

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional De Ingeniería Civil



TESIS

**EFICIENCIA HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE AGUA
POTABLE EN EL CENTRO POBLADO LLIMBE, DISTRITO
DE ASUNCIÓN – CAJAMARCA, 2017**

**Para optar por el Título Profesional de
INGENIERO CIVIL**

Presentada por:

BACHILLER: Dilmer Alejandría Alarcón.

ASESOR: Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz.

Cajamarca - Perú

2019

AGRADECIMIENTO

A Dios, que nos sigue brindando día a día la oportunidad de aprender, de avanzar, de mejorar... con cada nuevo día, con cada nueva oportunidad que nos brinda en el camino.

A mi madre, Bertha Alarcón, por su fuerza e inspiración constante dada con sus acciones más que con palabras; también a todos mis familiares y amigos que de diversas formas han contribuido en la realización del proyecto.

A mi asesor, el Dr. Ing. Gaspar Virilo Méndez Cruz, catedrático de la Universidad Nacional de Cajamarca, por su desinteresado apoyo en el desarrollo del presente, por sus palabras, sus lineamientos, por su tiempo, por su amistad, por ser quien Es y haber aceptado guiarme en el trayecto de la presente tesis.

Y un agradecimiento especial a la Sra. Mary Pajares Villanueva, Directora de la OINAP-Cajamarca, por la formación recibida, enseñándome a conjugar mi vida profesional-Laboral de manera eficaz en el mundo circundante.

Dilmer Alejandría Alarcón

DEDICATORIA

A Dios por la oportunidad, por haber encaminado mis pasos a esta hermosa tierra de Historia y Tradición; a mis padres Bertha y German: por su gran amor, sacrificio y sus enseñanzas, alentándome para conseguir mi más grandes sueños; a mis hermanos: por su preocupación, apoyo y colaboración incondicional en el transcurso de mi vida; a mi asesor y amigos universitarios y profesionales quienes, también, hacen que mi vida profesional se nutra cada vez más, afianzando todos los conocimientos impartidos y compartidos en esta Casa Superior de Formación Profesional, Universidad Nacional de Cajamarca: Mi *Alma Mater*.

Dilmer Alejandría Alarcón

CONTENIDO

Ítems	Página
<u>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1 PROBLEMA.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	2
<u>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</u>	3
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
INTERNACIONAL.....	3
NACIONAL	4
LOCAL	12
2.2 BASES TEÓRICAS	14
DIAGNÓSTICO.....	14
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, PARA CONSUMO HUMANO	14
COMPONENTES HIDRÁULICOS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.....	15
EFICIENCIA.....	16
EFICIENCIA HIDRÁULICA	17
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	21
GESTIÓN ADMINISTRATIVA DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (JASS) EN BASE A INDICADORES	23
SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS.....	24
SISTEMAS EN PROCESO DE DETERIORO	27
PRUEBA DEL ESCLERÓMETRO	28
PRESIÓN ESTÁTICA Y DINÁMICA	28
METODOLOGÍA UTILIZADA POR CONAGUA PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA HIDRÁULICA EN UN SISTEMA.....	28
2.3 DEFINICIONES Y TÉRMINOS BÁSICOS	29
AFORO.....	29
CÁMARAS ROMPE PRESIÓN (CRP).....	29
CENTRO POBLADO DEL ÁMBITO RURAL.....	30
CONSUMO DE AGUA	30
DOTACIÓN.....	30
GASTO, CAUDAL.....	30
RESERVORIO.....	31
VÁLVULA DE AIRE, VÁLVULA DE PURGA.	31
VIDA ÚTIL	31
<u>CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS</u>	32
3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA EN ESTUDIO	32
CARACTERÍSTICAS LOCALES.	33
3.2 MÉTODO	34
3.3 PROCEDIMIENTO	34

✓ ENSAYO	34
✓ ENCUESTAS	34
✓ EVALUACIÓN HIDRÁULICA	34
✓ OTROS	35
3.4 METODOLOGÍA	36
TIPO, NIVEL, DISEÑO Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	36
POBLACIÓN DE ESTUDIO	36
MUESTRA	36
UNIDAD DE ANÁLISIS	36
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	37
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	37
<u>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</u>	<u>38</u>
4.1 ESTADO ACTUAL DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	38
A. CAPTACIÓN.....	39
A. CAPTACIÓN.....	40
B. ESTADO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN, DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	41
C. ESTADO DE RESERVORIOS.....	41
D. ESTADO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN Y DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	41
E. ESTADO DE LAS CÁMARAS ROMPE PRESIÓN CRP-7	42
F. ESTADO DE LAS VÁLVULAS	42
G. ESTADO DE LAS PILETAS DOMICILIARIAS.....	42
4.2 EFICIENCIA HIDRÁULICA DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CP LLIMBE, DISTRITO DE ASUNCIÓN – CAJAMARCA.	42
A. CAPTACIÓN.....	43
B. LÍNEA DE CONDUCCIÓN.....	45
C. RESERVORIO	45
D. LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	46
4.3 EFICIENCIA DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA AGUA POTABLE CP LLIMBE, DISTRITO DE ASUNCIÓN – CAJAMARCA.	48
4.4 EFICIENCIA DE LA GESTIÓN ADMINISTRATIVA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CP LLIMBE, DISTRITO DE ASUNCIÓN – CAJAMARCA.	49
4.5 SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CP LLIMBE, DISTRITO DE ASUNCIÓN – CAJAMARCA	50
4.6 EFICIENCIA HIDRÁULICA, METODOLOGÍA CONAGUA, 2012	51
A. OFERTA HÍDRICA	51
B. CONTINUIDAD	51
C. COBERTURA POBLACIONAL	52
D. CALIDAD DEL AGUA	52
E. MEDICIONES DE PRESIÓN EN LÍNEA DE CONDUCCIÓN CON MANÓMETRO	53
F. MEDICIONES DE PRESIÓN EN LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN –PILETAS- CON MANÓMETRO.....	54
4.7 ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	65
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA	65
RESISTENCIA DE CONCRETO EN EL RESERVORIO EXISTENTE	66
<u>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	<u>68</u>

