamos la ecuación 17 y 18 y los datos recomendados de la figura 3.

Donde:

Q_{md} : Caudal máximo diario = 0.00024 (m^3/s)

A : Área de la tubería de salida = 0.00114 (m^2)

Procedemos calcular la altura total, aplicando las ecuaciones:

$$C = 1.56 \frac{(0.00024)^2}{2 \times 9.81 \times 0.00114^2} = 0.00352\ m = 0.35\ cm \quad (18)$$

Al calcular la altura "C" es mayor con respecto a lo indicado. Para obtener una altura óptima aplicamos según la norma una altura mínima 30 cm.

A: 0.10m (altura que permite la sedimentación de arenas)

B: 0.10m (se considera la mitad del diámetro de la canastilla)

C: Altura de agua para que el gasto de salida pueda fluir. Se recomienda mínimo 30cm.

D: 0.05m (desnivel entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua en la cámara húmeda)

E: borde libre. Se recomienda mínimo 30 cm.

$$H_t = 10cm + 3.81cm + 30cm + 5cm + 30cm = 78.81cm \cong 79\ cm \quad (17)$$

Dimensiones obtenidas en campo:

Las medidas realizadas en campo son: $A = 15\ cm$; $B = 2.54\ cm$; $C = 16.5\ cm$; $D = 6\ cm$; $E = 33\ cm$

$$Ht = 11\ cm + 3.81\ cm + 40.19\ cm + 5\ cm + 30\ cm = 90\ cm$$

La estructura medida en campo tiene una altura de 90 cm, mayor que la medida mínima recomendada de 79 cm. La cámara húmeda tiene funcionamiento hidráulico regular.

- **Dimensionamiento de la canastilla**

Para el diámetro de canastilla se considera 2 veces el diámetro de la línea de conducción (1.5”), es decir 3” y la longitud de la canastilla mayor a 3DC y menor que 6DC.

Aplicando la ecuación 19, tenemos:

$$3 \times 1.5" < L < 6 \times 1.5" = 3 \times 4.34\ cm < L < 6 \times 4.34\ cm \quad (19)$$

$$13.02\ cm < L < 26.04\ cm$$

Dimensiones obtenidas en campo:

La longitud de la canastilla encontrada en campo es de 15 cm, la cual está dentro de la longitud recomendada.

❖ **Área total y número ranuras de la canastilla**

Para calcular área total y ranuras, aplicamos la ecuación 20.

$$AC = \frac{\pi Dc^2}{4} = \frac{\pi \times (1.5 \times 2.54cm)^2}{4} = 11.401\ cm^2 = 0.001140\ m^2$$

Ahora reemplazamos AC y obtenemos lo siguiente:

$$A_{TOTAL} = 2\ \times 0.001140m^2 = 0.00228\ m^2 \quad (20)$$

Para dimensionar las ranuras, tenemos en cuenta un ancho 5mm y largo de 7mm.

$$A_r = 5mm \times 7mm = 0.000035\ m^2$$

Para obtener el número de ranuras aplicamos ecuación 22.

$$N°_{ranuras} = \frac{0.00228m^2}{0.000035m^2} = 65\ ranuras \quad (22)$$

Dimensiones obtenidas en campo:

El número de ranuras contabilizadas en campo es menor a lo calculado.

❖ **Dimensionamiento de tubería de rebose y limpia**

Para el dimensionamiento consideramos pendiente de 1% a 1.5%.

Donde:

Q: Caudal máximo de la fuente l/s

h_f : Pérdida de carga unitaria

Procedemos aplicar la ecuación 23 y determinamos el diámetro que es igual para tubería de limpia y reboce. La pérdida de carga unitaria, se recomienda que sea 0.015 m/m.

$$D_r = \frac{0.71 \times (0.75\ l/s)^{0.38}}{(0.015\ m/m)^{0.21}} = 1.537" \simeq 2" \quad (23)$$

Dimensiones obtenidas en campo

En la inspección de campo, la tubería de rebose y limpia es de 2". Al comparar con el cálculo del diseño nos da un valor aproximado, por lo que su funcionamiento es eficiente.

4.1.3.3. Evaluación hidráulica de línea de conducción

Para la evaluación hidráulica de la línea de conducción; diseñamos con Qmd y calculamos con la ecuación 11.

Datos para el diámetro: $Q_{md} = 0.24\ l/s\ = 0.00024\ m^3/s$; $V_{mín} = 0.6\ m/s$; $V_{máx} = 3.0\ m/s$

Cálculo del diámetro mínimo; utilizamos $V_{máx} = 3.0\ m/s$

$$D_{mín} = \sqrt{\frac{4 \times 0.00024\ m^3/s}{\pi \times 3.0\ m/s}} = 0.010092\ m = \approx 0.397" \quad (11)$$

$$Diámetro\ comercial = 1/2"$$

Cálculo del diámetro máximo; utilizamos $V_{mín} = 0.6\ m/s$

$$D_{máx} = \sqrt{\frac{4 \times 0.00024\ m^3/s}{\pi \times 0.6\ m/s}} = 0.022568\ m \approx 0.888"$$

$$Diámetro\ comercial = 1"$$

Dimensiones obtenidas en campo:

Se verificó en campo que el diámetro actual de la línea de conducción que va desde la captación hasta el reservorio, es de $1\ 1/2"$, lo cual es mayor al diámetro calculado.

Lo que sugiere que es adecuado para su función. Sin embargo, su rendimiento actual es afectado por frecuentes desconexiones en el pase aéreo de la progresiva 0+018.796; esta situación se por ausencia de péndolas y cable principal para sujetar la tubería.

- **Cálculo de la velocidad en la tubería de la línea de conducción**

Para determinar la velocidad en la línea de conducción, se utilizó el caudal máximo diario y el diámetro real de la tubería obtenida en campo. Se obtuvo con ecuaciones 24 y 25.

Datos para determinar la velocidad tenemos:

$$Q_{md} = 0.24\ l/s\ = 0.00024\ m^3/s\ ;\ D_{real} = 1\ 1/2" = 0.0434\ m$$

$$V = \frac{4 \times Q_{md}}{\pi \times {D_{real}}^2} = \frac{4 \times 0.00024\ m^3/s}{\pi \times (0.0434\ m)^2} = 0.162\ m/s$$

Verificando el rango de velocidades admisibles según el RNE OS. 010, el cual recomienda que varie 0.60m/s – 3.00 m/s. La velocidad calculada es 0.162 m/s y no está dentro

del rango de velocidades establecidos; por lo que puede provocar sedimentación en el interior de la tubería.

❖ **Cálculo de pérdidas por fricción con ecuación de Darcy Weisbach**

Aplicando la ecuación 27, calculamos la pérdida de carga en la línea de conducción en el tramo que va desde captación a reservorio.

$Caudal = Qmd = \ 0.24\ l/s\ ;\ Diámetro = 1\ 1/2" = 43.40\ mm$

$Velocidad\ = \ 0.162\ m/s$

$Longitud\ de\ tubería\ de\ línea\ de\ conducción = 296.583\ m$

- **Determinamos el número de Reynolds, para determinar el tipo de flujo aplicando la ecuación 30.**

Como datos tenemos:

$Velocidad\ = \ 0.162\ m/s\ ;\ Diámetro = 0.0434m\ ; v = 1.004 \times 10^{-6}\ m^2/s$

$$Re = \frac{0.162\ m/s \times 0.04340\ m}{1.004 \times 10^{-6}\ m^2/s} = 7002.788 \quad (30)$$

Luego de calcular el número de Reynolds, determinamos que el flujo es turbulento.

Calculamos el coeficiente de fricción con la ecuación 29.

De los datos tenemos:

$Diámetro = 0.0434\ m$

$Rugosidad\ absoluta\ inicial = \varepsilon = 0.0015\ mm = 0.0000015\ m$

α: coeficiente de incremento anual de rugosidad, depende del grupo de agua (mm/año).

Agua clasificada corresponde a grupo I: $\alpha = 0.025$ mm

Para determinar la rugosidad absoluta de la tubería después de 21 años de servicio, aplicamos la fórmula de Genijew:

$$\boldsymbol{\varepsilon t} = 0.0015 + 0.025 \times 21 = \mathbf{0.5265\ mm} = \mathbf{0.0005265\ m} \quad (32)$$

$$f = \frac{0.25}{\left[\mathrm{Log}\left(\frac{0.0005265\ m}{3.7 \times 0.04340\ m} + \frac{5.74}{7002.788^{0.9}}\right)\right]^2} = 0.048153 \quad (29)$$

- **Calculamos las pérdidas por fricción; utilizando la ecuación 27.**

$Como\ datos\ tenemos: Longitud\ de\ tubería\ línea\ de\ conducción = 296.583\ m$

$Diámetro = 0.0434\ m\ ; Caudal = Qmh = 0.24\ l/s = 0.00024\ m^3/s$

$Velocidad = 0.162\ m/s\ ;\ g = 9.81\ m/s^2$

$$hf = 0.048153 \times \frac{0.162^2 \times 296.583}{2 \times 9.81 \times 0.0434} = 0.44\ m \quad (27)$$

$Presión\ de\ llegada\ al\ reservorio = 1933.402 - 1922.988 - 0.441 = 9.973\ mca$

4.1.3.4. Evaluación hidráulica del reservorio

4.1.3.4.1. Aforo del reservorio

Para determinar la cantidad de agua en el reservorio; se realizó aforo mediante el método volumétrico, obteniendo lo siguiente:

Tabla 47

Aforo en el reservorio en época de estiaje

AFORO	N° VECES	VOLUMEN (L)	TIEMPO (S)
FECHA 23/07/2024 HORA 10:20 A.M.	1	8	23.59
	2	8	23.8
	3	8	23.74
	4	8	22.95
	5	8	23.57
TIEMPO PROMEDIO		T (s) =	23.53
CAUDAL AFORADO		**Q (l/s) =**	**0.34**
		Q (m3/h) =	**1.22**

Como el caudal de la fuente es de 0.36 l/s, se observa que existe una pérdida de caudal del 5.56% en el transcurso de la línea de conducción que representa a 0.02 l/s; esto incluye: obstrucciones por sedimentos, fugas en la tubería por existencia de un pase aéreo de 29.698 m y tubería expuesta por consecuencia de deslizamientos, diámetro inadecuado de tubería 1.5", pérdida de carga por fricción 0.44 m y cambios de elevación.

4.1.3.4.2. Capacidad del reservorio

Para determinar el volumen del reservorio, se calculó utilizando el diagrama de masas.

FUNCIONAMIENTO = 14 horas

CAUDAL MEDIO = Qm = 0.22 l/s = 19.3095 m^3/d

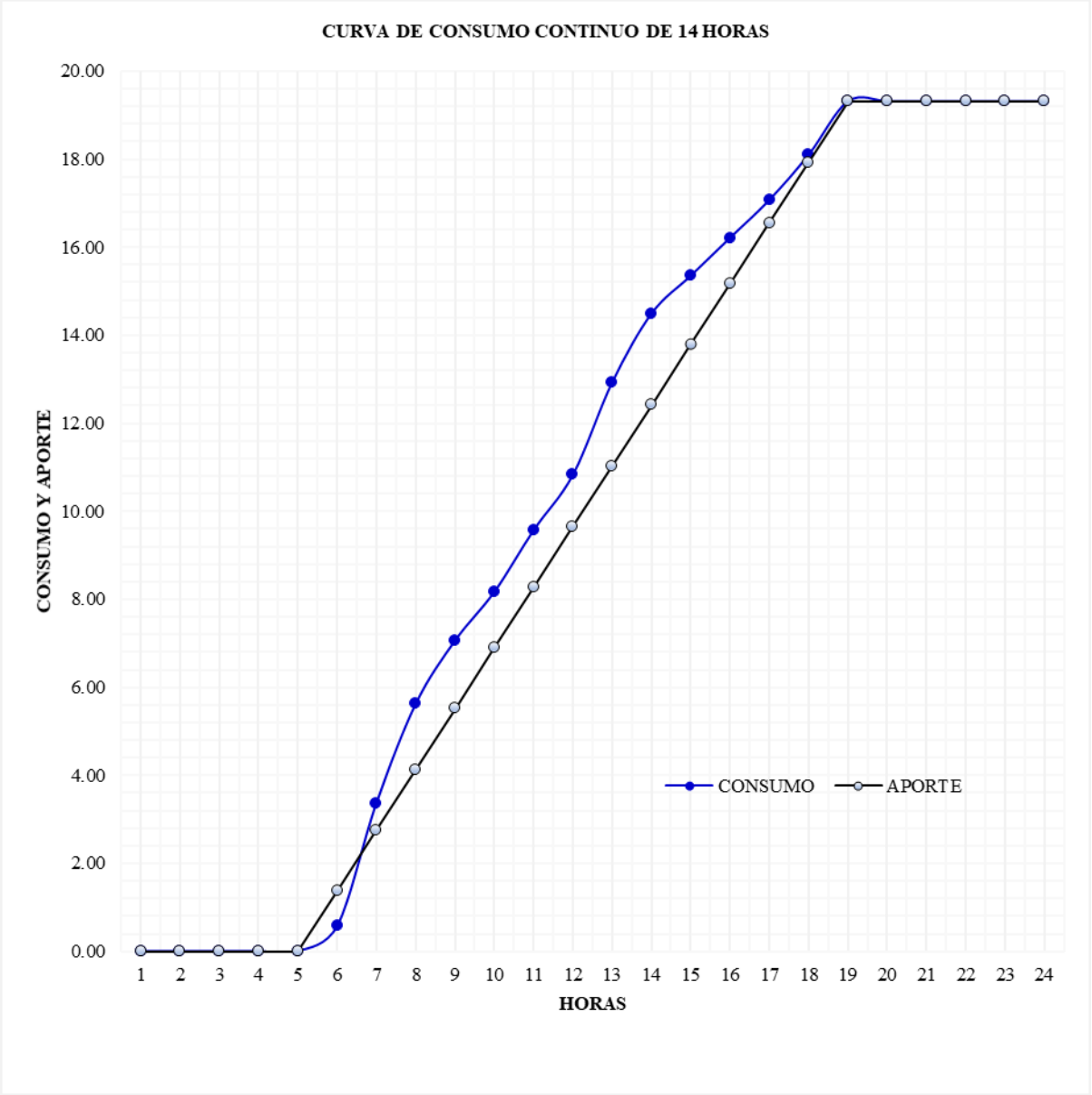
Tabla 48

Datos de diagrama de masa para semana 1 durante 14 horas

HORAS		%	CONSUMO		APORTE		DIF	EXCESO	DEFECTO
DE	A	CONSUMO	PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULAD	APO-CON		
0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	FALSO	FALSO
1	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	FALSO	FALSO
2	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	FALSO	FALSO
3	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	FALSO	FALSO
4	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	FALSO	FALSO
5	6	2.99	0.58	0.58	1.38	1.38	0.80	0.80	FALSO
6	7	14.47	2.79	3.37	1.38	2.76	-0.61	FALSO	0.61
7	8	11.66	2.25	5.62	1.38	4.14	-1.49	FALSO	1.49
8	9	7.44	1.44	7.06	1.38	5.52	-1.54	FALSO	1.54
9	10	5.73	1.11	8.17	1.38	6.90	-1.27	FALSO	1.27
10	11	7.27	1.40	9.57	1.38	8.28	-1.29	FALSO	1.29
11	12	6.52	1.26	10.83	1.38	9.65	-1.17	FALSO	1.17
12	13	10.89	2.10	12.93	1.38	11.03	-1.90	FALSO	1.90
13	14	8.08	1.56	14.49	1.38	12.41	-2.08	FALSO	2.08
14	15	4.46	0.86	15.35	1.38	13.79	-1.56	FALSO	1.56
15	16	4.46	0.86	16.21	1.38	15.17	-1.04	FALSO	1.04
16	17	4.46	0.86	17.08	1.38	16.55	-0.52	FALSO	0.52
17	18	5.33	1.03	18.10	1.38	17.93	-0.17	FALSO	0.17
18	19	6.26	1.21	19.31	1.38	19.31	0.00	FALSO	0.00
19	20	0.00	0.00	19.31	0.00	19.31	0.00	FALSO	0.00
20	21	0.00	0.00	19.31	0.00	19.31	0.00	FALSO	0.00
21	22	0.00	0.00	19.31	0.00	19.31	0.00	FALSO	0.00
22	23	0.00	0.00	19.31	0.00	19.31	0.00	FALSO	0.00
23	24	0.00	0.00	19.31	0.00	19.31	0.00	FALSO	0.00
TOTAL		**100.0**	**19.31**				**VALORES MAX=**	**0.80**	**2.08**
			Vol. eq. % = 14.92%				**Vol. eq. = TOTAL (EX+DEF)=**	**2.88**	

Gráfico 6

Curva de consumo continuo de 14 horas de funcionamiento



El cálculo del volumen de equilibrio o regulación, se determinó mediante el diagrama de masas y se obtuvo:

El valor para Ex. + Def. de semana 1 indica que el volumen de equilibrio del reservorio es de 2.88 m^3.