5.1	CONCLUSIONES	68
5.2	RECOMENDACIONES	68
<u>CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>		70
<u>CAPÍTULO VII. ANEXOS</u>		73
7.1	ANEXO 1: PANEL FOTOGRÁFICO	73
7.2	ANEXO 2: UBICACIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA	84
7.3	ANEXO 3: TRABAJOS A TRAVÉS DE PROGRAMA COMPUTACIONAL	85
7.4	ANEXO 4: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA	90
7.5	ANEXO 4: ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA EN RESERVORIO	91
7.6	ANEXO 5: FICHAS/ENCUESTAS PROCESADAS	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Población en el Perú, 2016	5
TABLA 2. Estado General de los Servicios de Agua Potable en el Perú, 2004	6
TABLA 3. Cobertura de Agua Potable en el Perú por Regiones y Ámbitos Rural o Urbano-2016	8
TABLA 4. Calidad del Agua Urbano y Rural en el Perú	9
TABLA 5. Razones del Estado Deficiente de las Infraestructuras del Agua Potable	10
TABLA 6. Pequeñas Localidades Urbanas y Centros Poblados Rurales c/s Sistema Sanitario	11
TABLA 7. Centros Poblados con Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural.	12
TABLA 8. Perú: Viviendas Particulares con Ocupantes Presentes con Déficit de Agua y Saneamiento Básico por Área de Residencia, Vivienda y Poblaciones Afectadas, 2007 (Ranking en función al número total de viviendas con déficit de agua y saneamiento básico).....	13
TABLA 9. Porcentaje de Cobertura del Abastecimiento de Agua Potable	14
TABLA 10. Determinación de dimensiones óptimas de una captación de ladera.	17
TABLA 11. Indicadores para determinar la Eficiencia de la Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable del C.P. Llimbe.....	22
TABLA 12. indicadores para determinar la Eficiencia de la Gestión Administrativa del Sistema de Agua Potable del C.P. Llimbe.	23
TABLA 13. Criterios de la Evaluación para Definir el Estado de la Infraestructura del Sistema de Agua Potable del C.P. Llimbe.....	25
TABLA 14. Calificación de la Sostenibilidad del Sistemas de Agua	27
TABLA 15. Parámetros de la Eficiencia Hidráulica - CONAGUA, 2012	29
TABLA 16. Otros datos acerca la investigación	36
TABLA 17. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	37
TABLA 18. Estado de Captaciones Existentes Encontradas en la Zona de Estudio	39
TABLA 19. Estado de las piletas domiciliarias, CP Llimbe	42
TABLA 20. Aforo de las fuentes	43
TABLA 21. Caudal de las fuentes.	43
TABLA 22. Cuadro Resumen del Diseño de la Captación del Manantial	43

TABLA 23. Evaluación de almacenamiento de volumen de la cámara húmeda en un tiempo de 3 y 5 minutos	44
TABLA 24. Medición de caudal en Línea de Conducción	45
TABLA 25. Medición de caudal en Línea de Distribución.....	47
TABLA 26: Evaluación de la Operación y Mantenimiento	48
TABLA 27. Evaluación de la Gestión Administrativa de la JASS	49
TABLA 28. Evaluación del Estado de la Infraestructura del Sistema de Agua Potable del C.P. Limbe	50
TABLA 29. Índice de Sostenibilidad: Interpretación del Sistema.....	50
TABLA 30. Continuidad del servicio	51
TABLA 31. Cantidad del Servicio	52
TABLA 32. Cobertura del Servicio.....	52
TABLA 33. Calidad del agua	52
TABLA 34. Medición de Presiones con Manómetro en Red de Conducción.....	53
TABLA 35. Medición de Presiones con Manómetro en Red de Distribución	54
TABLA 36. Análisis de la Línea de Conducción con programa computacional	55
TABLA 37. Análisis de la Red de Distribución con Programa Computacional Excel	57
TABLA 38. Presiones Obtenidas en Campo con Manómetro Vs Programas computacionales.....	64
TABLA 39. Parámetros de la Eficiencia Hidráulica, Metodología CONAGUA 2012	65
TABLA 40. Puntos obtenidos con GPS Garmin: Línea de Conducción.....	85
TABLA 41. Puntos obtenidos con GPS Garmin: Red de Distribución	85
TABLA 42. Análisis de la Red de Distribución con Programa Computacional Water-CAD.....	87
TABLA 43. Presiones Obtenidas en Campo con Manómetro Vs Programas computacionales (Excel y Water-CAD)	89

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Población que Accede a Agua por Red Pública (2010-2016)	7
FIGURA 2: Porcentaje de Población con Acceso al Agua con Cloro	7
FIGURA 3: Componentes Hidráulicos del Sistema de Abastecimiento	15
FIGURA 4: Red de conducción, Caudal que entra y caudal saliente	20
FIGURA 5: Red de Distribución, Caudal que entra por ramales y caudal saliente en cada usuario	21
FIGURA 6: Ubicación en América del Sur, en el Perú y en Cajamarca	32
FIGURA 7: Ubicación en la provincia de Cajamarca	32
FIGURA 8: Ubicación del Sistema – Llimbe	32
FIGURA 9: Esquema de reservorios	41
FIGURA 10: Puntos de Inspección de la medición de caudales en la Línea de Distribución	48
FIGURA 11: Esquema de LC existente, Water Cad - Sin escala	56
FIGURA 12: Esquema de la Red de Distribución de las Casas Intervenidas, Water Cad –Sin Escala.	62
FIGURA 13: Esquema de la Red de Distribución de las Casas Intervenidas, con número de usuarios por ramal	63
FIGURA 14: Resultado de análisis de agua.	65
FIGURA 15: Ensayo con el Esclerómetro – Resultados	67

RESUMEN

La presente tesis de investigación tuvo como objetivo determinar la Eficiencia Hidráulica del Sistema de Agua Potable en el Centro Poblado Llimbe, Distrito Asunción – Cajamarca, 2017, así también se determinó la sostenibilidad, la capacidad de operación, mantenimiento y gestión del sistema; recogiendo información de campo mediante formatos previamente establecidos en la presente investigación, ensayos con esclerómetro y procesamiento de datos con programas computacionales. Se determinó que la Eficiencia Hidráulica de la Infraestructura del sistema de agua potable es 84.76 % (*referidos a los componentes captación, línea de conducción, reservorio y línea de distribución*), y su índice de sostenibilidad sistema de agua potable 64.66 %, lo que indica que el Sistema se encuentra en proceso de deterioro. Así también, la eficiencia de la operación y mantenimiento del sistema es el 65.625 % y su eficiencia en la gestión administrativa es del 68.33 %. Así mismo, se realizaron estudios complementarios al sistema, como son: el Estudio de sus fuentes, a través de un Análisis Físicoquímico y Bacteriológico, el cual refleja que los parámetros se encuentran dentro de los límites permisibles, establecidos por el D.S. N° 031-2010-SA; y dos ensayos para determinar la resistencia de las paredes del reservorio de concreto –*ensayo de auscultación no destructivo*- con el cual se determinó que la resistencia actual, en promedio, de sus paredes es 152.50 kg/cm².

Palabras Clave: Eficiencia Hidráulica, Sistema de Agua Potable, Sostenibilidad, Operación y Mantenimiento

ABSTRACT

The objective of this research thesis was to determine the Hydraulic Efficiency of the Drinking Water System in the Llimbe Village Center, Asunción District - Cajamarca, 2017, as well as the sustainability, operation capacity, maintenance and management of the system; collecting field information using formats previously established in this research, sclerometer tests and data processing with computer programs. It was determined that the Hydraulic Efficiency of the Infrastructure of the potable water system is 84.76% (referred to the components of catchment, line of conduction, reservoir and distribution line), and its sustainability index 64.66 % drinking water system, which indicates that the System is in the process of deterioration. Also, the efficiency of the operation and maintenance of the system is 65.625% and its efficiency in administrative management is 68.33 %. Likewise, complementary studies were carried out to the system, such as: the Study of its sources, through a Physicochemical and Bacteriological Analysis, which reflects that the parameters are within the permissible limits, established by the D.S. No. 031-2010-SA; and two tests to determine the resistance of the walls of the concrete reservoir -non-destructive auscultation test- with which it was determined that the current resistance, on average, of its walls is 152.50 kg/cm².

Key words: Efficiency, Hydraulic, Potable Water System, Operation and Maintenance.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 PROBLEMA

Un servicio que se presta a la comunidad, se caracteriza por la eficiencia que brinda al usuario. La eficiencia de un sistema de abastecimiento de agua potable, se da desde la fuente natural hasta los consumidores, con un servicio de calidad total.

La eficiencia hidráulica está asociada a varios factores que inciden todos de manera directa a las instalaciones, la operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua. Por estar en función de condiciones de muy diversa índole, tanto externas como internas, se mide por indicadores como la presión media en la red, el consumo unitario de los usuarios, la continuidad del servicio, la calidad, conservación de la infraestructura, etc. Además, uno de los principales problemas que se tienen en las zonas rurales, en lo que se refiere a la sostenibilidad en el tiempo debido a la falta del mantenimiento y operación de los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable.

“En las últimas décadas, el Perú ha invertido importantes recursos financieros provenientes tanto de fuente del bien público como préstamo y de la Cooperación Internacional, para la instalación de servicios de agua y saneamiento sobre todo en el ámbito rural. Sin embargo, gran parte de los sistemas instalados no han cumplido su propósito al haber colapsado antes de cumplir su vida útil” (*Katz y Sara 1998:24*), ocasionados estos, debido a la falta de operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable.

Parte de los problemas que afronta actualmente el saneamiento básico rural, en el Perú, es la carencia de información sobre la eficiencia hidráulica en que se encuentran los sistemas de agua de consumo humano. Por ello, debido al problema que se sigue presentando por motivos del agua, en la zona rural, se realizó la presente investigación en el Centro Poblado Llimbe, Distrito de Asunción - Cajamarca; a fin de determinar la eficiencia hidráulica del sistema de agua potable, debido a que se plantea la hipótesis de que el sistema de agua potable es deficiente hidráulicamente.

La pregunta formulada del proyecto, la cual se va a responder mediante esta investigación es: **¿Cuál es la eficiencia hidráulica del sistema de agua potable en el Centro Poblado Llimbe, Distrito de Asunción - Cajamarca?**

Por lo que, la investigación se centró en determinar la eficiencia Hidráulica en forma descriptiva y análisis del sistema de agua potable en el Centro Poblado Llimbe, distrito de Asunción – Cajamarca, planificado para realizarlo en un periodo de 10 meses. Así mismo se limitó el uso de factores y recolección de datos en campo que ayudaron a la determinación de la eficiencia hidráulica del sistema de agua potable, desde la perspectiva de la ingeniería civil.

1.2 OBJETIVOS

- Objetivo General:

Determinar la eficiencia hidráulica del Sistema de Agua Potable en el Centro Poblado Llimbe, Distrito de Asunción – Cajamarca.

- Objetivos Específicos

- a) Describir los componentes del Sistema de Agua Potable en el Centro Poblado Llimbe, Distrito de Asunción – Cajamarca.
- b) Determinar la eficiencia hidráulica de la captación del Sistema de Agua Potable en el Centro Poblado Llimbe, Distrito de Asunción – Cajamarca.
- c) Determinar la eficiencia hidráulica de la Conducción del Sistema Agua Potable Centro Poblado Llimbe, Distrito de Asunción – Cajamarca.
- d) Determinar la eficiencia hidráulica del Almacenamiento del Sistema de Agua Potable Centro Poblado Llimbe, Distrito de Asunción – Cajamarca.
- e) Determinar la eficiencia hidráulica de la Distribución del Sistema de Agua Potable Centro Poblado Llimbe, Distrito de Asunción – Cajamarca.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La eficiencia en el aprovechamiento del agua, es uno de los criterios más importantes dentro de una correcta gestión de recursos hídricos. Por lo que, conocer la eficiencia hidráulica, actual, del sistema de agua potable del Centro Poblado Llimbe, Distrito de Asunción - Cajamarca; permitirá utilizar la información en la toma de decisiones para el mejoramiento de su infraestructura, gestión, operación y mantenimiento por parte de las autoridades del gobierno local y de la junta administradora del Servicio.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

Internacional

La eficiencia de un sistema de agua potable se asocia con el proceso de captar, conducir, regularizar, potabilizar y distribuir el agua, desde la fuente natural hasta los consumidores, con un servicio de calidad total. En este contexto de la eficiencia se identifican tres escenarios:

- a) El de la ingeniería del sistema de abastecimiento.
- b) El de la comercialización de los servicios de agua potable.
- c) El del desarrollo institucional del organismo operador (Ochoa 2005).

Los indicadores de la prestación de servicios de Agua Potable en el área rural, en algunos países de América Latina se describen a continuación: En el Valle de México se utilizan alrededor de 77 m³/s de agua de primer uso, de los cuales el 71% se extrae del subsuelo; 21% proviene del sistema Cutzamala; 6% del Lerma, y el 2.0 % de los manantiales y escurrimientos superficiales propios del Valle. De esta cantidad, aproximadamente 13 m³/s se usan directamente en el riego. Los 64 m³/s restantes se distribuyen a través de la red y equivalen a proporcionar 290l/hab/d a 19 millones de habitantes. Del total de agua de primer uso, suministrada a través de la red para uso público urbano, al restar las pérdidas por fugas (24.60 m³/s) y el consumo en comercios, industrias y servicios municipales (9 m³/s), resulta una dotación de 138 l/hab/día que, comparada con lo recomendado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), que va de 150 a 170 l/hab/día, parece razonable. Como sólo poco más del 5% de la población emplea consumos más altos que los recomendados por la OPS, se sugiere que las campañas para inducir el ahorro del agua tendrían que dirigirse a este sector específico de la población (Domínguez, 2011).