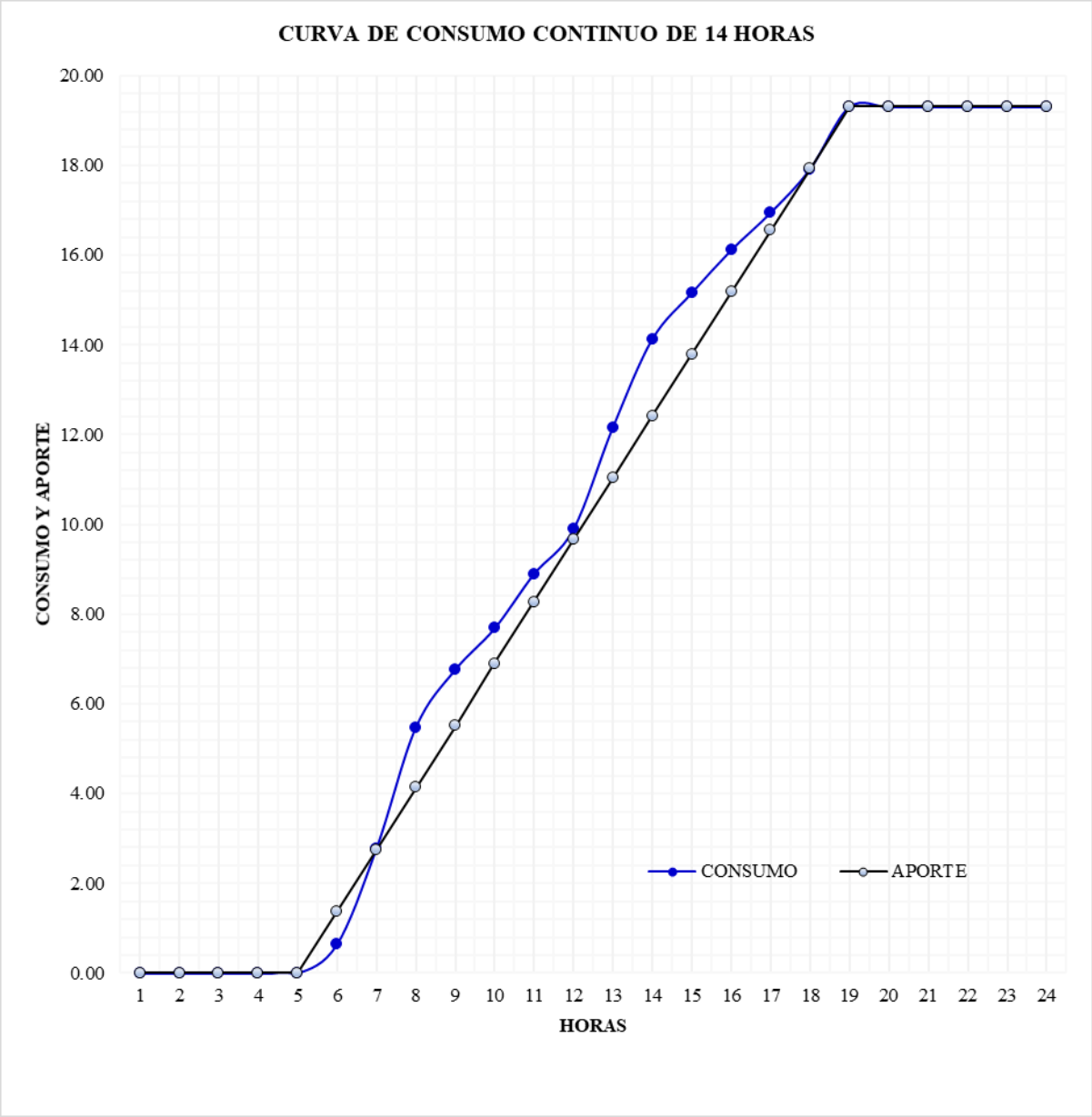
Tabla 49

Datos de diagrama de masa para semana 2 durante 14 horas

HORAS		%	CONSUMO		APORTE		DIF	EXCESO	DEFECTO
DE	A	CONSUMO	PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULAD	APO-CON		
0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	FALSO	FALSO
1	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	FALSO	FALSO
2	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	FALSO	FALSO
3	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	FALSO	FALSO
4	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	FALSO	FALSO
5	6	3.33	0.64	0.64	1.38	1.38	0.74	0.74	FALSO
6	7	11.02	2.13	2.77	1.38	2.76	-0.01	FALSO	0.01
7	8	14.01	2.71	5.48	1.38	4.14	-1.34	FALSO	1.34
8	9	6.68	1.29	6.77	1.38	5.52	-1.25	FALSO	1.25
9	10	4.77	0.92	7.69	1.38	6.90	-0.79	FALSO	0.79
10	11	6.28	1.21	8.90	1.38	8.28	-0.62	FALSO	0.62
11	12	5.15	0.99	9.89	1.38	9.65	-0.24	FALSO	0.24
12	13	11.74	2.27	12.16	1.38	11.03	-1.13	FALSO	1.13
13	14	10.19	1.97	14.13	1.38	12.41	-1.72	FALSO	1.72
14	15	5.34	1.03	15.16	1.38	13.79	-1.37	FALSO	1.37
15	16	4.94	0.95	16.11	1.38	15.17	-0.94	FALSO	0.94
16	17	4.32	0.83	16.95	1.38	16.55	-0.40	FALSO	0.40
17	18	5.02	0.97	17.92	1.38	17.93	0.01	0.01	FALSO
18	19	7.18	1.39	19.30	1.38	19.31	0.01	0.01	FALSO
19	20	0.00	0.00	19.30	0.00	19.31	0.01	0.01	FALSO
20	21	0.00	0.00	19.30	0.00	19.31	0.01	0.01	FALSO
21	22	0.00	0.00	19.30	0.00	19.31	0.01	0.01	FALSO
22	23	0.00	0.00	19.30	0.00	19.31	0.01	0.01	FALSO
23	24	0.00	0.00	19.30	0.00	19.31	0.01	0.01	FALSO
TOTAL		**100.0**	**19.30**				**VALORES MAX=**	**0.74**	**1.72**
			Vol. eq. % =	**12.70%**			**Vol. eq. = TOTAL (EX+DEF)=**	**2.45**	

Gráfico 7

Curva de consumo continuo de 14 horas de funcionamiento



El cálculo del volumen de equilibrio o regulación, se determinó mediante el diagrama de masas y se obtuvo:

El valor para Ex. + Def. de semana 2 indica que el volumen de equilibrio del reservorio es de 2.45 m³.

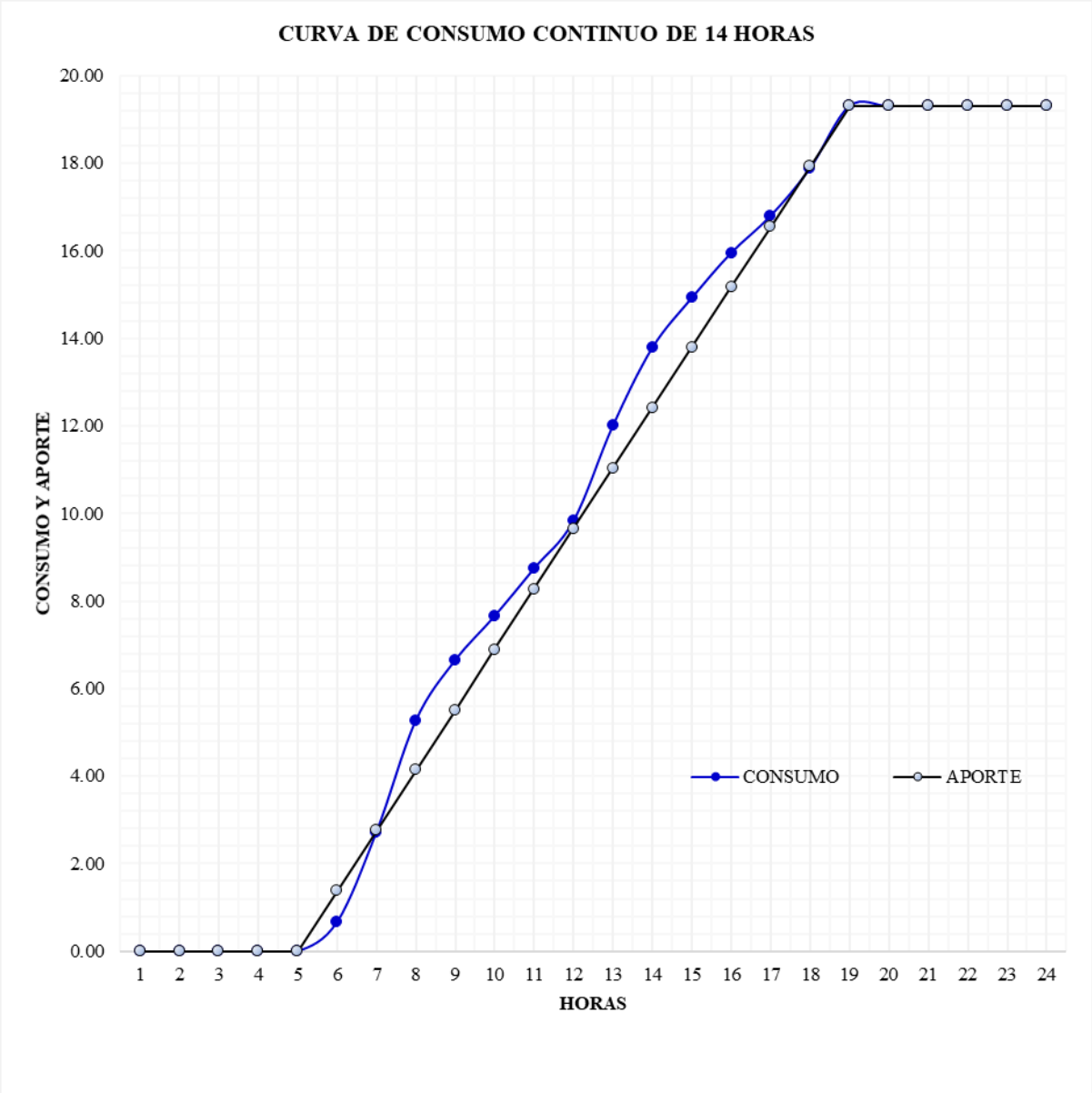
Tabla 50

Datos de diagrama de masa para semana 3 durante 14 horas

HORAS		%	CONSUMO		APORTE		DIF	EXCESO	DEFECTO
DE	A	CONSUMO	PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULAD	APO-CON		
0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	FALSO	FALSO
1	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	FALSO	FALSO
2	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	FALSO	FALSO
3	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	FALSO	FALSO
4	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	FALSO	FALSO
5	6	3.46	0.67	0.67	1.38	1.38	0.71	0.71	FALSO
6	7	10.61	2.05	2.72	1.38	2.76	0.04	0.04	FALSO
7	8	13.22	2.55	5.27	1.38	4.14	-1.13	FALSO	1.13
8	9	7.15	1.38	6.65	1.38	5.52	-1.13	FALSO	1.13
9	10	5.22	1.01	7.66	1.38	6.90	-0.76	FALSO	0.76
10	11	5.63	1.09	8.75	1.38	8.28	-0.47	FALSO	0.47
11	12	5.60	1.08	9.83	1.38	9.65	-0.17	FALSO	0.17
12	13	11.27	2.18	12.00	1.38	11.03	-0.97	FALSO	0.97
13	14	9.21	1.78	13.78	1.38	12.41	-1.37	FALSO	1.37
14	15	5.91	1.14	14.92	1.38	13.79	-1.13	FALSO	1.13
15	16	5.33	1.03	15.95	1.38	15.17	-0.78	FALSO	0.78
16	17	4.39	0.85	16.80	1.38	16.55	-0.25	FALSO	0.25
17	18	5.60	1.08	17.88	1.38	17.93	0.05	0.05	FALSO
18	19	7.39	1.43	19.31	1.38	19.31	0.00	0.00	FALSO
19	20	0.00	0.00	19.31	0.00	19.31	0.00	0.00	FALSO
20	21	0.00	0.00	19.31	0.00	19.31	0.00	0.00	FALSO
21	22	0.00	0.00	19.31	0.00	19.31	0.00	0.00	FALSO
22	23	0.00	0.00	19.31	0.00	19.31	0.00	0.00	FALSO
23	24	0.00	0.00	19.31	0.00	19.31	0.00	0.00	FALSO
TOTAL		**100.0**	**19.31**				**VALORES MAX=**	**0.71**	**1.37**
			Vol. eq. % =	**10.77%**			**Vol. eq. = TOTAL (EX+DEF)=**	**2.08**	

Gráfico 8

Curva de consumo continuo de 14 horas de funcionamiento



El cálculo del volumen de equilibrio o regulación, se determinó mediante el diagrama de masas y se obtuvo:

El valor para Ex. + Def. de semana 3 indica que el volumen de equilibrio del reservorio es de 2.08 m³.

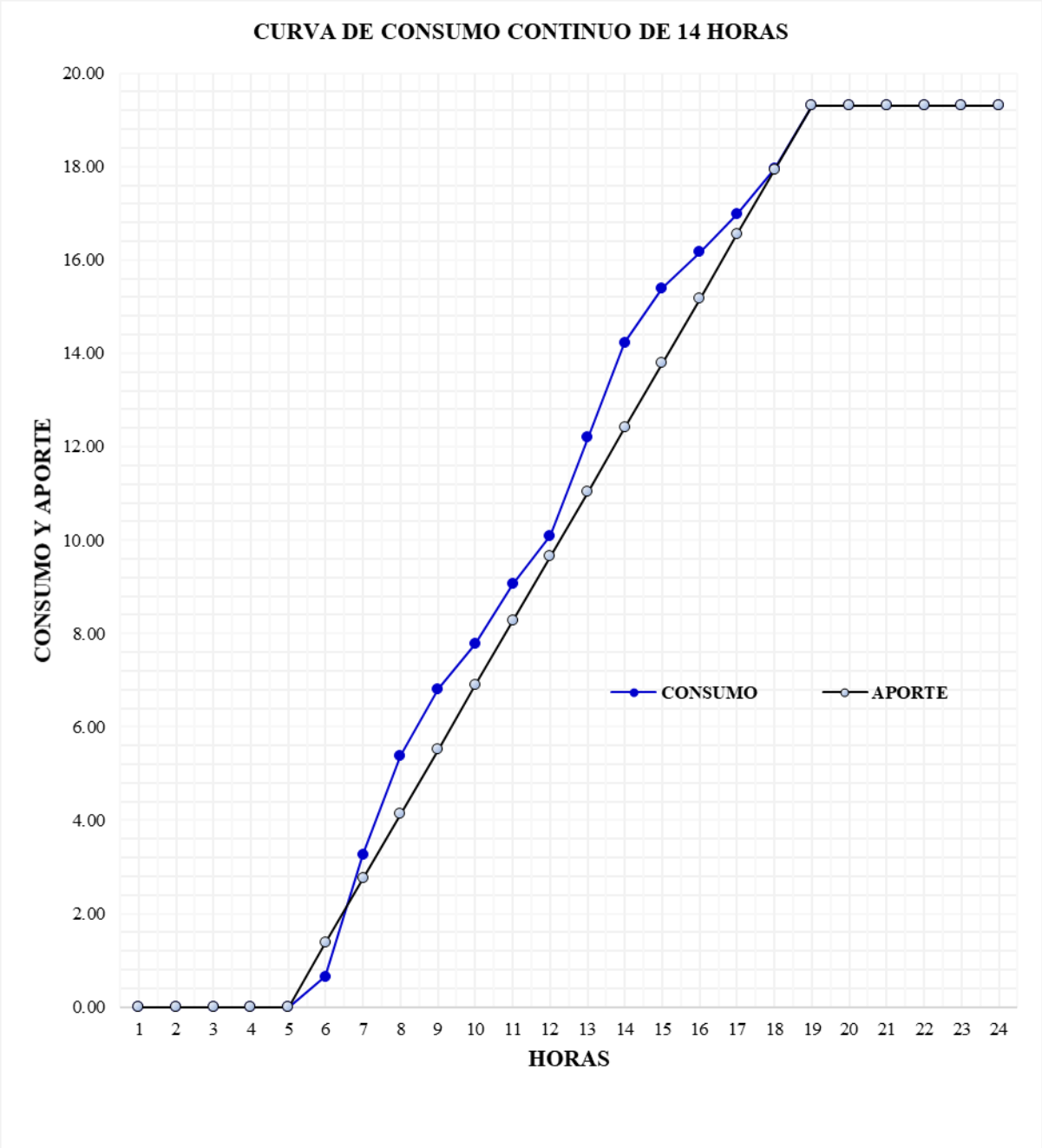
Tabla 51

Datos de diagrama de masa para semana 4 durante 14 horas

HORAS		%	CONSUMO		APORTE		DIF	EXCESO	DEFECTO
DE	A	CONSUMO	PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULAD	APO-CON		
0	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	FALSO	FALSO
1	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	FALSO	FALSO
2	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	FALSO	FALSO
3	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	FALSO	FALSO
4	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	FALSO	FALSO
5	6	3.36	0.65	0.65	1.38	1.38	0.73	0.73	FALSO
6	7	13.58	2.62	3.27	1.38	2.76	-0.51	FALSO	0.51
7	8	10.94	2.11	5.38	1.38	4.14	-1.25	FALSO	1.25
8	9	7.40	1.43	6.81	1.38	5.52	-1.30	FALSO	1.30
9	10	5.01	0.97	7.78	1.38	6.90	-0.88	FALSO	0.88
10	11	6.60	1.27	9.05	1.38	8.28	-0.78	FALSO	0.78
11	12	5.38	1.04	10.09	1.38	9.65	-0.44	FALSO	0.44
12	13	10.91	2.11	12.20	1.38	11.03	-1.17	FALSO	1.17
13	14	10.51	2.03	14.23	1.38	12.41	-1.82	FALSO	1.82
14	15	6.05	1.17	15.40	1.38	13.79	-1.60	FALSO	1.60
15	16	4.01	0.77	16.17	1.38	15.17	-1.00	FALSO	1.00
16	17	4.15	0.80	16.97	1.38	16.55	-0.42	FALSO	0.42
17	18	5.05	0.98	17.95	1.38	17.93	-0.02	FALSO	0.02
18	19	7.05	1.36	19.31	1.38	19.31	0.00	FALSO	FALSO
19	20	0.00	0.00	19.31	0.00	19.31	0.00	FALSO	FALSO
20	21	0.00	0.00	19.31	0.00	19.31	0.00	FALSO	FALSO
21	22	0.00	0.00	19.31	0.00	19.31	0.00	FALSO	FALSO
22	23	0.00	0.00	19.31	0.00	19.31	0.00	FALSO	FALSO
23	24	0.00	0.00	19.31	0.00	19.31	0.00	FALSO	FALSO
TOTAL		**100.0**	**19.31**				**VALORES MAX=**	**0.73**	**1.82**
			Vol. eq % =	**13.19%**			**Vol. eq. = TOTAL (EX+DEF)=**	**2.55**	

Gráfico 9

Curva de consumo continuo de 14 horas de funcionamiento



El cálculo del volumen de equilibrio o regulación, se determinó mediante el diagrama de masas y se obtuvo:

El valor para Ex. + Def. de semana 4 indica que el volumen de equilibrio o regulación del reservorio es de 2.55 m^3.

Se verificó que el volumen del reservorio construido en campo es de 19.31 m³ por lo que el volumen encontrado en campo no considera el porcentaje de consumo real de la población. Por lo tanto, es necesario aplicar un criterio técnico adecuado al consumo horario de la población.