El crecimiento acelerado de la población de Zihuatanejo a 80 385 habitantes en tan solo 25 años, ha generado problemas de abastecimiento y deficiencias en la distribución del agua a los usuarios, por lo que la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado, CAPAZ, está realizando un Proyecto de Eficiencia de la Operación Hidráulica y Energética de la Red de Agua Potable de Zihuatanejo (Gómez et al. 2006).

Según el Programa de Acción Global-México, cada habitante de la Tierra consume, como promedio, 600 metros cúbicos al año, de los que 50 son potables, lo que supone 137 litros al día. Pero un norteamericano consume más de 600 litros al día y un europeo entre 250 y 350 litros, mientras un habitante del África subsahariana tan solo entre 10 y 20 litros (Chauveau 2004). De los 4,400 millones de personas que viven en países en desarrollo, casi tres quintas (3/5) partes carecen de saneamiento básico y un tercio (1/3) no tiene acceso al agua potable. En consecuencia, en las últimas décadas del siglo XX hemos asistido a un fuerte rebrote de las enfermedades parasitarias asociado a las dificultades de acceso al agua potable y a carencias en los servicios de salud. La mayoría de los afectados por mortalidad y morbilidad relacionadas con el agua son niños menores de cinco años y como señala el informe de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos del Mundo: “la tragedia es que el peso de estas enfermedades es en gran parte evitable” (Vilches, A., Gil Pérez, D., Toscano, J.C. y Macías, O. (2014), ONU (Naciones Unidas - Consejo Económico y Social) 2003)

Nacional

Uno de los problemas que afronta actualmente el saneamiento básico rural en el Perú es la ausencia de información sobre el estado en que se encuentran los sistemas de agua de consumo humano o el nivel de sostenibilidad que han alcanzado en sus años de funcionamiento, pues los sistemas de agua potable, en la mayoría de los casos, fueron instalados quedando operativos. El déficit que se presentó a lo largo de su vida útil es que estos sistemas empezaron a presentar deterioro debido a la falta un ente administrador, de operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y en algunos casos, por desconocimiento sobre la operación y mantenimiento de los mismos. Un factor importante que se ha empezado a manejar es la formalización de las juntas administradoras de servicios de saneamiento (JASS) para que puedan asumir la administración, operación y mantenimiento de los sistemas y ampliar la calidad y prolongar la vida útil de los sistemas de agua potable.

Del Plan Nacional de Saneamiento del año 2017 al 2021, en el DS N° 018-2017-VIVIENDA, expresa: “En el Perú los servicios de saneamiento son brindados a la población sin atender condiciones adecuadas de equidad, calidad, oportunidad y continuidad. Así las cifras promedio no reflejan las grandes diferencias entre los

ámbitos rurales y urbanos, muestran la ausencia de la infraestructura necesaria para la prestación óptima en el país. El acceso adecuado a los servicios de saneamiento impacta directamente en la calidad de vida de las personas, contribuye a mejorar la autoestima y su inclusión en la sociedad, mejora las condiciones de competitividad, disminuye la incidencia de enfermedades de origen hídrico. La falta de servicios de saneamiento restringe las posibilidades de las personas para llevar a cabo actividades generadoras de ingresos, conformando así el llamado círculo perverso del agua - salud – pobreza” (MVCS 2017).

De acuerdo a las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en el año 2016 el Perú tuvo una población estimada de 31.4 millones de hab., de los cuales, el 77.20% corresponde al ámbito urbano, mientras que el 22.80% al ámbito rural. Las estimaciones de coberturas registradas señalan que, en el ámbito urbano, el 94.5% del total de hab. cuenta con los servicios de agua potable y el 88.30% con servicios de alcantarillado. Por otro lado, en el ámbito rural, se estima una cobertura de 71.20% en agua potable y 24.60% en alcantarillado. De ello, 3.4 y 8.3 millones de peruanos no tienen acceso a los servicios de agua potable y alcantarillado, en los ámbitos urbano y rural, respectivamente (MVCS 2017).

Tabla 1. Población en el Perú, 2016

Población, Perú 2016		Urbano	Rural
31,4 millones de habitantes		77.20%	22.800%
Cobertura	Agua Potable	94.50%	71.20%
	Saneamiento	88.30%	24.60%

Fuente: INEI

La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) reportó que durante el año 2015 se trató el 65.4 % del total de las aguas residuales producidas por 28 empresas prestadoras de servicios de saneamiento (**empresas prestadoras**), de un total de 50. Los 22 restantes no reportaron tratamiento de aguas residuales. La situación es más crítica cuando se analizan la situación de las municipalidades y JASS. Las cifras anteriores reflejan claramente la inequidad que existe en nuestro país respecto al acceso a los servicios de saneamiento. (MVCS 2017)

Es importante indicar que el Gobierno del Perú ha asumido el compromiso de cerrar las brechas de cobertura urbana al año 2021 y rural al año 2030 y, de esa manera, cumplir con la Meta 6 de los objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS), en lo que se refiere a la cobertura de saneamiento. Se estima que para el año 2021 se incorporarán a los servicios de saneamiento -agua potable y alcantarillado- a 4 y 7.7 millones de peruanos respectivamente.(MVCS 2017)

Una deficiente calidad de los servicios de saneamiento, así como una inadecuada disposición sanitaria de excretas y aguas residuales, tienen impacto en la salud pública. Las enfermedades que se transmiten por uso y consumo de agua de mala calidad e insuficiente lavado de manos, así como las enfermedades diarreicas agudas son resultado del limitado acceso a agua potable; en ese mismo sentido se afirma que cerca del 10% de la carga de enfermedades a nivel mundial puede prevenirse mediante intervenciones que mejoren los servicios de saneamiento y la higiene de la población.

TABLA 2. Estado General de los Servicios de Agua Potable en el Perú, 2004

Estado de la infraestructura	Bueno	Regular	Malo	No operativo
General	36.40%	47.00%	9.00%	7.60%
Costa		90.00%		10.00%
Selva	41.70%	8.30%	16.70%	33.30%
Sierra	43.20%	47.70%	9.10%	
Calidad del agua	Ideal	Aceptable	Inaceptable	
General	7.60%	81.80%	10.60%	
Costa		100.00%		
Selva		41.70%	58.30%	
Sierra	11.40%	88.60%		
Continuidad del servicio	continuo	Interrumpido	Sin servicio	
General	37.90%	54.50%	7.60%	
Costa		90.00%	10.00%	
Selva	33.30%	33.30%	33.40%	
Sierra	47.70%	52.30%		
Estado General de los servicios	Bueno	Regular	Malo	No operativo
General	12.00%	65.20%	15.20%	7.60%
Costa		80.00%	10.00%	10.00%
Selva		41.70%	25.00%	33.30%
Sierra	18.20%	68.20%	13.60%	

Fuente: Calderón Cockburn 2004

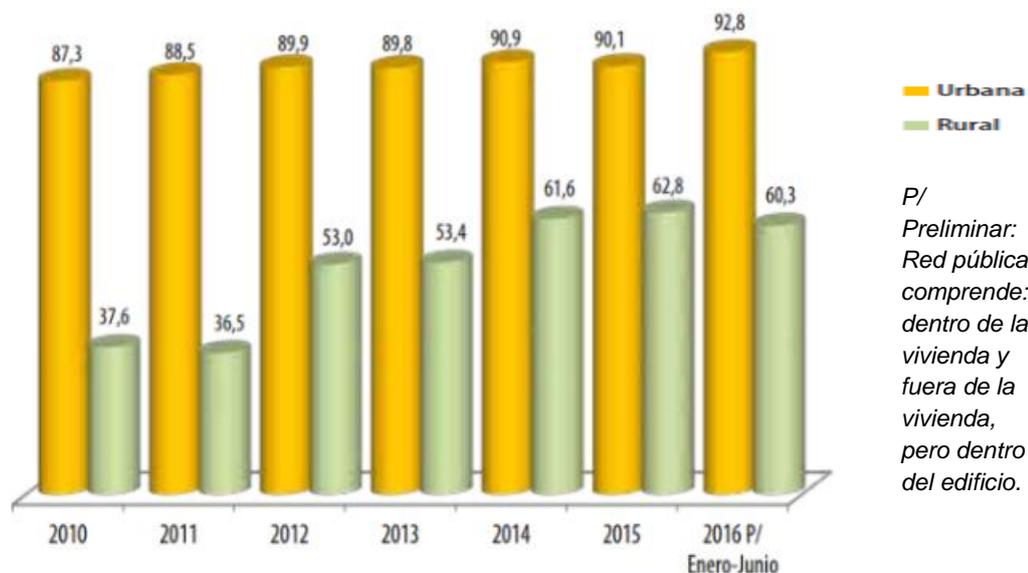


FIGURA 1: Población que Accede a Agua por Red Pública (2010-2016)

Fuente:(INEI et al. 2016)

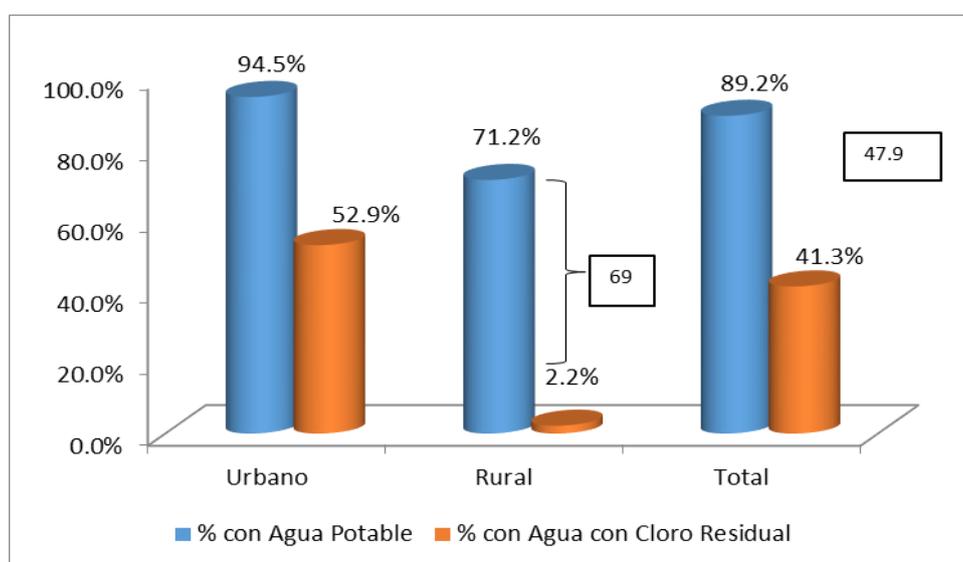


FIGURA 2: Porcentaje de Población con Acceso al Agua con Cloro

Fuente: IEP, Evolución de la pobreza monetaria. Documento de trabajo Lima 2017 (ENAPRES 2015)

Hablamos de Calidad del Agua para Consumo Humano, al estado óptimo en la que el agua para el consumo humano se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS); es decir, sus características físicas, químicas, y bacteriológicas del agua la hacen aptas para el consumo humano, sin implicancias para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor.

TABLA 3. Cobertura de Agua Potable en el Perú por Regiones y Ámbitos Rural o Urbano-2016

Región	Agua Potable		
	Urbano	Rural	Total
Amazonas	97.20	74.70	85.10
Ancash	98.90	92.00	96.30
Apurímac	98.00	87.80	92.00
Arequipa	98.40	64.70	95.10
Ayacucho	98.40	91.30	95.20
Cajamarca	98.00	73.90	82.40
Callao	95.80	---	95.80
Cusco	99.60	83.00	92.40
Huancavelica	97.20	84.30	87.40
Huánuco	93.50	64.50	75.80
Ica	92.80	81.60	92.00
Junín	97.50	80.80	91.80
La Libertad	94.90	79.60	91.60
Lambayeque	93.70	73.50	90.20
Lima	96.60	73.50	96.20
Loreto	73.50	12.10	53.40
Madre de Dios	95.60	52.30	87.00
Moquegua	99.70	83.80	96.50
Pasco	90.40	55.20	78.30
Piura	88.50	69.60	84.30
Puno	84.40	46.80	67.70
San Martín	94.50	74.30	87.70
Tacna	99.40	72.60	96.00
Tumbes	83.10	77.10	82.80
Ucayali	76.70	36.00	68.60
Total	94.50	71.20	89.20

Fuente: (INEI et al. 2016)

Nota: Agua potable incluye conexiones de agua dentro de la vivienda y dentro del edificio