4.1.3.5. Evaluación hidráulica de la línea de aducción

En el diseño de la línea de aducción se calcula con el caudal máximo horario.

$Q_{mh} = 0.48\ l/s\ = 0.00048\ m^3/s$; $V_{mín} = 0.6\ m/s$; $V_{máx} = 3.0\ m/s$

Cálculo del diámetro mínimo; utilizamos $V_{máx} = 3.0\ m/s$

$$D_{mín} = \sqrt{\frac{4 \times 0.00048\ m^3/s}{\pi \times 3.0\ m/s}} = 0.0142\ m = \approx 0.5619"$$

$$Diámetro\ comercial = 1"$$

Cálculo del diámetro máximo; utilizamos $V_{mín} = 0.6\ m/s$

$$D_{máx} = \sqrt{\frac{4 \times 0.00048\ m^3/s}{\pi \times 0.6\ m/s}} = 0.0319\ m \approx 1.2565"$$

$$Diámetro\ comercial = 1\ 1/2"$$

Dimensiones obtenidas en campo:

El diámetro actual en campo para el ramal 1 de la línea de aducción es de 1 1/2", lo cual coincide con el diámetro calculado.

- **Cálculo de la velocidad en la tubería de la línea de aducción**

Con datos de Q_{mh} y D_{real} obtenemos la velocidad en la tubería.

$$Q_{mh} = 0.48\ l/s\ = 0.00048\ m^3/s$$

$$D_{real} = 1\ 1/2" = 0.0434m\ (diámetro\ interno\ de\ tubería\ NTP\ 399.002)$$

$$V = \frac{4 \times Q_{mh}}{\pi \times {D_{real}}^2} = \frac{4 \times 0.00048\ m^3/s}{\pi \times (0.0434\ m)^2} = 0.32\ m/s$$

Verificando el rango de velocidades admisibles según el RNE OS. 010 varía de 0.60m/s a 3.00 m/s. Por lo que, la velocidad calculada es 0.32 m/s y no está dentro del rango de velocidades establecidos; por lo que puede provocar sedimentación en el interior de la tubería.

❖ **Cálculo de pérdidas por fricción con ecuación de Darcy Weisbach**

Aplicando la ecuación 27, calculamos la pérdida de carga en la red de aducción en el tramo que va desde reservorio hasta R1 correspondiente a la línea aducción 1 y el tramo desde el reservorio hasta N22 para la línea aducción 2. La pérdida de carga calculada se comparará con la encontrada en el modelado con el software WaterCAD V.10.

Determinamos para los dos sectores porque tienen longitudes diferentes de tramos. La velocidad, diámetro, material de PVC es similar en ambas líneas. Los datos para determinar las pérdidas por fricción son los siguientes:

$Caudal = Qmh = \ 0.48\ l/s\ ;\ Diámetro = 1\ 1/2" = 43.40\ mm$

$Velocidad\ = \ 0.32\ m/s$

$Longitud\ de\ tubería\ red\ 1 = \ 364.713\ m\ ;\ Longitud\ tubería\ red\ 2 = 67.420\ m$

- **Determinamos el número de Reynolds, para determinar el tipo de flujo aplicando la ecuación 30.**

Como datos tenemos:

$Velocidad\ = \ 0.32\ m/s\ ;\ Diámetro = 0.0434m\ ; v = 1.004 \times 10^{-6}\ m^2/s$

$$Re = \frac{0.32\ m/s \times 0.04340\ m}{1.004 \times 10^{-6}\ m^2/s} = 13832.669 \qquad (30)$$

Luego de calcular el número de Reynolds, determinamos que el flujo es turbulento.

Calculamos el coeficiente de fricción con la ecuación 29.

De los datos tenemos:

$Diámetro = 0.0434\ m$

$Rugosidad\ absoluta\ inicial = \varepsilon = 0.0015mm = 0.0000015m$

α: coeficiente de incremento anual de rugosidad, depende del grupo de agua (mm/año).

Agua clasificada corresponde a grupo I : $\alpha = 0.025$ mm

Para determinar la rugosidad absoluta de la tubería después de 21 años de servicio, aplicamos la fórmula de Genijew:

$$\boldsymbol{\varepsilon t} = 0.0015 + 0.025 \times 21 = \mathbf{0.5265\ mm} = \mathbf{0.0005265\ m} \quad (32)$$

$$f = \frac{0.25}{\left[\text{Log}\left(\frac{0.0005265\ m}{3.7\times 0.04340\ m} + \frac{5.74}{13832.66^{0.9}}\right)\right]^2} = 0.044850 \quad (29)$$

- **Calculamos las pérdidas por fricción para línea de aducción 1; utilizando ecuación 27.**

Como datos tenemos:$Longitud\ de\ tubería\ red\ aducción\ 1 =\ 364.713\ m$

$Diámetro = 0.0434\ m\ ; Caudal = Qmh =\ 0.48\ l/s = 0.00048\ m^3/s$

$Velocidad\ =\ 0.32\ m/s\ ;\ g = 9.81\ m/s^2$

$$hf = 0.044850 \times \frac{0.32^2 \times 364.713}{2\times 9.81\times 0.0434} = 1.96\ m \quad (27)$$

hf calculado en el modelado con el software Watercad V.10 = 1.962 m (Tabla 55).

- **Calculamos el número de Reynolds, para determinar el tipo de flujo y aplicamos la ecuación 30.**

Como datos tenemos:

$Velocidad\ =\ 0.32\ m/s\ ;\ Diámetro = 0.0294m\ ; v = 1.004 \times 10^{-6}\ m^2/s$

$$Re = \frac{0.32\ m/s \times 0.02940\ m}{1.004\times 10^{-6}\ m^2/s} = 9370.518 \quad (30)$$

Luego de calcular el número de Reynolds, determinamos que el flujo es turbulento.

Calculamos el coeficiente de fricción con la ecuación 29.

De los datos tenemos:

$Diámetro = 0.0294\ m$

$Rugosidad\ absoluta\ inicial = \varepsilon = 0.0015mm = 0.0000015m$

α: coeficiente de incremento anual de rugosidad, depende del grupo de agua (mm/año).

Agua clasificada corresponde a grupo I : $\alpha = 0.025$ mm

Para determinar la rugosidad absoluta de la tubería después de 21 años de servicio, aplicamos la fórmula de Genijew:

$$\boldsymbol{\varepsilon t} = 0.0015 + 0.025 \times 21 = \mathbf{0.5265\ mm = 0.0005265\ m} \quad (32)$$

$$f = \frac{0.25}{\left[\mathrm{Log}\left(\frac{0.0005265\ m}{3.7\times 0.02940\ m} + \frac{5.74}{9370.518^{0.9}}\right)\right]^2} = 0.051844 \quad (29)$$

- **Calculamos las pérdidas por fricción para línea de aducción 2; utilizando ecuación 27.**

Como datos tenemos: $Longitud\ de\ tubería\ red\ aducción\ 2 = \ 67.420\ m$

$Diámetro = 0.0294\ m\ ; Caudal = Qmh = \ 0.48\ l/s = 0.00048\ m^3/s$

$Velocidad \ = \ 0.32\ m/s\ ;\ g = 9.81\ m/s^2$

$$hf = 0.051844 \times \frac{0.32^2 \times 67.420}{2\times 9.81\times 0.0294} = 0.62\ m \quad (27)$$

hf calculado en el modelado con el software Watercad V.10 = 0.623 m (Tabla 55).

4.1.3.6. Evaluación hidráulica de la red de distribución

Para la evaluación hidráulica consideramos que las presiones de servicio según el MVCS, debe cumplir:

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

❖ **Presiones**

Obteniendo los diámetros de las tuberías de la red de distribución para los 2 sectores, se realizó las mediciones de presiones con un manómetro en las conexiones domiciliarias representativas en horario de máximo consumo. Asimismo, se hizo el modelamiento con el software WaterCAD V.10. Los resultados obtenidos en campo se presentan en la Tabla 52.

Tabla 52

Presiones en viviendas en día y hora de máx. consumo (21/7/24; 6 a 7 a.m.)

ITEM	USUARIO-VIVIENDA	COORDENADAS		ALTITUD	PRESIONES CON MANOMETRO	
		ESTE	NORTE	M.S.N.M	BAR	MCA
1	RAMIRO CASTREJÓN TERÁN	748784.644	9206720.785	1896.082	-	-
2	IDIS CASTREJÓN TONGOMBOL	748798.685	9206741.356	1896.252	-	-
3	LUZMILA PORTAL AJIP	748692.741	9206605.327	1912.110	0.600	6.12
4	YOLANDA QUIROZ AJIP	748705.831	9206439.251	1898.754	1.950	19.89
5	DEONILA CASTREJÓN ROMERO	748751.366	9206379.109	1887.510	-	-
6	GUMERSINDO MADOÑO ROMERO TANTALEAN	748812.762	9206398.446	1869.179	-	-
7	NELSON CASTREJÓN TERÁN	749248.660	9205975.301	1849.823	6.500	66.3
8	ATILANO CASTREJÓN TERÁN	749567.435	9205559.454	1854.095	-	-
9	CELSO CASTREJÓN TANTALEAN	749556.193	9205690.226	1783.627	-	-
10	ESCUELA N°821358 EL GIGANTE	749915.045	9205756.241	1593.844	3.900	39.78
11	RUFINO BAZAN ROJAS	749986.907	9205790.001	1567.487	-	-
12	FAUSTINO VÁSQUEZ ESPINO	750134.381	9205692.635	1540.689	4.200	42.84
13	RAÚL BAZÁN CASTREJÓN	750334.745	9205511.424	1538.863	2.100	21.42
14	ALBERTO CHILÓN CASTREJÓN	750416.347	9205377.171	1544.619	-	-
15	MAX VÁSQUEZ ESPINO	750287.084	9205571.075	1539.185	2.650	27.03
16	ADAN CASTREJÓN TERÁN	750489.648	9205349.071	1540.149	-	-
17	SANTIAGO VÁSQUEZ ESPINO	750382.313	9205538.054	1525.392	-	-
18	AURELIANO VÁSQUEZ ESPINO	750499.057	9205473.388	1511.492	5.950	60.69
19	EDILBERTO CASTREJÓN GARCÍA	750838.488	9205373.805	1420.022	7.350	74.97
20	ALEJANDRO PORTAL AGIP	750865.033	9205425.239	1415.572	-	-
21	AGUSTINA BAZÁN VÁSQUEZ	751029.135	9205572.667	1401.547	4.750	48.45
22	ESMINA CASTREJON TERÁN	749081.071	9206863.333	1918.801	0.350	3.57
23	HERMAN ROMERO CASTREJÓN	749123.687	9206840.724	1913.367	0.900	9.18
24	ALFREDO VARGAS VILLOSLADA	748995.000	9206828.020	1897.177	-	-
25	FELICIANO CASTREJÓN TERÁN	749020.479	9206612.674	1858.949	-	-
26	IGLESIA ADVENTISTA 7MO DÍA	749551.822	9206342.229	1670.872	3.950	40.29
27	SERAFÍN CASTREJÓN ROMERO	749719.272	9206284.069	1667.892	4.700	47.94
28	VALENTINA RUITÓN DE LA CRUZ	749893.346	9206176.575	1631.709	3.500	35.7
29	MARINO ROJAS QUISPE	750118.238	9206170.976	1615.670	-	-
30	ONIAS TANTALEAN VÁSQUEZ	750191.114	9205913.149	1549.203	2.300	23.46

De las presiones registradas en horario de máximo consumo en las viviendas, se obtuvo:

$$Presión\ dinámica\ máxima\ de\ Pmáx. = 74.97\ m.c.a.$$

$$Presión\ dinámica\ mínima\ de\ Pmín. = 3.57\ m.c.a.$$

Figura 33

Medición de presión dinámica mediante el uso de manómetro

Figura 34

Registro de presiones en las casas más cercanas a los nodos de la red

En la simulación hidráulica con el software WaterCAD V.10 se obtuvo las siguientes presiones que se presentan en la Tabla 53.

Tabla 53

Presiones dinámicas en las conexiones con WaterCAD V.10

USUARIO	COORDENADAS		ALTITUD	GRADIENTE HIDRÁULICO	PRESIÓN DINÁMICA
	ESTE	NORTE	m.s.n.m.	(m)	(m H2O)
V-01	748784.644	9206720.785	1896.082	1,921.90	25.77
V-02	748798.685	9206741.356	1896.252	1,921.88	25.58
V-03	748692.741	9206605.327	1912.110	1,920.09	7.96
V-04	748705.831	9206439.251	1898.754	1,917.29	18.50
V-05	748751.366	9206379.109	1887.510	1,916.52	28.96
V-06	748812.762	9206398.446	1869.179	1,916.48	47.21
V-07	749248.660	9205975.301	1849.823	1,908.63	58.69
V-08	749567.435	9205559.454	1854.095	1,887.10	32.93
V-09	749556.193	9205690.226	1783.627	1,816.51	32.82
V-10	749915.045	9205756.241	1593.844	1,629.01	35.10
V-11	749986.907	9205790.001	1567.487	1,591.75	24.21
V-12	750134.381	9205692.635	1540.689	1,579.95	39.18
V-13	750334.745	9205511.424	1538.863	1,563.44	24.53
V-14	750416.347	9205377.171	1544.619	1,563.33	18.67
V-15	750287.084	9205571.075	1539.185	1,567.11	27.88
V-16	750489.648	9205349.071	1540.149	1,560.08	19.89
V-17	750382.313	9205538.054	1525.392	1,562.06	36.60
V-18	750499.057	9205473.388	1511.492	1,559.31	47.72
V-19	750838.488	9205373.805	1420.022	1,498.60	78.42
V-20	750865.033	9205425.239	1415.572	1,447.24	31.61
V-21	751029.135	9205572.667	1401.547	1,447.11	45.47
V-22	749081.071	9206863.333	1918.801	1,922.72	5.31
V-23	749123.687	9206840.724	1913.367	1,921.64	8.25
V-24	748995.000	9206828.020	1897.177	1,918.84	21.62
V-25	749020.479	9206612.674	1858.949	1,874.34	15.36
V-26	749551.822	9206342.229	1670.872	1,715.39	44.43
V-27	749719.272	9206284.069	1667.892	1,712.89	44.91
V-28	749893.346	9206176.575	1631.709	1,664.73	32.96
V-29	750118.238	9206170.976	1615.670	1,664.49	48.73
V-30	750191.114	9205913.149	1549.203	1,568.08	18.84

Luego del modelado hidráulico se obtuvo que la presión dinámica mínima es de 5.31 m.c.a. y la presión estática máxima es 78.42 m.c.a. De las conexiones analizadas solo el 96.67 % cumple y el 3.33 % no cumple con rango de presión estática máxima de 60 m.c.a. establecido por la normativa del MVCS (2018).

Tabla 54

Presiones en los nodos en base al modelado con el software WaterCAD V.10

NODO	COORDENADAS		ALTITUD	GRADIENTE HIDRÁULICO	PRESIÓN DINÁMICA
	ESTE	NORTE	m.s.n.m.	(m)	(m H2O)
N-01	748777.31	9206723.59	1,900.01	1,921.90	21.85
N-02	749021.09	9206883.93	1,922.30	1,921.96	8.98
N-03	748689.52	9206608.34	1,913.59	1,920.09	6.49
N-04	748700.86	9206438.21	1,900.26	1,917.29	16.99
N-05	748749.09	9206388.95	1,888.13	1,916.53	28.34
N-07	749178.78	9205941.08	1,889.68	1,908.70	18.98
N-08	749540.89	9205513.25	1,874.32	1,887.13	12.79
N-09	749696.09	9205603.73	1,779.56	1,816.64	37.00
N-10	749927.03	9205720.58	1,598.54	1,629.04	30.44
N-11	749972.24	9205725.24	1,578.80	1,591.80	12.97
N-12	750111.15	9205679.1	1,546.08	1,579.97	33.82
N-13	750329.68	9205505.81	1,538.92	1,563.44	24.47
N-15	750276.77	9205592.13	1,540.16	1,567.13	26.91
N-16	750448.36	9205478.69	1,514.27	1,560.17	45.81
N-17	750380.01	9205536.04	1,526.31	1,562.06	35.68
N-18	750503.82	9205452.35	1,514.48	1,559.32	44.75
N-19	750761.74	9205462.84	1,449.41	1,498.68	49.18
N-20	750788.78	9205463.26	1,437.18	1,447.30	10.1
N-22	749081.05	9206864.35	1,919.90	1,922.72	2.81
N-23	749099.02	9206854.91	1,917.61	1,921.66	4.04
N-24	749139.93	9206801.89	1,896.31	1,918.95	22.59
N-25	749168.58	9206747.09	1,858.63	1,874.48	15.82
N-26	749553.36	9206366.37	1,678.34	1,715.41	37.00
N-27	749711.06	9206277.59	1,667.08	1,712.90	45.73
N-28	749860.38	9206173.97	1,631.70	1,664.76	32.99
N-29	749925.92	9206140.05	1,621.10	1,664.64	43.45
N-30	750078.65	9206001.43	1,564.82	1,568.18	3.36
R-1	748737.8	9206703.72	1,913.38	1,921.98	8.58
R-2	748702.17	9206390.24	1,901.70	1,916.61	14.88
R-3	750338.09	9205561.21	1,532.76	1,563.53	30.71
RESER-1	749020.81	9206886.96	1,922.99	1,931.79	8.78

Luego del modelado hidráulico se obtuvo que la presión dinámica mínima es de 2.81 m.c.a. y la presión estática máxima es 49.18 m.c.a. De los nodos analizados solo el 90.33 % cumple y el 9.67 % no cumplen con el rango de presión dinámica mínima de 5 m.c.a. establecido por la normativa del MVCS (2018).

❖ **Evaluación de caudales, velocidades y pérdidas en la red de distribución**

Se realizó la simulación utilizando el programa AutoCAD Civil 3D. Enseguida, se exportaron los archivos al software WaterCAD V.10.

Utilizando el dato de Qmh = 0.48 l/s, se analizó el comportamiento hidráulico en un periodo estático, lo que permitió determinar los caudales y velocidades en la red de distribución. Los resultados se presentan en la Tabla 55.