TABLA 4. Calidad del Agua Urbano y Rural en el Perú

Indicadores Departamento	Agua Segura	Inadecuada dosificación de cloro	Sin Cloro	Total
Amazonas	7%	2%	91%	100%
Apurímac	11%	7%	82%	100%
Arequipa	57%	12%	31%	100%
Ayacucho	29%	7%	64%	100%
Cajamarca	18%	4%	78%	100%
Chimbote	33%	19%	47%	100%
Cusco	41%	8%	51%	100%
Huancavelica	12%	9%	78%	100%
Huánuco	19%	3%	77%	100%
Huaraz	17%	5%	78%	100%
Ica	18%	14%	68%	100%
Junín	27%	12%	61%	100%
La Libertad	19%	21%	60%	100%
Lambayeque	27%	24%	49%	100%
Lima	73%	13%	15%	100%
Loreto	19%	7%	74%	100%
Madre de Dios	62%	3%	35%	100%
Moquegua	60%	8%	32%	100%
Moyobamba	27%	3%	71%	100%
Pasco	3%	13%	84%	100%
Piura	22%	16%	62%	100%
Puno	20%	23%	57%	100%
Tacna	79%	7%	13%	100%
Tarapoto	17%	7%	76%	100%
Tumbes	46%	24%	30%	100%
Ucayali	12%	9%	79%	100%
Total	42.2%	12.5%	45.3%	100%

Fuente: ENAPRES 2016 (La metodología usada es la Prueba del Cloro Residual)

Las principales debilidades de los sistemas de abastecimiento de agua según los diferentes diagnósticos de eficiencia hidráulica realizados son: falta de manejo adecuado de las zonas de recarga; estructuras vulnerables y obsoletas; sistema de

recuperación de costos deficiente; ninguna previsión para atender problemas cotidianos, menos aún, emergencias. El personal a cargo de los sistemas es insuficiente, en cantidad y conocimientos, no cuentan con herramientas apropiadas, para el desempeño de su trabajo, entre otras.

La tabla 5 muestra algunas razones respecto al mal estado de la infraestructura, una administración inapropiada y la carencia de recursos financieros para la operación, mantenimiento y renovación del sistema.

TABLA 5. Razones del Estado Deficiente de las Infraestructuras del Agua Potable	
Descripción	Causas
No hay definición clara del papel del gobierno local y de la administración de los servicios de agua y saneamiento	Falta de capacitación a los alcaldes y concejales, a los usuarios y a los encargados de administrar los servicios. Interferencia de la autoridad local en la administración.
Altos índices de morosidad en usuarios.	La población no valora el servicio de agua y saneamiento. La intermitencia y mala calidad del servicio determinan que los usuarios no sean puntuales o no reconozcan su responsabilidad.
Labores de operación y mantenimiento no se realizan con la frecuencia adecuada.	La administración no dispone de recursos económicos para contratar personal calificado y equipo adecuados. Alta inestabilidad del personal del personal encargado de la administración, operación y mantenimiento.
El personal no dispone de parámetros mínimos para la operación y mantenimiento del agua y el alcantarillado.	No existen organismos que brinden capacitación o apoyo a los operadores locales de manera periódica constantemente.
Amplios sectores carecen del servicio de agua y/o alcantarillado.	El gobierno local o la administración no disponen de recursos económicos para la ampliación.

Fuente y elaboración: AGUA Boletín del Comité Sectorial de Agua y Saneamiento N° 6, julio del 2000 (Centurión 2000)

Históricamente, la información de cobertura y calidad de la población no regulada, no ha sido incorporada en el sistema de información sectorial; en la

actualidad, el MVCS gestiona una plataforma de registro y análisis de información del ámbito rural y de pequeñas ciudades, que al mes de abril del 2017 tiene registrado 81 231 centros poblados (CC.PP.) y, también, se encuentra adicionalmente 4 249 centros poblados registrados por las Municipalidades como nuevos centros poblados, los mismos que se encuentran en proceso de validación (MVCS 2017).

El MVCS ha recolectado información de 2 575 localidades con más de 2 000 habitantes, 1 978 localidades que representan el 76%, tienen sistemas convencionales, 234 localidades cuentan con sistemas que no se ajustan a la normativa vigente. Ver Tabla N° 6 y 7 (MVCS 2016)

TABLA 6. Pequeñas Localidades Urbanas y Centros Poblados Rurales c/s Sistema Sanitario

	Urbano	Rural	Total
Con sistema sanitario	2,212	24,701	26,913
Sin sistema sanitario*	363	53,955	54,318
Total	2,575	78,656	81,231

* Se considera también otro sistema que no sea gravedad o bombeo

Fuente y elaboración: MVCS

Respecto al estado físico y operativo de la infraestructura (sistemas convencionales); en el 35 % de los centros poblados los sistemas se encuentran funcionando y en buen estado, en el 37 % funcionan con algunas limitaciones y en el 28 % se encuentran colapsados. Con relación a la cloración del sistema de agua (sistemas convencionales), en el 56 % de los centros poblados se realizan la cloración del agua, mientras que el 44 % no realiza la cloración.

Se tiene información de 78 656 centros poblados rurales, de los cuales 53955, que representa el 69 %, no cuentan con un sistema de agua (*el 75% de los centros poblados sin sistema, corresponde a centros poblados dispersos, con población menor a los 200 habitantes. En otros casos reciben agua de sistemas aledaños*), 22 534 que representa el 29 % tienen sistemas convencionales; la diferencia es atendida por otro tipo de infraestructura. Los sistemas que tienen la condición de bueno y regular suman 16 586, que representa el 38 % del total de sistemas registrados en el ámbito rural; y 8 384 sistemas que cloran el agua, como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 7. Centros Poblados con Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural

Tenencia y Tipo de Sistema de Agua	Rural				Total
	Bueno	Regular	Colapso	No Corresponde	
Bombeo con tratamiento	7	1	197		205
Bombeo sin tratamiento	15	5	1,453		1,473
Gravedad con tratamiento	571	442	396		1,409
Gravedad sin tratamiento	7,162	8,383	3,902		19,447
Otra Infraestructura				2,167	2,167
Sin Sistema				53,955	53,955
Total general	7,755	8,831	5,948	56,122	78,656
Con cloración	3,350	2,958	1,646	430	8,384
Sin cloración	4,405	5,873	4,302	1,737	16,317
No Corresponde				53,955	53,955
Total general	7,755	8,831	5,948	56,122	78,656

Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS 2016)

Se evidencia que los servicios de agua en el ámbito rural están en malas condiciones, siendo las causas directas de esta situación las siguientes: (i) **limitada participación de la comunidad**; (ii) **inadecuada gestión financiera**, ya que **las cuotas no cubren con los costos de operación y mantenimiento**; (iii) **deficiente gestión técnica**; y (iv) **deficiente mantenimiento de la infraestructura**, pues no cuentan con el personal capacitado ni con las herramientas necesarias; v) **ausencia de supervisión.**

Local

En el año 2007, se hizo un ranking de ciudades con viviendas habitables con *déficit de agua y saneamiento básico*, el resultado arrojó que la ciudad de Cajamarca estaba dentro de las 10 primeras ciudades y la zona rural era la más afectada, como lo vemos a continuación en la tabla:

TABLA 8. Perú: Viviendas Particulares con Ocupantes Presentes con Déficit de Agua y Saneamiento Básico por Área de Residencia, Vivienda y Poblaciones Afectadas, 2007
(Ranking en función al número total de viviendas con déficit de agua y saneamiento básico)

N°	Provincia, viviendas y población afectada	Total		Urbana		Rural	
		Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%
	TOTAL						
	Viviendas	2 970 760	100,0	1 415 414	47,6	1 555 346	52,4
	Población	11 978 506	100,0	5 672 716	47,4	6 305 790	52,6
1	LIMA						
	Viviendas	286 149	100,0	283 601	99,1	2 548	0,9
	Población	1 154 341	100,0	1 145 261	99,2	9 080	0,8
2	PIURA						
	Viviendas	72 548	100,0	52 354	72,2	20 194	27,8
	Población	316 198	100,0	223 829	70,8	92 369	29,2
3	MAYNAS						
	Viviendas	56 634	100,0	37 335	65,9	19 299	34,1
	Población	287 126	100,0	188 394	65,6	98 732	34,4
4	CHICLAYO						
	Viviendas	54 646	100,0	43 663	79,9	10 983	20,1
	Población	231 819	100,0	184 062	79,4	47 757	20,6
5	CORONEL PORTILLO						
	Viviendas	51 628	100,0	40 393	78,2	11 235	21,8
	Población	237 637	100,0	187 368	78,8	50 269	21,2
6	PROV. CONST. DEL CALLAO						
	Viviendas	50 376	100,0	50 376	100,0	-	-
	Población	182 484	100,0	182 484	100,0	-	-
7	AREQUIPA						
	Viviendas	49 177	100,0	42 793	87,0	6 384	13,0
	Población	165 019	100,0	145 134	87,9	19 885	12,1
8	TRUJILLO						
	Viviendas	43 398	100,0	39 348	90,7	4 050	9,3
	Población	176 742	100,0	159 533	90,3	17 209	9,7
9	PUNO						
	Viviendas	39 428	100,0	10 081	25,6	29 347	74,4
	Población	126 849	100,0	35 090	27,7	91 759	72,3
10	CAJAMARCA						
	Viviendas	38 150	100,0	6 788	17,8	31 362	82,2
	Población	163 421	100,0	30 118	18,4	133 303	81,6

Fuente: (INEI 2010)

El déficit de la cobertura del abastecimiento de agua potable en Cajamarca se presenta en la tabla 3, donde se puede observar que en el área rural el acceso a servicios básicos de abastecimiento de agua es mucho más crítico.

TABLA 9. Porcentaje de Cobertura del Abastecimiento de Agua Potable

Abastecimiento de agua	
Cajamarca	57.74 %
Sierra Urbana	85.41 %
Sierra Rural	42.60 %
Total Rural	35.86 %
Total Urbano	83.47 %
Promedio Perú	69.01 %

Fuente: (INEI 2010)

Para el ámbito local, se ha realizado visitas a la zona y poder recoger todos los datos necesarios para poder concluir con la presente investigación. Así, después de evaluar la eficiencia del sistema de agua potable, podremos llegar a concluir si el sistema es eficientemente hidráulico o no. Cabe resaltar que para dicha calificación se tomará en cuenta la infraestructura del sistema, gestión, operación y mantenimiento del sistema, calidad del agua, cobertura, continuidad del servicio.

2.2 BASES TEÓRICAS

Diagnóstico

Es un estudio previo a toda planificación o proyecto y que consiste en la recopilación de información, su ordenamiento, su interpretación y la obtención de conclusiones e hipótesis. Consiste en analizar un sistema y comprender su funcionamiento, de tal manera de poder proponer cambios en el mismo y cuyos resultados sean previsibles. Este estudio nos permite conocer mejor la realidad, la existencia de debilidades y fortalezas, prever posibles reacciones dentro del sistema frente a acciones de intervención o bien cambios suscitados en algún aspecto de la estructura del sistema bajo estudio.

(Rodríguez 2007, PNSR 2015)

Sistema de Abastecimiento de Agua, para consumo humano

El Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano señala que es el conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde

la captación hasta el suministro del agua mediante conexión domiciliaria, para un abastecimiento convencional cuyos componentes cumplan las normas vigentes (MVCS 2017, 2016).

Conjunto de infraestructuras que permite la captación, conducción, almacenamiento y distribución de agua de forma segura hacia el punto de consumo, sea éste colectivo o domiciliar (SIASAR 2017).

Componentes hidráulicos del sistema de abastecimiento

Los principales componentes hidráulicos en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, de acuerdo al tipo de suministro, son:

- Estructuras de captación para aguas superficiales o subterráneas.
 - Reservorios.
 - Cámara rompe presión.
 - Planta de tratamiento.
 - Líneas de aducción, conducción y red de distribución.
- (Gómez-Martínez, 2017)