Tabla 55

Caudales, velocidades y pérdidas de carga de la red con WaterCAD V.10

NODO INICIAL	NODO FINAL	LONGITUD (m)	MATERIAL	DIÁMETRO (mm)	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	hf (m)
N-10	CRP-07	4.38	PVC	17.4	0.176	0.740	0.427
N-22	N-23	20.3	PVC	17.4	0.128	0.638	1.063
N-24	CRP-10	30.43	PVC	17.4	0.096	0.604	0.914
R-1	N-01	44.22	PVC	17.4	0.032	0.635	0.072
R-2	N-05	46.93	PVC	17.4	0.032	0.635	0.077
R-3	N-13	56.04	PVC	17.4	0.032	0.635	0.092
CRP-10	N-25	31.8	PVC	17.4	0.096	0.604	0.955
N-08	CRP-01	41.56	PVC	17.4	0.208	0.875	5.605
CRP-07	N-11	41.55	PVC	17.4	0.176	0.740	4.043
N-04	R-2	47.99	PVC	29.4	0.272	0.601	0.680
CRP-05	CRP-06	48.33	PVC	17.4	0.192	0.807	5.575
R-3	N-17	48.89	PVC	17.4	0.096	0.604	1.469
N-16	N-18	61.39	PVC	17.4	0.064	0.669	0.850
CRP-03	CRP-04	63.81	PVC	17.4	0.192	0.807	7.359
N-02	N-22	64.31	PVC	29.4	0.144	0.629	0.590
N-23	N-24	66.97	PVC	17.4	0.112	0.671	2.708
N-15	R-3	68.67	PVC	17.4	0.128	0.638	3.596
CRP-04	CRP-05	69.88	PVC	17.4	0.192	0.807	8.060
CRP-06	N-10	74.66	PVC	17.4	0.192	0.807	8.611
N-28	N-29	73.79	PVC	17.4	0.032	0.635	0.121
N-18	CRP-08	82.65	PVC	17.4	0.048	0.602	0.592
RESERV.	N-02	3.113	PVC	43.4	0.48	0.629	0.031
N-17	N-16	89.23	PVC	17.4	0.08	0.636	1.890
CRP-01	CRP-02	92.07	PVC	17.4	0.208	0.875	12.420
N-25	CRP-11	105.07	PVC	17.4	0.08	0.636	2.225
R-1	N-03	107.26	PVC	29.4	0.304	0.678	1.884

CRP-12	CRP-13	114.68	PVC	17.4	0.08	0.636	2.428
N-11	N-12	146.37	PVC	17.4	0.16	0.673	11.826
CRP-11	CRP-12	158.58	PVC	17.4	0.08	0.636	3.358
N-03	N-04	177.26	PVC	29.4	0.288	0.624	2.804
CRP-13	N-26	173.2	PVC	17.4	0.08	0.636	3.668
CRP-08	N-19	180.84	PVC	17.4	0.048	0.602	1.295
CRP-14	N-28	184.71	PVC	17.4	0.048	0.602	1.323
N-26	N-27	181.43	PVC	17.4	0.064	0.669	2.512
CRP-15	CRP-16	188.95	PVC	17.4	0.016	0.673	0.137
N-12	N-15	195.16	PVC	17.4	0.144	0.606	12.843
N-02	R-1	361.60	PVC	43.4	0.336	0.627	1.931
N-07	N-08	595.21	PVC	22.9	0.224	0.644	21.566
R-2	N-07	710.21	PVC	29.4	0.24	0.654	7.908
N-19	CRP-09	4.79	PVC	17.4	0.032	0.635	0.008
CRP-09	N-20	22.27	PVC	17.4	0.032	0.635	0.036
CRP-02	N-09	56.65	PVC	17.4	0.208	0.875	7.641
N-09	CRP-03	3.92	PVC	17.4	0.192	0.807	0.452

De acuerdo al reporte de caudales en la red de distribución tenemos un caudal mínimo de 0.016 l/s y un caudal máximo de 0.48 l/s. Asimismo, se tiene una velocidad mínima de 0.601 m/s y una velocidad máxima de 0.875 m/s; lo que demuestra que cumple con el rango establecido por la norma OS. 050 del RNE.

4.1.4. Calidad de agua del caserío de El Gigante

Se realizó 2 muestreos de agua en la captación y fue trasladada al laboratorio INGECONSULT & LAB S.R.L. para realizar el análisis físico, químico y bacteriológico. El agua es bacteriológicamente apta. Los resultados obtenidos encuadran dentro de los parámetros dados por la OMS/MINSA para aguas de consumo humano. Se concluye que el agua que consume el caserío El Gigante si cumple con los estándares de calidad; para más detalle ver Anexo 3.

4.1.5. Evaluación de operación y mantenimiento del sistema de agua de uso doméstico

En el caserío El Gigante no hay un plan de operación y mantenimiento de sistema de agua. Existe un operario responsable de hacer las actividades de operación y es remunerado

por los beneficiarios del sistema. El operario es designado en reunión el primer domingo de cada trimestre.

La limpieza y desinfección del sistema se realiza anualmente. No realizan cloración del sistema por el ámbito social y base de conocimiento de fuente subterránea. El sistema de uso doméstico no cuenta con herramientas necesarias para realizar la operación y mantenimiento. Para evaluar la operación y mantenimiento del sistema de agua, se realizó 16 encuestas típicas a usuarios, para visualizar el modelo ver Anexo 4. A continuación, se muestran los resultados de cada pregunta de las encuestas evaluadas a 16 usuarios del caserío El Gigante.

a) Pregunta 1: ¿Quién fue la institución ejecutora?

Tabla 56

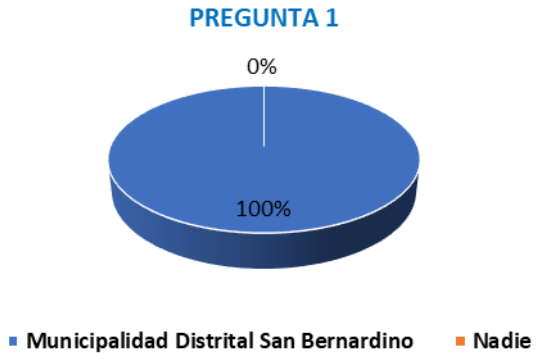
Institución ejecutora del sistema de agua de uso doméstico

Respuesta	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Municipalidad Distrital San Bernardino	16	100%	100%
Nadie	0	0%	100%
Total	**16**	**100%**	

Nota. Confirmación de institución ejecutora del sistema de agua del caserío El Gigante.

Gráfico 10

Institución ejecutora del sistema de agua de uso doméstico



Nota. De 16 encuestados; el 100% confirma que la construcción del sistema lo ejecutó la municipalidad distrital de San Bernardino, tal como se muestra en el gráfico 10.

b) Pregunta 2: ¿Cuándo se concluyó la construcción del sistema de agua de uso doméstico?

Tabla 57

Conclusión de construcción del sistema de agua El Gigante

Respuesta	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Año 2004	16	100%	100%
Año no definido	0	0%	100%
Total	**16**	**100%**	

Nota. Confirmación del año en que se concluyó la construcción del sistema de agua

Gráfico 11

Conclusión de la construcción del sistema de agua de uso doméstico

Nota. De un total de 16 encuestados; el 100% confirma que la construcción del sistema se concluyó en el año 2004, tal como se muestra en el gráfico 11.

c) Pregunta 3: ¿Qué tipo de fuente de agua abastece al sistema de uso doméstico?

Tabla 58

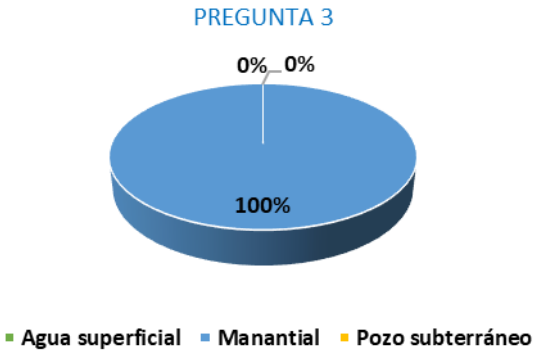
Tipo de fuente que abastece al sistema de agua

Respuesta	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Agua superficial	0	0%	0%
Manantial	16	100%	100%
Pozo subterráneo	0	0%	100%
Total	**16**	**100%**	

Nota. Confirmación del tipo de fuente del sistema de agua del caserío El Gigante.

Gráfico 12

Tipo de fuente que abastece al sistema de agua de uso doméstico



Nota. Según las encuestas, de 16 encuestados el 100% confirma que la fuente es un manantial, tal como se muestra en el gráfico 12.

d) Pregunta 4: ¿Cuál es el tipo de sistema de abastecimiento?

Tabla 59

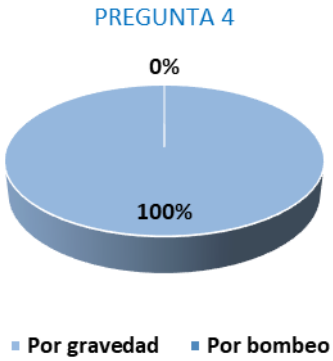
Tipo de sistema de abastecimiento

Respuesta	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Por gravedad	16	100%	100%
Por bombeo	0	0%	100%
Total	**16**	**100%**	

Nota. Tipo de sistema de abastecimiento

Gráfico 13

Confirmación de tipo de sistema de abastecimiento



Nota. De 16 encuestados; el 100% confirma que el tipo de sistema de agua es por gravedad, tal como se muestra en el gráfico 13.

e) Pregunta 5: ¿Cuántos litros de agua consume la familia por día?

Tabla 60

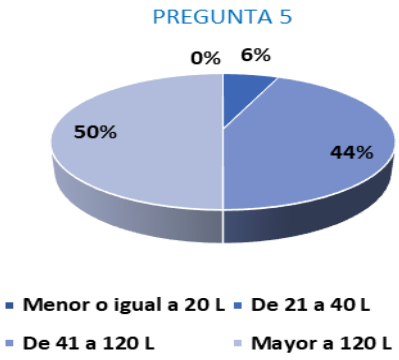
Consumo en litros por familia

Respuesta	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Menor o igual a 20 L	0	0%	0%
De 21 a 40 L	1	6%	6%
De 41 a 120 L	7	44%	50%
Mayor a 120 L	8	50%	100%
Total	**16**	**100%**	

Nota. Consumo en litros por día de la población El Gigante

Gráfico 14

Consumo en litros por familia del caserío El Gigante



Nota. De 16 encuestados, el 50% consume mayor a 120 L/día, el 44% consume de 41 a 120 L/día, el 6% consume de 21 a 40 L/día y 0% consume menor o igual a 20 L/día, tal como se muestra en gráfico 14.

f) Pregunta 6: ¿Almacena o deposita agua en casa para consumo doméstico?

Tabla 61

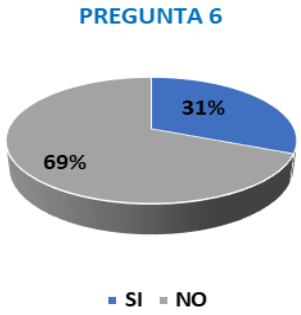
Almacenamiento o depósito de agua en casa

Respuesta	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
SI	5	31%	31%
NO	11	69%	100%
Total	**16**	**100%**	

Nota. Confirmación si almacenan o depositan agua en casa

Gráfico 15

Confirmación del usuario si almacena o deposita agua en casa



Nota. De 16 encuestados, el 31% si almacena o deposita agua en casa y el 69% no almacena o deposita agua en casa, tal como se muestra en el gráfico 15.

g) Pregunta 7: ¿Qué meses consume más el agua del sistema?

Tabla 62

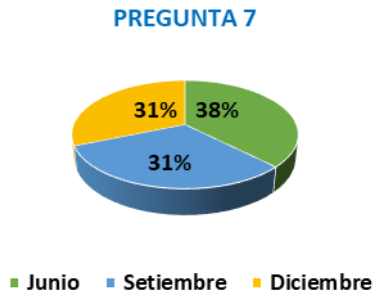
Confirmación de meses en que se consume más el agua del sistema

Respuesta	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Junio	6	38%	38%
Setiembre	5	31%	69%
Diciembre	5	31%	100%
Total	**16**	**100%**	

Nota. Esta tabla muestra los meses de consumo de agua del caserío El Gigante.

Gráfico 16

Confirmación del mes en que se consume más el agua del sistema



Nota. De un total de 16 encuestados, el 38% consume más el agua en el mes de junio, el 31% consume más el agua en el mes de setiembre y el 31% consume más el agua en el mes de diciembre, tal como se muestra en el gráfico 16.

h) Pregunta 8: ¿Quién es responsable de la operación y mantenimiento del servicio de agua de uso doméstico?

Tabla 63

Responsable de la operación y mantenimiento del sistema de agua

Respuesta	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
JASS Administradora	16	100%	100%
Municipalidad	0	0%	100%
Nadie	0	0%	100%
Total	**16**	**100%**	

Nota. Esta tabla muestra el responsable de la operación y mantenimiento del sistema de agua del caserío El Gigante.

Gráfico 17

Responsable de la operación y mantenimiento del sistema de agua

Nota. De un total de 16 encuestados, el 100% confirman que la JASS Administradora es la responsable de la operación y mantenimiento, tal como se muestra en el gráfico 17.

i) Pregunta 9: ¿Durante el día, existe variación de presión de agua en su casa?

Tabla 64

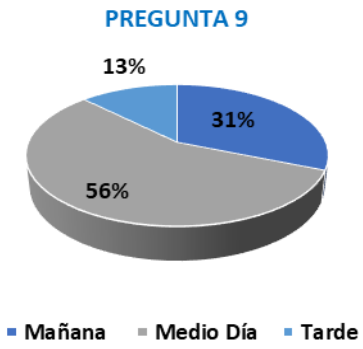
Variaciones de presión de agua durante el día

Respuesta	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Mañana	5	31%	31%
Medio Día	9	56%	88%
Tarde	2	13%	100%
Total	**16**	**100%**	

Nota. Esta tabla muestra la variación de presión de agua durante el día las casas.

Gráfico 18

Variaciones de presión de agua durante el día



Nota. De total de 16 encuestados, el 56% confirma que la variación de presión de agua es a medio día, el 31% confirma que la variación de presión de agua es por la mañana y el 13% confirma que la variación de presión es en la tarde, tal como se muestra en el gráfico 18.

j) Pregunta 10: ¿Cuánto es la tarifa por el servicio de agua de uso doméstico?

Tabla 65

Tarifa por el consumo de agua de uso doméstico

Respuesta	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
TARIFA S/ 2.0	16	100%	100%
TARIFA NO DEFINIDA	0	0%	100%
Total	**16**	**100%**	

Nota. Esta tabla muestra la tarifa por el servicio de agua del caserío El Gigante.

Gráfico 19

Tarifa por el servicio de agua de uso doméstico

Nota. De un total de 16 encuestados; el 100% confirma que la tarifa por el servicio de agua es S/2.0, tal como se muestra en el gráfico 19.

k) Pregunta 11: ¿Existe un plan de mantenimiento para el sistema de agua de uso doméstico?

Tabla 66

Confirmación de existencia de plan de mantenimiento para sistema de agua

Respuesta	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
SI EXISTE PLAN MANTENIMIENTO	0	0%	0%
NO EXISTE PLAN MANTENIMIENTO	16	100%	100%
Total	**16**	**100%**	

Nota. No existe plan de mantenimiento para el sistema de agua del caserío El Gigante.

Gráfico 20

Plan de operación y mantenimiento para sistema de agua

Nota. De un total de 16 encuestados; el 100% confirma que no existe plan de mantenimiento, tal como muestra en el gráfico 20.

l) Pregunta 12: ¿Quiénes participan en su plan de mantenimiento del sistema de agua?

Tabla 67

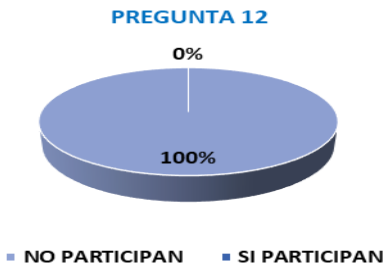
Participación de usuarios en el plan de mantenimiento del sistema

Respuesta	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
NO PARTICIPAN	16	100%	100%
SI PARTICIPAN	0	0%	100%
Total	**16**	**100%**	

Nota. Esta tabla muestra que no participan en el plan de mantenimiento del sistema.

Gráfico 21

Participación de usuarios en el plan de mantenimiento del sistema



Nota. De 16 encuestados, el 100% confirma que no participan en plan de mantenimiento puesto que no existe, tal como se muestra en el gráfico 21.

m) Pregunta 13: ¿Cada qué tiempo realizan la limpieza y desinfección del sistema de agua de uso doméstico?

Tabla 68

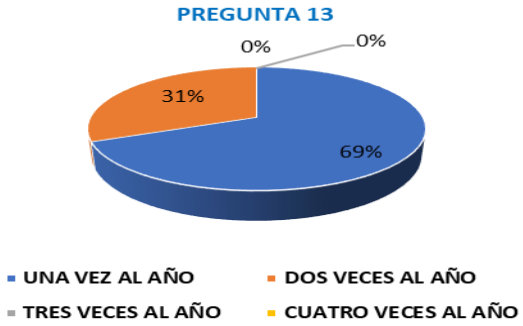
Confirmación de realización de limpieza y desinfección del sistema de agua

Respuesta	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Una vez al año	11	69%	69%
Dos veces al año	5	31%	100%
Tres veces al año	0	0%	100%
Cuatro veces al año	0	0%	100%
Total	**16**	**100%**	

Nota. Tiempo en que realizan la limpieza y desinfección del sistema de agua

Gráfico 22

Realización de limpieza y desinfección del sistema de agua



Nota. Se demostró que de 16 encuestados; el 69% confirma que realizan la limpieza y desinfección del sistema 1 vez al año y 31% confirma que realizan la limpieza y desinfección del sistema 2 vez al año, tal como se muestra en el gráfico 22.

n) Pregunta 14: ¿Cada qué tiempo cloran del sistema de agua de uso doméstico?

Tabla 69

Tiempo que cloran el sistema de agua de uso doméstico

Respuesta	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Al mes	0	0%	0%
Cada 2 meses	0	0%	0%
A los tres meses	0	0%	0%
Nunca	16	100%	100%
Total	**16**	**100%**	

Nota. Esta tabla muestra si cloran o no cloran el agua del caserío El Gigante.

Gráfico 23

Tiempo que cloran el sistema de agua

Nota. De un total de 16 encuestados, el 100% confirma que nunca cloran el sistema de agua, tal como muestra en el gráfico 23.

o) Pregunta 15: ¿Quién se encarga de los servicios de gasfitería?

Tabla 70

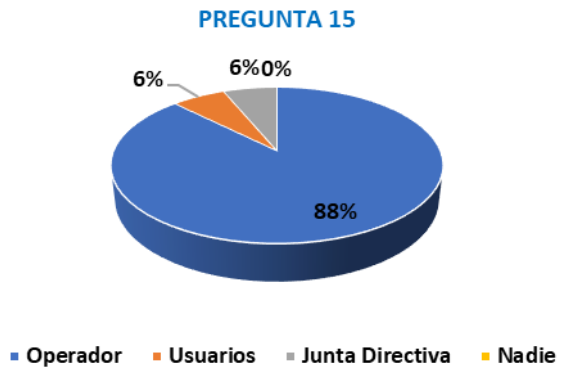
Encargado de servicios de gasfitería del sistema de agua

Respuesta	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Operador	14	88%	88%
Usuarios	1	6%	94%
Junta Directiva	1	6%	100%
Nadie	0	0%	100%
Total	**16**	**100%**	

Nota. Esta tabla muestra al encargado de servicios de gasfitería del sistema de agua del caserío El Gigante.

Gráfico 24

Confirmación del encargado de servicios de gasfitería



Nota. De un total de 16 encuestados, el 88% confirma que el encargado de servicios de gasfitería es un operador, el 6% confirma que el encargado de gasfitería son los usuarios y el 6% confirma que el encargado de servicios de gasfitería es la junta directiva, tal como se muestra en el gráfico 24.

p) Pregunta 16: ¿El encargado de los servicios de gasfitería es remunerado por los usuarios?

Tabla 71

Confirmación si es encargado de servicios de gasfitería es remunerado

Respuesta	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Si es remunerado	0	0%	0%
No es remunerado	16	100%	100%
Total	**16**	**100%**	

Nota. Esta tabla muestra si es remunerado el encargado de gasfitería del sistema de agua del caserío El Gigante.

Gráfico 25

Confirmación si el encargado de servicios de gasfitería es remunerado

Nota. De 16 encuestados; el 100% confirma que el encargado de los servicios de gasfitería no es remunerado, tal como se muestra en el gráfico 25.

q) Pregunta 17: ¿Cuenta el sistema de agua de uso doméstico con herramientas necesarias para su operación o mantenimiento?

Tabla 72

Herramientas para operación y mantenimiento del sistema de agua

Respuesta	Cantidad	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Si cuenta con herramientas	0	0%	0%
No cuenta con herramientas	16	100%	100%
Total	**16**	**100%**	

Nota. Esta tabla muestra que no se cuenta con herramientas para operación y mantenimiento del sistema de agua del caserío El Gigante.

Gráfico 26

Herramientas para operación y mantenimiento del sistema de agua

Nota. De un total de 16 encuestados; el 100% confirma que no cuentan con herramientas para operación y mantenimiento, tal como se muestra en el gráfico 26.

4.1.6. Propuestas de mejoramiento

- Reutilizar el caudal de rebose de la captación del sistema de agua El Gigante, con el fin de aumentar la cobertura y abastecer a las 7 familias que no tienen el acceso al agua potable.
- Se propone instalación de un medidor de agua a la salida del reservorio y en todas las instalaciones domiciliarias del caserío El Gigante para controlar los consumos y reducir el inadecuado uso del agua doméstica.
- Se propone la instalación de cámaras rompe presión tipo VII en las 2 redes de distribución, con la finalidad regular caudal y reducir presiones altas. Esta propuesta contribuirá a estabilizar la presión del sistema, optimizar daños en la infraestructura y mejorar la eficiencia del suministro de agua. Para las CRP existentes se debe instalar nuevos accesorios, cercos perimétricos para de dar seguridad y evitar el deterioro de las estructuras.

4.2. Discusión de resultados

En cuanto al objetivo específico 1, el análisis del estado actual del sistema de agua de uso doméstico del caserío El Gigante muestra una infraestructura envejecida y deteriorada, similar a la situación observada en estudios de (Cieza, 2021) en Chilimpampa Baja, su infraestructura con más de 18 años presentaba daños significativos y (Silio, 2021) su sistema de abastecimiento en San Antonio – Áncash presentaba malezas y fisuras por la exposición a la intemperie. En El Gigante, se identificaron problemas en la captación, aunque es funcional, muestra fisuras y deterioro en los elementos de protección como son las tapas metálicas.

Estas evidencias son consistentes con el estudio de (Julca, J. 2022), que encontró componentes hidráulicos desgastados en la localidad de Tongod, San Miguel, Cajamarca. Además, la red de distribución del caserío El Gigante muestra fugas y tuberías expuestas a la intemperie que afectan la eficiencia del suministro, un problema también destacado por

(Avilés, C. & Baque, R. 2023) en Guayaquil. Sin embargo, el funcionamiento de captación y reservorio todavía responden a las necesidades de la población, donde su grado de afectación va desde un nivel bajo hasta moderado, principalmente presencia de malezas; mientras que las cámaras rompe presión están con nivel deteriorado alto, a pesar de los problemas patológicos el sistema se mantiene funcional y operativo.

Con relación al objetivo específico 2, en cuanto a estimación de la demanda actual, los resultados indican que la fuente si es suficiente cubrir la necesidad de en horas de máximo consumo y el agua analizada cumple con los requisitos de calidad pero presenta deficiencias en la cloración porque no utilizan cloro para desinfectar. Esto es comparable con (Luvhimbi, R. 2022) en Thulamela, donde se encontraron altos niveles de E. coli y coliformes totales en muestras de agua durante la estación húmeda por falta de una cloración adecuada.

En términos de cantidad, el caudal medio es de 0.22 l/s, el caudal máximo diario es 0.24 l/s y caudal máximo horario 0.48 l/s. Esto representa que en meses de estiaje los caudales son menores y en la zona de estudio la fuente si logra satisfacer la demanda actual de la población, similar a lo analizado por (Yupanqui, 2023) en localidad del Guayo la oferta 0.96 l/s es mayor que la demanda 0.44 l/s. La percepción de los usuarios nota la continuidad en el abastecimiento de agua, debido justamente a que el caudal máximo horario es constante durante todos los meses. Con respecto a los coeficientes K1 y K2, indican variabilidad de consumo estacional.

Con respecto al objetivo específico 3, al evaluar la infraestructura, muestra que su funcionamiento es defectuoso y requiere rehabilitación estructural. Porque presenta problemas que dificultan que el sistema funcione con eficiencia. Tales como tuberías expuestas a la intemperie, empalmes inadecuados, válvulas deterioradas, falta de limpieza y desinfección ; es necesario detectar las interferencias para tener un suministro continuo. Estas evidencias son consistentes con el estudio de (Julca, J. 2022) que menciona el desgaste de estructuras y elementos hidráulicos.

En cuanto al objetivo específico 4, la evaluación hidráulica de la infraestructura muestra que las presiones en varios puntos del sistema cumplen parcialmente con las normativas vigentes, similar a lo encontrado por (Gutiérrez, 2023) en El Sauco, donde la presión dinámica en el reservorio representaba un riesgo de colapso para las tuberías por sobrepresión.

En el estudio las presiones determinadas en campo con manómetro son similares a las determinadas en el software WaterCAD, lo que indica que la presión en la red es compensada para garantizar un suministro adecuado en todos los puntos de consumo.

Por otro lado, la presión máxima no debe ser excesiva para evitar daños en las tuberías y equipos de los usuarios. Se recomienda que la presión máxima no supere los 60 a 70 m.c.a. para mantener la integridad del sistema y evitar fugas o roturas debido a presiones demasiado altas (Gutiérrez, 2023). Estos problemas hidráulicos son comparables a los descritos por (Santos, 2023) en Pimpingos, donde el sobredimensionamiento de las líneas de conducción y las altas presiones de servicio alteraban el funcionamiento adecuado del sistema.

En la evaluación hidráulica de la captación se determinó que el volumen de la cámara húmeda en campo es 219.37 l, el cual es mayor al volumen calculado de 43.2 l para un tiempo de retención de 3 min y un volumen de 72.0 l para un tiempo de retención de 5 minutos; recomendado por el MVCS (2018).

El número de orificios de entrada diseñado son 3 y de 2”, por lo que existe variabilidad en diámetro que en campo fue de 1.5” para 3 orificios. Se determina que no tiene un diseño adecuado. El ancho de pantalla calculado es de 1.067 m. mayor al ancho de 0.77 m. medido en campo. La distancia del afloramiento a la captación calculado es de 1.233 m. esta distancia no cumple con la distancia de 0.62 m. medida en campo. Se determina que no tiene un diseño adecuado y está sobredimensionado. La altura de la cámara húmeda calculada es de 79 cm; menor a la altura de 90 cm medida en campo.

La cámara húmeda tiene funcionamiento hidráulico regular y está sobredimensionado. La canastilla, así como la tubería de limpia y rebose encontradas en campo, están dentro del rango de dimensionamiento calculado. Según (Santos, 2022) indica en su investigación que el volumen de las tres cámaras húmedas está adecuadamente dimensionado. Y en el estudio de (Julca, 2022) indica que el volumen de la cámara húmeda es menor a lo recomendado. Existe una correcta distribución de los orificios. La altura de la cámara húmeda encontrada en campo es mayor a la calculada. No existe canastilla y el diámetro de la tubería de limpia y rebose cumple con el calculado.

La suma de caudales ofertantes de ambos manantiales es inferior al caudal máximo diario, lo que hace necesario buscar una fuente adicional para abastecer.

El diámetro mínimo de la línea de conducción calculado es de 1/2" y el diámetro máximo es de 1”, lo cual es menor al diámetro calculado en campo el cual es de 1.5”. La velocidad es de 0.162 m/s y no se encuentra dentro del rango de velocidades recomendadas por la normativa. La pérdida de carga calculada es 0.44 m; por lo que esto se debe a su mayor diámetro diseñado. Es por ello que también se instaló 4 válvulas de aire para evitar acumulación de bolsas de aire, menor velocidad y pérdida de carga. Según (Santos, 2022) en su investigación señala que la línea de conducción, con un diámetro de 2", está correctamente dimensionada.

En el estudio del reservorio se determinó que la dotación promedio es de 114.65 l/hab/día, lo que excede el valor establecido por la norma del ministerio de vivienda para la región de la sierra. Los coeficientes de variación promedio diario y horario obtenidos son de 1.14 y 2.05 respectivamente, lo que indica que los valores de K1 son inferiores a los establecidos por el RNE OS.100 y el valor K2 está dentro del rango establecido. La capacidad de regulación más representativa del reservorio calculado con el diagrama masas es de 2.88 m^3, siendo un 14.92% del caudal promedio. Por lo que sí está dentro del rango establecido.

Según (Julca, 2022) en su investigación determina que los coeficientes de variación diaria y horaria promedio son 1.18 y 1.80, respectivamente, donde el valor de K1 es inferior a lo establecido. Por otro lado, (Santos, 2022) en su investigación determina que los coeficientes de variación diario y horario promedio son 1.49 y 3.04, respectivamente, donde ambos valores están fuera del rango establecido por la norma.

El diámetro mínimo calculado de la línea de aducción del ramal 1 es de 1" y el diámetro máximo es de 1.5”, lo cual el diámetro máximo concuerda con el calculado en campo que es 1.5”. La velocidad es de 0.32 m/s y no se encuentra dentro del rango de velocidades recomendadas por la normativa (MVCS, 2018). La pérdida de carga calculada es 1.96 m, se debe al mayor diámetro y menor velocidad existente. Según (Santos, 2022) en su investigación determina una tubería es de 3" la cual cuenta con un diseño hidráulico adecuado.

El diámetro mínimo calculado de la línea de aducción del ramal 2 es de 1" y el diámetro máximo es de 1.5”, lo cual el diámetro mínimo concuerda con el calculado en campo que es 1”. La velocidad es de 0.32 m/s y no se encuentra dentro del rango de velocidades recomendadas por la normativa (MVCS, 2018). La pérdida de carga calculada es 0.62 m, se debe al mayor diámetro y menor velocidad existente.

El estudio determinó que el diámetro de tuberías en la red distribución es de 1”, ¾” y ½”. Las velocidades en los tramos de las tuberías, están dentro de los rangos establecidos por la normativa (MVCS, 2018). De las conexiones analizadas; las presiones de acuerdo al modelamiento hidráulico el 96.67% cumple con la normativa y el 3.33% no cumple con el rango de presión establecido por la normativa del (MVCS, 2018). Según (Julca, 2022) en su investigación el 2.19%, 14.3% y 6.9% de las velocidades en las tuberías de los sectores en estudio (N°01, N°02 y N°03) cumplen con el rango establecido de 0.60 m/s a 3.00 m/s.

En base al objetivo específico 5, sobre la operación y mantenimiento del sistema se encuestó a 16 usuarios, determinando que no existe plan de operación y el mantenimiento lo realiza después de 6 meses, no utilizan cloro y su sistema de cloración no está en funcionamiento.

La mayoría de los encuestados reporta una presión de agua adecuada y bajas interrupciones en el abastecimiento. La satisfacción con la calidad y cantidad del agua es variable. Esto se evidencia en los resultados de (Ober et al., 2022), quien encontró variaciones en la satisfacción de los usuarios con respecto a la calidad del agua del grifo en Polonia y Ucrania. La antigüedad de la infraestructura son factores críticos que influyen en la percepción negativa, como también se observó en el estudio de (Lazaro, 2021) en Marankiari, donde el SAP era ineficiente por la antigüedad y falta de mantenimiento adecuado. Con respecto a la gestión administrativa del caserío El Gigante presenta deficiencias significativas en la planificación y ejecución de mejoras, los representantes de la JASS argumentan que falta capacitación técnica, administrativa y financiera . Y según el estudio de (Munar, 2023) en Tibirita Cundinamarca, donde se destacó la importancia de una gestión comunitaria sólida.

Con respecto al objetivo específico 6, para la reutilización del caudal de rebose nos basamos en el caudal sobrante de lo que la población no consume; en lo cual se incrementa la cobertura y se capta toda el agua que pasa por el rebose; se debe aumentar el tamaño de la tubería de rebose aplicando un criterio técnico. Para mejorar el sistema de cloración debemos involucrar a la comunidad mediante capacitaciones técnicas y proporcionarles orientación sobre implementación y mantenimiento. En la propuesta de instalación de medidores tanto a la salida del reservorio como en conexión predial, se busca un mejor control de consumo, uso responsable y gestión eficiente. Como se evidencia en el estudio de (Chávez, 2023) en caserío de Sambimera que consistió en registrar el caudal consumido en el macromedidor ubicado en el reservorio para calcular los coeficientes de variación de consumo.

4.3. Contrastación de hipótesis

La hipótesis general de que el estado actual del sistema de agua de uso doméstico en el caserío El Gigante no es adecuado y necesita mejoramiento; es aceptada y se justifica por los resultados de la investigación.

Existe deficiencias en la cobertura, consumo no controlado, antigüedad del sistema, operación, mantenimiento, cloración y gestión. Por lo que el sistema es inadecuado y deficiente hidráulicamente. Con respecto a la calidad del agua cumple con los estándares establecidos por las autoridades competentes MINSA (2010). Asimismo, hace falta del monitoreo continuo del ATM de San Bernardino, para tener un control de parámetros como el pH, turbiedad y coliformes, lo cual afecta la gestión administrativa de la calidad del agua.

Aun así, el sistema presenta ciertos componentes en funcionamiento, la evaluación muestra varios problemas significativos.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1) En esta investigación, se examinaron los componentes clave del sistema de agua de uso doméstico del caserío El Gigante. Se encontró una captación de ladera en proceso de deterioro, una línea de conducción en regular estado, un reservorio en buen estado, dos líneas de aducción operativas, dos redes de distribución en condiciones irregulares, 16 CRP tipo VI deterioradas y siete pases aéreos. El sistema carece de válvulas de purga y la mayoría de estructuras tiene 21 años de antigüedad. Sin embargo, el sistema se mantiene funcional y requiere monitoreo continuo para asegurar su operatividad.
2) La demanda actual es suministrada de manera óptima por la fuente y la dotación es de 114.65 l/hab/d. Se evaluó la diferencia del caudal de oferta en estiaje con el caudal máximo diario y resulta ser suficiente abastecer al 23.33% de familias que no tienen acceso al agua. También se constató el caudal medio con valor de 0.22 l/s, el caudal máximo diario con 0.24 l/s, el caudal máximo horario con 0.48 l/s y los coeficientes de variación k1(1.14) y k2 (2.05). El análisis de dos muestras de agua reveló un pH ligeramente ácido de (6.41) y un pH de (6.60); siendo bacteriológicamente apto para consumo humano.
3) En la evaluación hidráulica con el WaterCAD se determinó la velocidad mínima de 0.601 m/s y una velocidad máxima de 0.875 m/s. Las presiones halladas en la red de distribución, evidencian que 3.33 % son presiones no estándar y el 96.67% de presiones cumple con el estándar establecido del RNE (Norma OS. 050).
4) La operación y mantenimiento del sistema de agua de uso doméstico del caserío El Gigante, tiene una eficiencia del 46.67%, y la gestión administrativa presenta una eficiencia del 53.33%, carece de un plan de mantenimiento, participación activa de los usuarios, 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 y no utilizan cloro, lo que se puede considerar como un factor de insatisfacción. 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) La implementación de propuestas de mejora incluye instalación de cámaras rompe presión tipo VII e instalación de medidores que permitan reducir el consumo e incrementar el nivel y calidad de vida.

5.2. Recomendaciones

1) A partir de la evaluación hidráulica del sistema de agua de uso doméstico El Gigante, se recomienda implementar mejoras específicas para optimizar el rendimiento del servicio. Esto incluye la instalación de una cámara rompe presión en el tramo de la tubería T-73 con una presión de salida de 26.91 m.c.a, y la instalación de una válvula de purga en la red de distribución del primer ramal ubicado en la progresiva 3+640.
2) Debido a tuberías defectuosas en línea de conducción existe pérdida de caudal, se recomienda realizar inspecciones periódicas en las uniones e implementar sistemas de telemedida para detectar fugas.
3) Puesto que el sistema de agua cuenta con pases aéreos y tuberías expuestas a la intemperie, se recomienda la formulación de un plan de contingencia integral para afrontar desastres naturales que puedan interrumpir el suministro de agua doméstica.
4) Se recomienda a la JASS del caserío El Gigante aplicar cloro para la desinfección del sistema de agua, solicitando la orientación del Área Técnica Municipal del distrito de San Bernardino.
5) Para promover un uso responsable del agua, se recomienda dar campañas de capacitación dirigida a los usuarios para concientizar sobre el uso adecuado del agua doméstica. Además, es importante dar capacitación técnica al personal de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento El Gigante para mejorar la gestión y actualizar los documentos ante la Autoridad Nacional del Agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agenda de Proteccion Ambiental de Estados Unidos [EPA]. (2022). *Protección de salud pública y medio ambiente.* Universidad Politécnica de Valencia.

Agüero, R. (1997). *Agua Potable para Poblaciones Rurales.* (1ra.ed., pp.19-114). Editorial SER.

Alvarado, N. (2022). *Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Santa Apolonia, distrito Julcán, provincia Julcán, region la Libertad, para la mejora de la condición sanitaria de la población-2021.* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote].

Asqui , D. P., & Recalde , K. D. (2022). *Evaluación del sistema de conducción de agua cruda de la Regional "Santa Gertrudis" y sistema de tratamiento y distribución de agua potable de la Comunidad Chaupiloma.* Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Quito, Ecuador. Repositorio institucional. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/25770/1/UCEFING-CIC ASQUI%20DIEGO-RECALDE%20KAREN.pdf

Avilés, C., & Baque, S. (2023). *Evaluación del sistema existente de agua potable de la Parroquia San José Del Tambo y propuesta de mejoramiento. s.l.* Universidad de Guayaquil.

Banco Mundial. (2020). *Haití: Proporcionar oportunidades a todos los haitianos.* Obtenido de https://www.bancomundial.org/es/results/2020/01/08/haiti-providing-opportunities-for-all-haitians

Bentley, S. (2017). *Water distribution modeling and management.* Obtenido de www.bentley.com/WaterCAD-Spec

CARE - PERU. (2001). *Agua potable en zonas rurales: Operación y mantenimiento de sistemas por gravedad sin planta de tratamiento.*

Chávez, L. (2023). *"Evaluación del sistema de agua potable del caserío de Sambimera-del distrito de Bellavista -Provincia de Jaén - Cajamarca"* . [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].

Cieza, J. (2021). *Evaluación de los sistemas de agua potable de las localidades que conforman el centro poblado Chilimpampa Baja - Cajamarca, 2018.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].

CIPAF. (2011). *Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Pequeña Agricultura Familiar.* Obtenido de https://www.aacademica.org/cora.gornitzky/10.pdf

Comisión Nacional de Agua [CONAGUA]. (2012). *Manual de incremento de eficiencia física, hidráulica y energética en sistemas de agua potable.*

Cruz, Z. N., & Centeno, M. E. (2020). *Evaluación de la calidad del servicio de abastecimiento de agua potable a partir de la percepción de personas usuarias: El caso en Cartago, Costa Rica.*

García, E. (2009). *Manual de Proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales.* Fondo Perú-Alemania.

Gutierrez, O. (2023). *Evaluación del sistema de agua potable, usando el método de gradiente hidráulico, en el Caserío El Sauco, distrito de Quiruvilca, La Libertad 2022.* [Tesis de pregrado, Universidad Privada].

Hernández, J. (1995). *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas* (1ª ed.). Madrid, España.

Instituto de la Construcción y Gerencia. (2006). *Norma OS.010 Captación y conducción de agua para consumo humano.* Obtenido de https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm

Julca, J. (2022). *Evaluación del sistema de agua potable de la localidad de Tongod, San Miguel-Cajamarca.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].

Lazaro, Y. (2021). *"Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Marankiari, Satipo-2019".* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote]. Satipo-Perú. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.1

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS]. (2018). *Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural. MR 192-2018-VIVIENDA. Lima, Perú.*

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS]. (2023). *Pautas sobre modificaciones en la Fase de Ejecución que no afectan la concepción técnica de los proyectos de inversión de saneamiento.*

Montero, C. V. (2022). *Impacto de los servicios de agua y saneamiento sobre las enfermedades diarreicas en los niños de la sierra del Perú. Análisis Económico y Financiero.*

Mott, R. (2006). *Mecánica de fluidos.* Pearson education, México.

Moya, P. J. (1997). *Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado.* Lima.

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

Ober, J., Karwot, J., & Rusakov, S. (2022). Editorial MDPI, 2022, Energies, Vol. 15, pág. 981.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019.* París, Francia.

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2018). *Cantidad de agua doméstica, nivel de servicio y salud.*

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2022). *Guidelines for drinking-water quality: incorporating the first and second addenda. Segunda edicion. s.l.* Editorial World Health Organization, 2022.

Quiliche, M. (2024). *"Evaluación del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Localidad de Llacanora".* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Obtenido de https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/7431

Real Academia Española. (2023). *Estiaje. En Diccionario de la lengua española.* (23.ª ed.). Obtenido de https://dle.rae.es/estiaje

Reglamento Nacional De Edificaciones. (2016). *Título II Habilitaciones Urbanas OS.050 Redes De Distribución De Agua Para Consumo Humano.* LIMA PERÚ.

Saldarriaga, J. (2007). *Hidráulica de tuberías : abastecimiento de agua, redes, riegos.* (3ra ed.). Bogotá.

Santos, J. (2022). *"Evaluación del Sistema de Agua Potable de la Localidad de Pimpingos, Cutervo-Cajamarca,2022".* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].

SIAPA. (2014). *Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado.* Obtenido de https://www.google.com/search?q=Tambi%C3%A9n+son+parte+de+la+l%C3%ADnea+de+conducci%C3%B3n+el+conjunto+de+conductos

Silio, S. (2021). *Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del caserío de San Antonio, distrito de Taricá, provincia de Huaraz, región Áncash – 2020.* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote].

Sotelo, G. (2002). *Hidráulica General.* (Vol. 1). México: Editorial Limusa.

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento [SUNASS]. (2004). *La calidad del agua potable en el Perú.*

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento [SUNASS]. (2020). *Diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en el Ámbito de Operación de las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento.* (D. Loose, Ed.) Tarea Asociación Gráfica Educa.

Tancayllo, A. (2024). *Evaluación y propuesta de mejoramiento del sistema de agua de uso doméstico del Centro Poblado de Nuevo San Juan Alto- Hualgayoc-Cajamarca, 2024.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Obtenido de https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/7751

Usaqui, D. (2021). *Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Pisca, Distrito de Mancos, Provincia de Yungay, Región Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021.* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote]. Obtenido de //renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3127110

USGS. (2017). *La Ciencia del Agua para escuelas. Uso doméstico del agua.* Obtenido de https://water.usgs.gov/gotita/wudo

Weisbach, J. (1845). *Dinámica de carga en tuberías.*

Yupanqui, D. (2023). *"Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad del Guayo, Contumazá – Cajamarca 2023".* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Obtenido de http://hdl.handle.net/20.500.14074/6357

ANEXOS

ANEXO N° 1. Autorización para el desarrollo de tesis profesional

REPÚBLICA DEL PERÚ

MUNICIPALIDAD DISTRITAL SAN BERNARDINO
SAN PABLO – CAJAMARCA
Creado mediante Ley N° 23336 del 11 de diciembre de 1981
"Unidad, Trabajo y Compromiso"

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

OFICIO N° 050-2024/MDSB-A

DE : **ORLANDO TANTALEAN VÁSQUEZ**
Alcalde de la Municipalidad Distrital de San Bernardino

A : **SR. SAÚL MALIMBA MALCA**

ASUNTO : **AUTORIZACIÓN PARA DESARROLLO DE TESIS PROFESIONAL**

"EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO EN EL CASERÍO EL GIGANTE, SAN BERNARDINO, SAN PABLO - CAJAMARCA 2024"

REF. :**a) Resolución de Consejo de Facultad N°0200-2024-FI-UNC.**

FECHA : Cajamarca, 09 de abril del 2024.

PRESENTE. –

De mi especial consideración:

Autorizo el sistema de agua potable, del caserío el Gigante, Distrito de San Bernardino – Provincia de San Pablo – Departamento de Cajamarca; para desarrollo de Tesis al Sr. **SAÚL MALIMBA MALCA,** Bachiller en Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca, con DNI N° 73629073, con domicilio en el caserío Maraypampa, Tumbadén, San Pablo, Cajamarca. La cual tiene por título: **"EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO EN EL CASERÍO EL GIGANTE, SAN BERNARDINO, SAN PABLO - CAJAMARCA 2024"**.

En señal de conformidad firmo dicho documento.

Atentamente,

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN BERNARDINO
Orlando Tantalean Vásquez
ALCALDE

Jr. 11 de diciembre N° 130 – San Bernardino – San Pablo
muni.sanbernardino19@gmail.com
mesadepartes.munisb@gmail.com
Celulares: 927548727 - 973310441

ANEXO N° 2. Autorización para uso de laboratorio INGECONSULT & LAB S.R.L.

Universidad Nacional de Cajamarca
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
Teléfono Nº 341518, Anexo 1217-Edificio 1C-106
Cajamarca - Perú

"Año del Bicentenario de la Consolidación de Nuestra Independencia, y de la Conmemoración de las Heroicas Batallas De Junín y Ayacucho"

Cajamarca, 18 de julio de 2024.

OFICIO Nº 604-2024-EAPIC-FI-UNC

Señor:
Saúl Malimba Malca

PRESENTE:

De mi mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted, para saludarle cordialmente y, al mismo tiempo, autorizar el uso del Laboratorio externo "INGECONSULT & LAB S.R.L."; **para que Usted realice** sus respectivos ensayos de su tesis titulado: ***"EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO EN EL CASERÍO EL GIGANTE, SAN BERNARDINO, SAN PABLO – CAJAMARCA, 2024".***

Sin otro particular, hago propicia la ocasión para testimoniarle las muestras de mi especial deferencia.

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
M. en I. Ing. José Benjamín Torres Tafur
DIRECTOR

Cc.
- Archivo

TTJB/yvette

ANEXO N° 3. Análisis Fisicoquímico y Bacteriológico de la muestra de agua en la captación El Gigante - San Bernardino.

INGECONSULT & LAB S.R.L.
INGENIEROS COLSULTORES E.I.R.LTDA

Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
PROYECTOS – ASESORÍA Y CONSULTORÍA
RPM: *696826 CELULAR: 976026950 TELÉFONO: 364793

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA DOMÉSTICA

MUESTRA	: M-1
SOLICITA	: TESISTA, SAÙL MALIMBA MALCA
TESIS	: "EVALUACIÒN DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMESTICO EN EL CASERIO EL GIGANTE, SAN BERNARDINO, SAN PABLO – CAJAMARCA, 2024"
LUGAR DE MUESTREO	: CAPTACIÒN MANANTIAL EL GIGANTE
CASERIO	: EL GIGANTE
DISTRITO	: SAN BERNARDINO
PROVINCIA	: SAN PABLO
REGIÒN	: CAJAMARCA
FECHA DE ANALISIS	: 24/07/24

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
01	ASPECTO	-	TRANSPARENTE	-	LIMPIO
02	OLOR	-	INODORO	-	INOFENSIVO
03	SABOR	-	AGRADABLE	-	INOFENSIVO
04	COLOR	-	INCOLORO	15	15
05	CONDUCTIVIDAD A 20ºC	US/CM	108	-	1500
06	SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	ppm	95	500	1000
07	SÓLIDOS SUSPENSIÓN	ppm	84	250	300
08	DUREZA CALCIO($CaCO_3$)	ppm		75	200
09	DUREZA MAGNESIO ($CaCO_3$)	ppm	72	30	150
10	pH	Unid	6.41	-	6.5 – 8.5
11	ALCALINIDAD TOTAL $CaCO_3$	ppm	16.85	-	25

Ing. MSC. Hugo Mosqueira Estrover
JEFE DE LABORATORIO
CIP 2766

INGECONSULT & LAB S.R.L
INGENIEROS COLSULTORES E.I.R.LTDA

Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
PROYECTOS – ASESORÍA Y CONSULTORÍA
RPM: *696826 CELULAR: 976026950 TELÉFONO: 364793

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
12	TURBIDEZ	NTU	1.10	5	-
13	ARSÉNICO	ppm	-	0.1	-
14	PLOMO	ppm	-	0.1	-
15	SELENIO	ppm	0.001	0.05	-
16	FÓSFORO	ppm	0.01	0.1	-
17	OXIGENO DISUELTO (O_2)	-	1.22	-	2.5
18	CLORUROS (Cl^{1-})	ppm	40.80	-	250
19	ALUMINIO (Al^{3+})	ppm	0.04	0.2	0.2
20	SULFATOS $(SO_4)^{2-}$	ppm	55.30	250	400
21	FIERRO (Fe)	-	0.02	0.1	1.0
22	COBRE (Cu)	ppm	0.01	0.05	1.5
23	MANGANESO (Mn)	ppm	0.01	0.5	0.5
24	NITRITO $(NO_2)^{1-}$	ppm	0.02	3.0	3.0
25	ZINC (Zn)	ppm	-	3.0	3.00
26	NITRATO $(NO_3)^{1-}$	ppm	-	50.00	50.0
27	CADMIO (Cd)	ppm	-	0.003	0.003
28	CROMO (Cr)	ppm	-	0.05	0.05
29	FLORURO F^-		-	1.5	1.0

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado.

Ing. MSC Huyo Mosquera Estrover
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27564

INGECONSULT & LAB S.R.L
INGENIEROS COLSULTORES E.I.R.L.TDA

Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
PROYECTOS – ASESORÍA Y CONSULTORÍA
RPM: *696826 CELULAR: 976026950 TELÉFONO: 364793

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE UNA MUESTRA DE AGUA DOMÉSTICA

MUESTRA	: M-1
SOLICITA	: TESISTA, SAÙL MALIMBA MALCA
TESIS	: "EVALUACIÒN DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMESTICO EN EL CASERIO EL GIGANTE, SAN BERNARDINO, SAN PABLO – CAJAMARCA, 2024"
LUGAR DE MUESTREO	: CAPTACIÒN MANANTIAL EL GIGANTE
CASERIO	: EL GIGANTE
DISTRITO	: SAN BERNARDINO
PROVINCIA	: SAN PABLO
REGIÒN	: CAJAMARCA
FECHA DE ANALISIS	: 24/07/24

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO
MÉTODO FILTRO DE MEMBRANA

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	: 19/07/2024	HORA: 11.00 a.m
RESULTADO DE ANÁLISIS	: 24/07/2024	HORA: 3:00Pm

REGISTRO

VOLUMEN FILTRADO	Nº COLIFORMES ENCONTRADAS MNP/100 ML	Nº COLIFORMES FECALES TOTALES MNP/ 100ML
100ml.	1.00	0.0

OBSERVACIONES:

CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

CATEGORÍA	RECUENTO DE COLIFORMES FECALES MNP/ 100 ML
A	0 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE APTA
B	1-10 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
C	11-50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
D	Mayor a 50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)

Observaciones: Los resultados obtenidos encuadran dentro de los parámetros dados por la OMS/MINSA para aguas de consumo humano.

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado para su análisis respectivo.

Ing. MSc. Hugo Mosqueira Estrever
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664

INGECONSULT & LAB S.R.L
INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.LTDA

Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
PROYECTOS – ASESORÍA Y CONSULTORÍA
RPM: *696826 CELULAR: 976026950 TELÉFONO: 364793

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA DOMÉSTICA

MUESTRA	: M-2
SOLICITA	: TESISTA, SAÙL MALIMBA MALCA
TESIS	: "EVALUACIÒN DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMESTICO EN EL CASERIO EL GIGANTE, SAN BERNARDINO, SAN PABLO – CAJAMARCA, 2024"
LUGAR DE MUESTREO	: CAPTACIÒN MANANTIAL EL GIGANTE
CASERIO	: EL GIGANTE
DISTRITO	: SAN BERNARDINO
PROVINCIA	: SAN PABLO
REGIÒN	: CAJAMARCA
FECHA DE ANALISIS	: 24/07/24

RESULTADOS DE ANÁLISIS

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
01	ASPECTO	-	TRANSPARENTE	-	LIMPIO
02	OLOR	-	INODORO	-	INOFENSIVO
03	SABOR	-	AGRADABLE	-	INOFENSIVO
04	COLOR	-	INCOLORO	15	15
05	CONDUCTIVIDAD A 20ºC	US/CM	104	-	1500
06	SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	ppm	93	500	1000
07	SÓLIDOS SUSPENSIÓN	ppm	80	250	300
08	DUREZA CALCIO($CaCO_3$)	ppm		75	200
09	DUREZA MAGNESIO ($CaCO_3$)	ppm	80	30	150
10	pH	Unid	6.60	-	6.5 – 8.5
11	ALCALINIDAD TOTAL $CaCO_3$	ppm	15.30	-	25

Ing. MSC. Hugo Mosqueira Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 2766

INGECONSULT & LAB S.R.L
INGENIEROS COLSULTORES E.I.R.LTDA

Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
PROYECTOS – ASESORÍA Y CONSULTORÍA
RPM: "696826 CELULAR: 976026950 TELÉFONO: 364793

Nº ORDEN	CARACTERÍSTICAS	MEDIDAS	RESULTADOS	MÁXIMO RECOMENDADO OMS	MÁXIMO ADMISIBLE DIGESA CLASE I
12	TURBIDEZ	NTU	1.14	5	-
13	ARSÉNICO	ppm	-	0.1	-
14	PLOMO	ppm	-	0.1	-
15	SELENIO	ppm	0.001	0.05	-
16	FÓSFORO	ppm	0.05	0.1	-
17	OXIGENO DISUELTO (O_2)	-	1.24	-	2.5
18	CLORUROS (Cl^{1-})	ppm	40.75	-	250
19	ALUMINIO (Al^{3+})	ppm	0.03	0.2	0.2
20	SULFATOS $(SO_4)^{2-}$	ppm	53.20	250	400
21	FIERRO (Fe)	-	0.02	0.1	1.0
22	COBRE (Cu)	ppm	0.02	0.05	1.5
23	MANGANESO (Mn)	ppm	0.01	0.5	0.5
24	NITRITO $(NO_2)^{1-}$	ppm	0.01	3.0	3.0
25	ZINC (Zn)	ppm	-	3.0	3.00
26	NITRATO $(NO_3)^{1-}$	ppm	-	50.00	50.0
27	CADMIO (Cd)	ppm	-	0.003	0.003
28	CROMO (Cr)	ppm	-	0.05	0.05
29	FLORURO F^-		-	1.5	1.0

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado.

Ing. MSc. Hugo Mosquera Estrover
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664

INGECONSULT & LAB S.R.L
INGENIEROS COLSULTORES E I.R.LTDA

Ensayos Fisicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
PROYECTOS – ASESORÍA Y CONSULTORÍA
RPM: *696826 CELULAR: 976026950 TELÉFONO: 364793

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE UNA MUESTRA DE AGUA DOMÉSTICA

MUESTRA	: M-2
SOLICITA	: TESISTA, SAÙL MALIMBA MALCA
TESIS	: "EVALUACIÒN DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMESTICO EN EL CASERIO EL GIGANTE, SAN BERNARDINO, SAN PABLO – CAJAMARCA, 2024"
LUGAR DE MUESTREO	: CAPTACIÒN MANANTIAL EL GIGANTE
CASERIO	: EL GIGANTE
DISTRITO	: SAN BERNARDINO
PROVINCIA	: SAN PABLO
REGIÒN	: CAJAMARCA
FECHA DE ANALISIS	: 24/07/24

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

MÉTODO FILTRO DE MEMBRANA

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	: 19/07/2024	HORA: 11.00 a.m
RESULTADO DE ANÁLISIS	: 24/07/2024	HORA: 3:00Pm

REGISTRO

VOLUMEN FILTRADO	Nº COLIFORMES ENCONTRADAS MNP/100 ML	Nº COLIFORMES FECALES TOTALES MNP/ 100ML
100ml.	1.00	0.0

OBSERVACIONES:

CLASIFICACIÓN DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

CATEGORÍA	RECUENTO DE COLIFORMES FECALES MNP/ 100 ML
A	0 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE APTA
B	1-10 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
C	11-50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)
D	Mayor a 50 AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE INAPTA (CONTAMINADA)

Observaciones: Los resultados obtenidos encuadran dentro de los parámetros dados por la OMS/MINSA para aguas de consumo humano.

Nota: La muestra fue alcanzada al Laboratorio por el interesado para su análisis respectivo.

Ing. MSc. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27564

ANEXO N° 4. Encuesta típica a usuarios y JASS del sistema de agua de uso doméstico del caserío El Gigante.

ENCUESTA PARA EVALUAR LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO EN EL CASERÍO EL GIGANTE, SAN BERNARDINO, SAN PABLO – CAJAMARCA.

TESISTA: SAÚL MALIMBA MALCA **ASESOR:** Ing. GASPAR MÉNDEZ CRUZ

USUARIO: AURELIANO VÁSQUEZ ESPINO **FECHA:** 05/06/2024

1. **¿Quién fue la Institución Ejecutora?**
   MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN BERNARDINO
2. **¿Cuándo se concluyó la construcción del Sistema de Agua de Uso Doméstico?**
   2004
3. **¿Qué tipo de fuente de agua abastece al Sistema de uso doméstico? Marque con una X**
   Agua superficial ☐ Manantial ☒ Pozo subterráneo ☐
4. **¿Cómo es el sistema de abastecimiento? Marque con una X**
   Por gravedad ☒ Por bombeo ☐
5. **¿Cuántos litros de agua consume la familia por día? Marque con una X**
   Menor o igual a 20L ☐ De 21 a 40L ☐
   De 41 A 120L ☒ Mayor a 120L ☐
6. **¿Almacena o deposita agua en casa para consumo doméstico? Marque con una X**
   SI ☒ NO ☐
7. **¿Qué meses consume más el agua del sistema? Marque con una X**
   Junio ☐ Setiembre ☐ Diciembre ☒
8. **¿Quién es responsable de la operación y mantenimiento del servicio de agua de uso doméstico? Marque con una X**
   JASS Administradora ☒ Municipalidad ☐ Nadie ☐
9. **¿Durante el día, existe variación de presión de agua en su casa? Marque con una X**
   Mañana ☐ Medio Día ☒ Tarde ☐

Luis Pascto López Salazar
INGENIERO CIVIL
CIP N° 74464

MARCO A. JARA FERNÁNDEZ
INGENIERO CIVIL
CIP N°: 204418

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN BERNARDINO
Ing. Marco Antonio Jara Fernández
(e)Sub Gerente de Infraestructura Desarrollo y Maquinaria

ENCUESTA PARA EVALUAR LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO EN EL CASERÍO EL GIGANTE, SAN BERNARDINO, SAN PABLO – CAJAMARCA.

TESISTA: SAÚL MALIMBA MALCA **ASESOR:** Ing. GASPAR MÉNDEZ CRUZ

USUARIO: AURELIANO VÁSQUEZ ESPINO **FECHA:** 05/06/2024

10. ¿Cuánto es la tarifa por el servicio de agua de uso doméstico?

S/ 2.0 MENSUALMENTE

11. ¿Existe un plan de mantenimiento para el sistema de agua de uso doméstico? Marque con una X

SI ☐ NO ☒

12. ¿Quiénes participan en su plan de mantenimiento del sistema de agua?

DEBERÍAN PARTICIPAR USUARIOS EN CASO EXISTIERA PLAN.

13. ¿Cada qué tiempo realizan la limpieza y desinfección del sistema de agua de uso doméstico? Marque con una X

Una vez al año ☒ Dos veces al año ☐

Tres veces al año ☐ Más de tres veces al año ☐

14. ¿Cada qué tiempo cloran del sistema de agua de uso doméstico? Marque con una X

Al mes ☐ Cada 2 meses ☐

A los tres meses ☐ Nunca ☒

15. ¿Quién se encarga de los servicios de gasfitería? Marque con una X

Operador ☒ Usuarios ☐

Junta directiva ☐ Nadie ☐

16. ¿El encargado de los servicios de gasfitería es remunerado por los usuarios? Marque con una X

SI ☐ NO ☒

17. ¿Cuenta el sistema de agua de uso doméstico con herramientas necesarias para su operación o mantenimiento? Marque con una X

SI ☐ NO ☒

Luis Fausto López Salazar
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 74464

MARCO A. JARA FERNÁNDEZ
INGENIERO CIVIL
CIP Nº: 204418

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN BERNARDINO
Ing. Marco Antonio Jara Fernández
Sub Gerente de Infraestructura, Desarrollo y Maquinaria

ANEXO N° 5. Usuarios del sistema de agua de uso doméstico del caserío El Gigante

ITEM	USUARIO	COORDENADAS		ALTITUD
		ESTE	NORTE	M.S.N.M
1	Ramiro Castrejón Terán	748784.644	9206720.785	1896.082
2	Idis Castrejón Tongombol	748798.685	9206741.356	1896.252
3	Luzmila Portal Agip	748692.741	9206605.327	1912.110
4	Yolanda Quiroz Agip	748705.831	9206439.251	1898.754
5	Deonila Castrejón Romero	748751.366	9206379.109	1887.510
6	Gumersindo Madoño Romero Tantalean	748812.762	9206398.446	1869.179
7	Nelson Castrejón Terán	749248.660	9205975.301	1849.823
8	Atilano Castrejón Terán	749567.435	9205559.454	1854.095
9	Celso Castrejón Tantalean	749556.193	9205690.226	1783.627
10	Escuela N°821358 El Gigante	749915.045	9205756.241	1593.844
11	Rufino Bazán Rojas	749986.907	9205790.001	1567.487
12	Faustino Vásquez Espino	750134.381	9205692.635	1540.689
13	Raúl Bazán Castrejón	750334.745	9205511.424	1538.863
14	Alberto Chilón Castrejón	750416.347	9205377.171	1544.619
15	Max Vásquez Espino	750287.084	9205571.075	1539.185
16	Adán Castrejón Terán	750489.648	9205349.071	1540.149
17	Santiago Vásquez Espino	750382.313	9205538.054	1525.392
18	Aureliano Vásquez Espino	750499.057	9205473.388	1511.492
19	Edilberto Castrejón García	750838.488	9205373.805	1420.022
20	Alejandro Portal Agip	750865.033	9205425.239	1415.572
21	Agustina Bazán Vásquez	751029.135	9205572.667	1401.547
22	Esmina Castrejón Terán	749081.071	9206863.333	1918.801
23	Herman Romero Castrejón	749123.687	9206840.724	1913.367
24	Alfredo Vargas Villoslada	748995.000	9206828.020	1897.177
25	Feliciano Castrejón Terán	749020.479	9206612.674	1858.949
26	Iglesia Adventista 7mo Día El Gigante	749551.822	9206342.229	1670.872
27	Serafín Castrejón Romero	749719.272	9206284.069	1667.892
28	Valentina Ruitón De La Cruz	749893.346	9206176.575	1631.709
29	Marino Rojas Quispe	750118.238	9206170.976	1615.670
30	Onias Tantalean Vásquez	750191.114	9205913.149	1549.203

ANEXO N° 6. Mediciones en el reservorio en el mes de abril para obtener el volumen de consumo horario

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO

FECHA	SEMANA 01 : 01/04/2024 - 07/04/2024													
	01/04/2024		02/04/2024		03/04/2024		04/04/2024		05/04/2024		06/04/2024		07/04/2024	
DÍA	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO	
HORARIO	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)
05:00 - 06:00	3.50	0.43	2.10	0.26	2.50	0.30	2.40	0.29	2.80	0.34	2.20	0.27	3.20	0.39
06:00 - 07:00	12.50	1.52	13.50	1.64	13.10	1.59	12.70	1.54	13.20	1.60	11.30	1.37	14.30	1.74
07:00 - 08:00	9.60	1.17	10.20	1.24	11.10	1.35	10.40	1.26	9.50	1.15	10.10	1.23	12.10	1.47
08:00 - 09:00	7.50	0.91	7.30	0.89	7.30	0.89	6.30	0.77	4.20	0.51	4.60	0.56	9.40	1.14
09:00 - 10:00	6.90	0.84	3.40	0.41	7.00	0.85	5.20	0.63	4.80	0.58	4.20	0.51	4.40	0.53
10:00 - 11:00	6.90	0.84	6.50	0.79	6.50	0.79	7.80	0.95	6.30	0.77	6.50	0.79	5.00	0.61
11:00 - 12:00	5.50	0.67	4.50	0.55	6.00	0.73	6.40	0.78	6.50	0.79	5.40	0.66	6.50	0.79
12:00 - 13:00	7.20	0.87	10.30	1.25	9.50	1.15	11.10	1.35	10.20	1.24	9.20	1.12	10.70	1.30
13:00 - 14:00	7.00	0.85	8.20	1.00	8.00	0.97	7.20	0.87	5.60	0.68	7.10	0.86	7.50	0.91
14:00 - 15:00	3.60	0.44	2.50	0.30	5.00	0.61	3.10	0.38	4.90	0.60	5.50	0.67	3.30	0.40
15:00 - 16:00	4.20	0.51	3.20	0.39	5.10	0.62	4.60	0.56	3.50	0.43	3.50	0.43	3.80	0.46
16:00 - 17:00	5.00	0.61	2.60	0.32	4.20	0.51	3.50	0.43	4.20	0.51	3.20	0.39	5.20	0.63
17:00 - 18:00	4.40	0.53	4.60	0.56	4.80	0.58	5.30	0.64	4.60	0.56	5.70	0.69	4.00	0.49
18:00 - 19:00	6.50	0.79	5.10	0.62	3.80	0.46	4.10	0.50	5.30	0.64	7.40	0.90	7.00	0.85

ANEXO N° 7. Mediciones en el reservorio en el mes de junio para obtener el volumen de consumo horario

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO

FECHA	SEMANA 02 : 03/06/2024 - 09/06/2024													
	03/06/2024		04/06/2024		05/06/2024		06/06/2024		07/06/2024		08/06/2024		09/06/2024	
DÍA	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO	
HORARIO	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)
05:00 - 06:00	2.80	0.34	2.70	0.33	2.50	0.30	3.20	0.39	3.00	0.36	3.50	0.43	3.20	0.39
06:00 - 07:00	9.60	1.17	9.40	1.14	8.40	1.02	10.20	1.24	10.50	1.28	9.50	1.15	11.50	1.40
07:00 - 08:00	12.50	1.52	12.10	1.47	9.50	1.15	12.80	1.55	13.70	1.66	13.00	1.58	14.20	1.72
08:00 - 09:00	5.70	0.69	6.50	0.79	6.50	0.79	3.50	0.43	6.40	0.78	6.30	0.77	7.00	0.85
09:00 - 10:00	4.50	0.55	3.20	0.39	3.70	0.45	4.50	0.55	3.60	0.44	4.20	0.51	6.20	0.75
10:00 - 11:00	5.80	0.70	4.50	0.55	5.50	0.67	4.20	0.51	5.70	0.69	5.70	0.69	8.00	0.97
11:00 - 12:00	4.20	0.51	5.20	0.63	4.20	0.51	3.90	0.47	4.20	0.51	5.10	0.62	5.50	0.67
12:00 - 13:00	10.40	1.26	10.60	1.29	8.60	1.04	10.50	1.28	10.90	1.32	11.30	1.37	11.30	1.37
13:00 - 14:00	9.30	1.13	8.50	1.03	9.50	1.15	8.70	1.06	9.50	1.15	9.20	1.12	9.20	1.12
14:00 - 15:00	5.20	0.63	6.20	0.75	4.30	0.52	5.30	0.64	5.30	0.64	3.80	0.46	3.40	0.41
15:00 - 16:00	3.40	0.41	4.50	0.55	5.70	0.69	4.10	0.50	5.70	0.69	4.10	0.50	3.50	0.43
16:00 - 17:00	4.10	0.50	3.10	0.38	3.90	0.47	3.50	0.43	4.00	0.49	3.90	0.47	4.60	0.56
17:00 - 18:00	4.50	0.55	4.20	0.51	3.60	0.44	4.30	0.52	3.80	0.46	5.20	0.63	5.90	0.72
18:00 - 19:00	5.70	0.69	6.80	0.83	5.90	0.72	6.60	0.80	6.90	0.84	6.70	0.81	6.40	0.78

ANEXO N° 8. Mediciones en el reservorio en el mes de junio para obtener el volumen de consumo horario

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERIO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO

FECHA	SEMANA 03 : 10/06/2024 - 16/06/2024													
	10/06/2024		11/06/2024		12/06/2024		13/06/2024		14/06/2024		15/06/2024		16/06/2024	
DÍA	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO	
HORARIO	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)
05:00 - 06:00	3.50	0.43	3.60	0.44	2.80	0.34	3.10	0.38	2.50	0.30	3.10	0.38	3.40	0.41
06:00 - 07:00	10.20	1.24	9.70	1.18	9.50	1.15	8.20	1.00	9.80	1.19	9.40	1.14	10.70	1.30
07:00 - 08:00	13.20	1.60	12.50	1.52	11.70	1.42	10.60	1.29	10.50	1.28	11.50	1.40	14.05	1.71
08:00 - 09:00	5.30	0.64	7.30	0.89	7.30	0.89	4.50	0.55	6.70	0.81	6.50	0.79	7.90	0.96
09:00 - 10:00	4.20	0.51	5.30	0.64	4.20	0.51	3.70	0.45	5.10	0.62	5.10	0.62	5.60	0.68
10:00 - 11:00	5.90	0.72	4.50	0.55	3.50	0.43	5.20	0.63	3.50	0.43	5.40	0.66	7.80	0.95
11:00 - 12:00	3.90	0.47	4.10	0.50	5.80	0.70	4.50	0.55	3.70	0.45	5.10	0.62	8.50	1.03
12:00 - 13:00	10.20	1.24	11.70	1.42	9.40	1.14	9.10	1.11	9.50	1.15	10.30	1.25	11.50	1.40
13:00 - 14:00	9.50	1.15	9.80	1.19	7.50	0.91	8.30	1.01	7.60	0.92	8.90	1.08	7.00	0.85
14:00 - 15:00	5.60	0.68	6.40	0.78	7.10	0.86	5.50	0.67	4.50	0.55	4.60	0.56	3.90	0.47
15:00 - 16:00	4.80	0.58	5.20	0.63	5.20	0.63	4.20	0.51	6.30	0.77	3.20	0.39	5.00	0.61
16:00 - 17:00	4.10	0.50	4.10	0.50	3.70	0.45	3.50	0.43	4.10	0.50	3.90	0.47	4.50	0.55
17:00 - 18:00	3.80	0.46	5.30	0.64	5.40	0.66	5.60	0.68	5.20	0.63	5.40	0.66	4.90	0.60
18:00 - 19:00	6.50	0.79	7.40	0.90	6.80	0.83	6.30	0.77	6.90	0.84	6.40	0.78	6.70	0.81

ANEXO N° 9. Mediciones en el reservorio en el mes de julio para obtener el volumen de consumo horario

RESERVORIO RECTANGULAR - CASERÍO EL GIGANTE - SAN BERNARDINO

FECHA	SEMANA 04 : 15/07/2024 - 21/07/2024													
	15/07/2024		16/07/2024		17/07/2024		18/07/2024		19/07/2024		20/07/2024		21/07/2024	
DÍA	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO	
HORARIO	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)	H Consumido (cm)	Vol. (m3)
05:00 - 06:00	2.70	0.33	2.50	0.30	3.50	0.43	3.50	0.43	3.20	0.39	2.50	0.30	3.10	0.38
06:00 - 07:00	12.80	1.55	11.10	1.35	12.40	1.51	13.60	1.65	10.50	1.28	10.30	1.25	14.10	1.71
07:00 - 08:00	8.60	1.04	9.30	1.13	10.20	1.24	10.20	1.24	10.20	1.24	9.50	1.15	10.30	1.25
08:00 - 09:00	5.90	0.72	5.50	0.67	7.50	0.91	7.50	0.91	5.30	0.64	6.50	0.79	8.00	0.97
09:00 - 10:00	4.20	0.51	3.20	0.39	3.90	0.47	6.10	0.74	4.20	0.51	5.20	0.63	4.50	0.55
10:00 - 11:00	3.10	0.38	6.50	0.79	5.60	0.68	8.40	1.02	5.90	0.72	7.90	0.96	3.80	0.46
11:00 - 12:00	3.90	0.47	4.10	0.50	5.10	0.62	4.90	0.60	4.10	0.50	4.50	0.55	7.00	0.85
12:00 - 13:00	9.50	1.15	10.10	1.23	9.60	1.17	9.20	1.12	10.20	1.24	8.90	1.08	10.60	1.29
13:00 - 14:00	7.50	0.91	8.30	1.01	7.80	0.95	10.80	1.31	9.50	1.15	9.20	1.12	12.50	1.52
14:00 - 15:00	5.30	0.64	4.20	0.51	3.60	0.44	4.50	0.55	5.60	0.68	5.60	0.68	9.00	1.09
15:00 - 16:00	2.50	0.30	3.50	0.43	4.50	0.55	3.50	0.43	4.80	0.58	2.75	0.33	3.50	0.43
16:00 - 17:00	2.80	0.34	2.70	0.33	3.90	0.47	4.60	0.56	4.10	0.50	3.80	0.46	4.00	0.49
17:00 - 18:00	4.20	0.51	3.50	0.43	4.50	0.55	5.90	0.72	3.80	0.46	4.60	0.56	5.00	0.61
18:00 - 19:00	5.70	0.69	7.20	0.87	6.30	0.77	6.50	0.79	6.30	0.77	5.50	0.67	6.50	0.79

ANEXO N° 10.Censo realizado en el caserío El Gigante - San Bernardino

ITEM	USUARIO-VIVIENDA	CARGA FAMILIAR
1	RAMIRO CASTREJÓN TERÁN	7
2	IDIS CASTREJÓN TONGOMBOL	8
3	LUZMILA PORTAL AGIP	5
4	YOLANDA QUIROZ AGIP	3
5	DEONILA CASTREJÓN ROMERO	6
6	GUMERSINDO MADOÑO ROMERO TANTALEAN	6
7	NELSON CASTREJÓN TERÁN	5
8	ATILANO CASTREJÓN TERÁN	7
9	CELSO CASTREJÓN TANTALEAN	4
10	ESCUELA N°821358 EL GIGANTE	---
11	RUFINO BAZAN ROJAS	7
12	FAUSTINO VÁSQUEZ ESPINO	6
13	RAÚL BAZÁN CASTREJÓN	5
14	ALBERTO CHILÓN CASTREJÓN	6
15	MAX VÁSQUEZ ESPINO	3
16	ADAN CASTREJÓN TERÁN	5
17	SANTIAGO VÁSQUEZ ESPINO	8
18	AURELIANO VÁSQUEZ ESPINO	4
19	EDILBERTO CASTREJÓN GARCÍA	7
20	ALEJANDRO PORTAL AGIP	6
21	AGUSTINA BAZÁN VÁSQUEZ	8
22	ESMINA CASTREJON TERÁN	5
23	HERMAN ROMERO CASTREJÓN	6
24	ALFREDO VARGAS VILLOSLADA	8
25	FELICIANO CASTREJÓN TERÁN	4
26	IGLESIA ADVENTISTA 7MO DÍA EL GIGANTE	---
27	SERAFÍN CASTREJÓN ROMERO	7
28	VALENTINA RUITÓN DE LA CRUZ	8
29	MARINO ROJAS QUISPE	4
30	ONIAS TANTALEAN VÁSQUEZ	5
	POBLACIÓN TOTAL (Hab.)	163

ANEXO N° 11.Panel fotográfico

Figura 35. *Base para levantamiento topográfico con GPS diferencial*

Figura 36. *Obtención de coordenadas UTM de captación peña El Gigante*

Figura 37. *Vista de la captación del sistema de agua El Gigante con cerco perimétrico*

Figura 38. *Tomando el dimensionamiento de la cámara húmeda de la captación*

Figura 39. *Tomando dimensiones de cámara húmeda de la captación*

Figura 40. *Distancia entre orificios en la cámara húmeda de la captación*

Figura 41. *Aforo en la captación del sistema de agua El Gigante*

Figura 42. *Vista de reservorio rectangular del caserío El Gigante*

Figura 43. *Mediciones en el reservorio para obtener el volumen de consumo horario*

Figura 44. *Mediciones exteriores de reservorio El Gigante*

Figura 45. *Tubería expuesta en red de distribución*

Figura 46. *Pase aéreo con mayor riesgo de daño en progresiva 3+644.041*

Figura 47. *Medición in situ de cámara rompe presión en la red de distribución*

Figura 48. *Cámara rompe presión en la red de distribución*

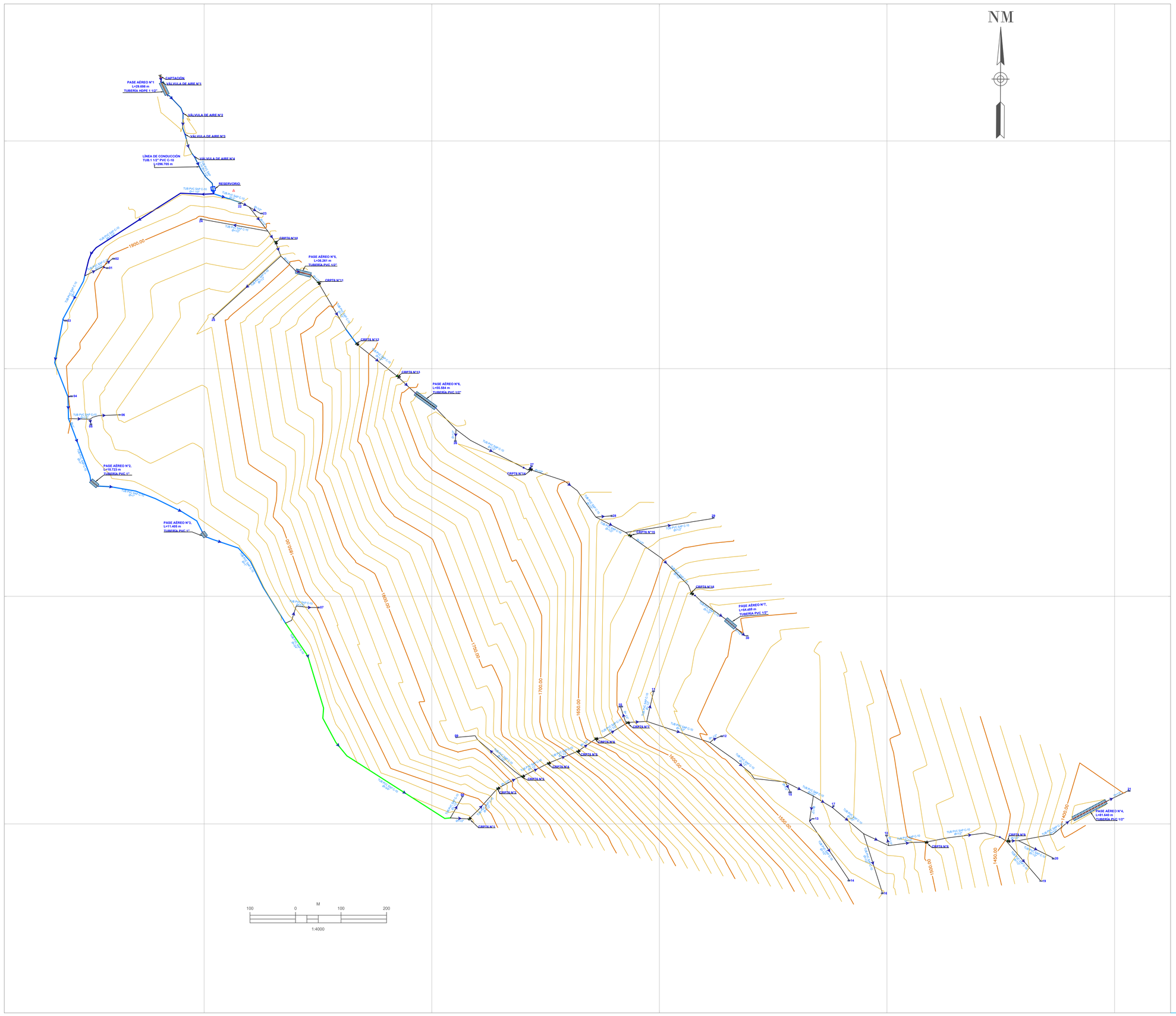
Figura 49. *Medición de presión dinámica con manómetro*

Figura 50. *Realizando el muestreo de agua para llevarlo a analizar al laboratorio*

Figura 51. *Realizando toma de muestra de agua*

Figura 52. *Realizando el muestreo de agua para llevarlo a analizar al laboratorio*

ANEXO N° 12.Planos



LEYENDA

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
ESTACIÓN	
NORTE MAGNÉTICO	
UTM	WGS84-17S
CURVAS MAYORES CADA 50m	
CURVAS MENORES CADA 10m	
TUB. PVC 1 $\frac{1}{2}$" (LÍNEA DE CONDUCCIÓN	
TUB. PVC 1 $\frac{1}{2}$" (LÍNEA DE ADUCCIÓN)	
TUB. PVC 1 $\frac{1}{2}$" (LÍNEA DISTRIBUCIÓN)	
TUB. PVC 1" (LÍNEA DISTRIBUCIÓN)	
TUB. PVC 3/4" (LÍNEA DISTRIBUCIÓN)	
TUB. PVC 1/2" (LÍNEA DISTRIBUCIÓN)	
CAPTACIÓN	
VÁLVULA DE AIRE	
PASE AÉREO	
RESERVORIO	
CRP T6	
EDIFICACIONES	

CUADRO DE CONEXIONES - EL GIGANTE

PASE AÉREO N°1 EN LÍNEA DE CONDUCCIÓN, L=29.698m ANCLADO A C:0.40X0.40m,CABLE TIPO BOA 1/2" Y PÉNDOLAS

SISTEMA	RAMAL	N° DE VIVIENDAS	CONEX.A LA RED
AGUA DE USO DOMÉSTICO	1	21	21
	2	09	09

USUARIOS DE SISTEMA DE AGUA RAMAL 1

DESCRIPCIÓN	NOMBRE Y APELLIDOS
01	RAMIRO CASTREJÓN TERÁN
02	IDIS CASTREJÓN TONGOMBOL
03	LUZMILA PORTAL AGIP
04	YOLANDA QUIROZ AGIP
05	DEONILA CASTREJÓN ROMERO
06	GUMERSINDO MADOÑO ROMERO TANTALEAN
07	NELSON CASTREJÓN TERÁN
08	ATILANO CASTREJÓN TERÁN
09	CELSO CASTREJÓN TANTALEAN
10	ESCUELA N°821358 EL GIGANTE
11	RUFINO BAZAN ROJAS
12	FAUSTINO VÁSQUEZ ESPINO
13	RAÚL BAZÁN CASTREJÓN
14	ALBERTO CHILÓN CASTREJÓN
15	MAX VÁSQUEZ ESPINO
16	ADAN CASTREJÓN TERÁN
17	SANTIAGO VÁSQUEZ ESPINO
18	AURELIANO VÁSQUEZ ESPINO
19	EDILBERTO CASTREJÓN GARCÍA
20	ALEJANDRO PORTAL AGIP
21	AGUSTINA BAZÁN VÁSQUEZ

USUARIOS DE SISTEMA DE AGUA RAMAL 2

DESCRIPCIÓN	NOMBRE Y APELLIDOS
22	ESMINA CASTREJON TERÁN
23	HERMAN ROMERO CASTREJÓN
24	ALFREDO VARGAS VILLOSLADA
25	FELICIANO CASTREJÓN TERÁN
26	IGLESIA ADVENTISTA 7MO DÍA EL GIGANTE
27	SERAFÍN CASTREJÓN ROMERO
28	VALENTINA RUITÓN DE LA CRUZ
29	MARINO ROJAS QUISPE
30	ONIAS TANTALEAN VÁSQUEZ

COORDENADAS UTM DATUM WGS 84-17S

DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	COTA
CAPTACIÓN	748903.648	9207142.125	1933.402
RESERVORIO	749020.809	9206886.957	1922.988
V. AIRE 1	748905.8155	9207129.154	1932.26
V. AIRE 2	748953.779	9207060.391	1930.623
V. AIRE 3	748957.874	9207014.605	1929.661
V. AIRE 4	748978.851	9206965.016	1928.35

COORDENADAS UTM DATUM WGS 84-17S

DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	COTA
CRP T6 N°1	749582.338	9205511.438	1871.698
CRP T6 N°2	749645.493	9205578.41	1824.285
CRP T6 N°3	749699.864	9205604.748	1777.603
CRP T6 N°4	749756.74	9205633.648	1733.087
CRP T6 N°5	749821.499	9205659.981	1684.529
CRP T6 N°6	749861.132	9205687.648	1637.648
CRP T6 N°7	749930.751	9205722.902	1595.842
CRP T6 N°8	750585.965	9205460.177	1499.983
CRP T6 N°9	750766.526	9205462.573	1447.338
CRP T6 N°10	749157.07	9206776.74	1875.439
CRP T6 N°11	749251.401	9206687.846	1822.897
CRP T6 N°12	749335.51	9206553.577	1762.604
CRP T6 N°13	749425.406	9206482.378	1719.079
CRP T6 N°14	749716.993	9206278.008	1666.075
CRP T6 N°15	749935.240	9206132.663	1620.004
CRP T6 N°16	750070.874	9206005.263	1568.192

COORDENADAS UTM DATUM WGS 84-17S

PASE AÉREO N°1 EN LÍNEA DE CONDUCCIÓN, L=29.698m ANCLADO A C:0.40X0.40m,CABLE TIPO BOA 1/2" Y PÉNDOLAS

DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	COTA
P. INICIO P.A.	748905.823	9207128.445	1931.292
P.FIN P.A.	748918.755	9207101.717	1931.902

PASE AÉREO N°2 EN RED DISTRIBUCIÓN RAMAL 1,L=18.723m ANCLADO A C:0.20X0.20m,CABLE TIPO BOA 1/8"

DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	COTA
P. INICIO P.A.	748751.369	9206254.054	1895.436
P.FIN P.A.	748765.773	9206242.092	1894.957

PASE AÉREO N°3 EN RED DISTRIBUCIÓN RAMAL 1,L=11.405m ANCLADO A C:0.20X0.20m,CABLE TIPO BOA 1/8"

DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	COTA
P. INICIO P.A.	748996.477	9206140.095	1892.055
P.FIN P.A.	749003.349	9206130.993	1891.949

PASE AÉREO N°4 EN RED DISTRIBUCIÓN RAMAL 1,L=81.640m ANCLADO A C:0.20X0.20m,CABLE TIPO BOA 1/8"

DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	COTA
P. INICIO P.A.	750908.936	9205511.376	1386.958
P.FIN P.A.	750961.264	9205549.177	1389.48

PASE AÉREO N°5 EN RED DISTRIBUCIÓN RAMAL 2,L=36.261m ANCLADO A C:0.20X0.20m,CABLE TIPO BOA 1/8"

DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	COTA
P. INICIO P.A.	749201.506	9206714.257	1843.566
P.FIN P.A.	749234.167	9206705.684	1830.352

PASE AÉREO N°6 EN RED DISTRIBUCIÓN RAMAL 2,L=55.584m ANCLADO A C:0.20X0.20m,CABLE TIPO BOA 1/8"

DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	COTA
P. INICIO P.A.	749464.21	9206446.003	1690.706
P.FIN P.A.	749508.537	9206413.661	1681.832

PASE AÉREO N°7 EN RED DISTRIBUCIÓN RAMAL 2,L=54.488m ANCLADO A C:0.20X0.20m,CABLE TIPO BOA 1/8"

DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	COTA
P. INICIO P.A.	750146.041	9205949.303	1552.946
P.FIN P.A.	750187.196	9205913.811	1549.373

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO EN EL CASERÍO EL GIGANTE, SAN BERNARDINO, SAN PABLO - CAJAMARCA 2024"

PLANO: TOPOGRÁFICO DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO DEL CASERÍO EL GIGANTE, SAN BERNARDINO, SAN PABLO - CAJAMARCA

BACHILLER: SAÚL MALIMBA MALCA

ASESOR: DR.ING.GASPAR VIRILO MÉNDEZ CRUZ

DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:	CASERÍO:
CAJAMARCA	SAN PABLO	SAN BERNARDINO	EL GIGANTE

ESCALA: 1/4000 FECHA: CAJAMARCA 2025

PLANO N° :

PT-01

749000.00 749500.00 750000.00 750500.00 751000.00

9206500.00

9206000.00

9205500.00

NM

M
100 0 100 200
1:3500

LEYENDA	
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
NORTE MAGNÉTICO	NM
UTM	WGS84-17S
CURVA MAYOR	
CURVA MENOR	

LEYENDA	
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
RESERVORIO	
CÁMARA ROMPE PRESIÓN	
NODOS DEL SISTEMA	
SENTIDO DE FLUJO	

LEYENDA DE TUBERÍAS	
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
TUB. PVC C-10 - ø 1 1/2"	
TUB. PVC C-10 - ø 1"	
TUB. PVC C-10 - ø 3/4"	
TUB. PVC C-10 - ø 1/2"	

LEYENDA DE PRESIONES	
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
< 5 m.c.a.	
5 m.c.a. - 60 m.c.a.	
> 60 m.c.a.	

RESUMEN HIDRÁULICO

PRESIÓN MÍNIMA: 5.31 m.c.a.
PRESIÓN MÁXIMA: 78.42 m.c.a.
VELOCIDAD MÍNIMA: 0.601 m/s
VELOCIDAD MÁXIMA: 0.875 m/s
CAUDAL: 0.48 l/s
REPORTE DE MODELAMIENTO ESTÁTICO

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

TESIS: "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DE USO DOMÉSTICO EN EL CASERÍO EL GIGANTE, SAN BERNARDINO, SAN PABLO - CAJAMARCA 2024"

PLANO: MODELO ESTÁTICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA DEL CASERÍO EL GIGANTE, SAN BERNARDINO, SAN PABLO - CAJAMARCA

BACHILLER: SAÚL MALIMBA MALCA

ASESOR: DR.ING.GASPAR VIRILO MÉNDEZ CRUZ

DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:	CASERÍO:
CAJAMARCA	SAN PABLO	SAN BERNARDINO	EL GIGANTE

ESCALA:	FECHA:
1/3500	CAJAMARCA 2025

PLANO Nº :

M-01