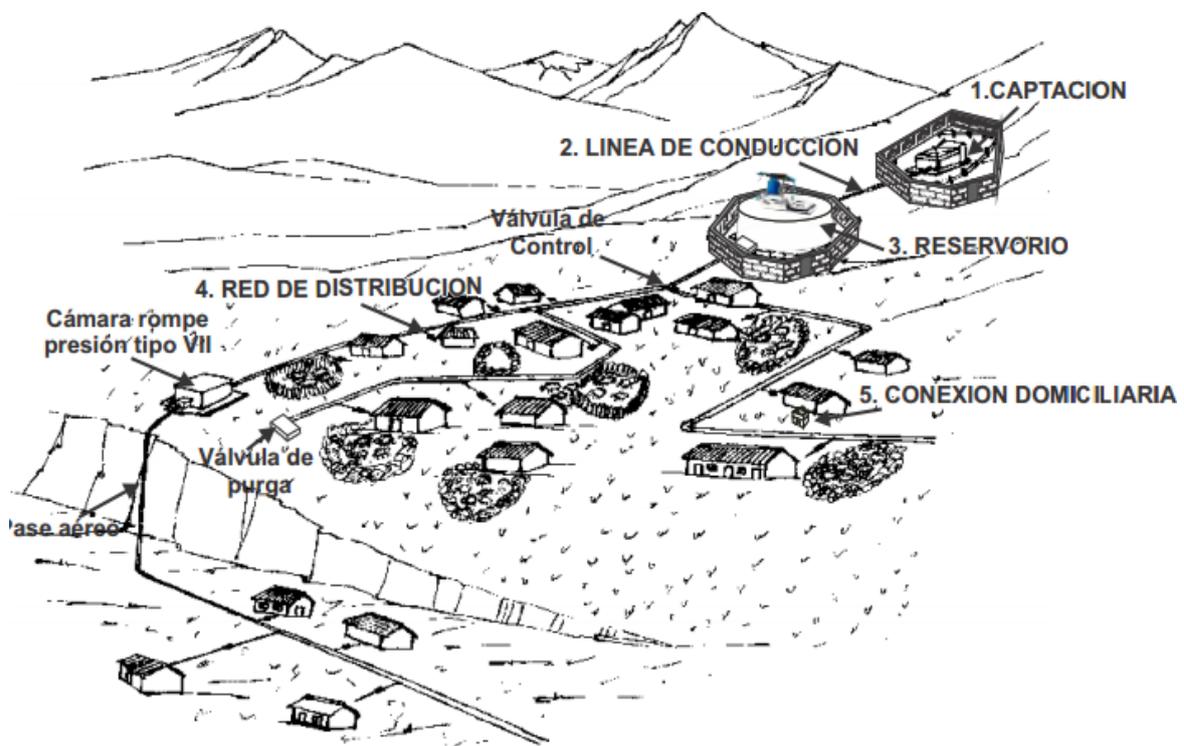


FIGURA 3: Componentes Hidráulicos del Sistema de Abastecimiento

- **Captación**

Es la parte inicial del sistema hidráulico y consiste en las obras donde se capta el agua para poder abastecer a la población (Jiménez Terán, 2010).

- ***Línea de conducción***

Es el conjunto de tuberías que transporta el agua de la(s) captación(es) hasta otras infraestructuras del sistema de abastecimiento de agua, como el tanque de almacenamiento o la planta potabilizadora (SIASAR 2017).

La conducción de un caudal entre dos puntos requiere que identifiquemos las pérdidas de carga. Si éstas son menores al desnivel del terreno, podremos conducir el caudal de diseño sin inconvenientes y el agua saldrá con determinada presión. Por el contrario, si las pérdidas de carga son mayores al desnivel del terreno, no podremos conducir el caudal de diseño porque la energía proporcionada por la diferencia de altura es superada por las pérdidas de carga que se originan en el rozamiento producido en tuberías y accesorios (INTA - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria 2013).

- ***Línea de distribución***

Conjunto de tuberías principales y ramales distribuidores que permiten abastecer de agua para consumo humano a las viviendas. La gran complejidad de las redes de distribución de agua potable actuales, que presentan un diseño particular según la zona y los condicionantes específicos de cada emplazamiento, generan cada vez más dificultades para su gestión y mantenimiento eficiente. Estas redes se vieron comprometidas en origen por la propia ubicación de los asentamientos, y el crecimiento y desarrollo de los núcleos urbanos, y han ido evolucionando de acuerdo con los sucesivos criterios técnicos de diseño que se han adoptado con el tiempo (Gómez-Martínez y Martín-carrasco 2017).

Eficiencia

Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado (RAE, 2009), como tal, existe capacidad o eficiencia técnica, económica, social, ambiental e institucional. La presente tesis, por los objetivos que se plantean, está abocada estrictamente a la eficiencia técnica del sistema de agua potable, como tal, la eficiencia técnica está íntimamente relacionada con la eficiencia hidráulica.

Eficiencia hidráulica

La eficiencia hidráulica se define como la relación entre la capacidad de captación, conducción y distribución del agua con la que cuenta un sistema hidráulico de abastecimiento urbano, y la capacidad real con la que funciona dicho sistema.

El tema se desarrolla partiendo del concepto de eficiencia: cumplir con objetivos, en este caso en particular prestación de un servicio, empleando los menos recursos posibles. Para poder proyectar el concepto, propiamente a eficiencia en redes de distribución de agua potable, los operadores deben de tener como base que se debe de cumplir con la continuidad en el servicio, presión adecuada de servicio (dentro del marco que la reglamenta) y por último cumplir con los parámetros necesarios para que el agua no presente alguna amenaza para la salud. Todo esto empleando los menos recursos: agua, energía e infraestructura necesaria. (Pérez Alfaro, 2016).

- **Eficiencia Hidráulica en la Captación**

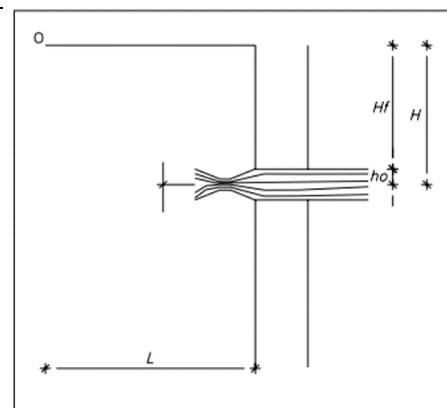
Está dada por la relación de agua que ingresa a la estructura y la capacidad que tiene de poder almacenar el recurso hídrico por un espacio de 3 a 5 minutos.

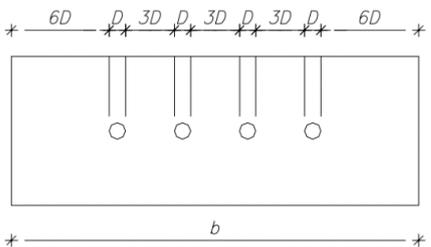
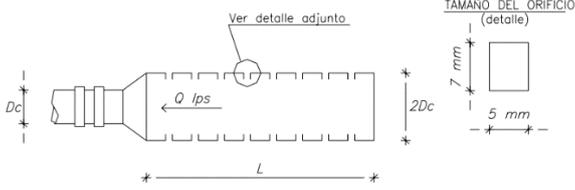
También, la Organización Panamericana de la Salud (OPM), nos brinda una metodología para el dimensionamiento de una captación, el cual debe cumplir con estos requerimientos mínimos para que pueda ser considerada eficiente. El procedimiento se muestra a continuación:

TABLA 10. Determinación de dimensiones óptimas de una captación de ladera.

a) **Diseño hidráulico y dimensionamiento de captación de un manantial de ladera.**

Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto.



<p>Carga disponible y pérdida de carga</p>	$h_0 = 1.56 \frac{V_2^2}{Cd}$ $H = H_f + h_0$	<p>V2= Velocidad de pase (se recomienda valores menores o iguales a 0,6 m/s). Cd = Coef. de descarga en el punto 1 (se asume 0,8)</p>
<p>Calculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda: $L = H_f / 0.30$</p>		
<p><u>Número de orificios:</u> Se recomienda usar diámetros (D) menores o iguales de 2". Si se obtuvieran diámetros mayores, será necesario aumentar el número de orificios (NA)</p>	$NA = \frac{\text{Área del diámetro calculado}}{\text{Área del diámetro asumido}} + 1$ $NA = \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 + 1$	 <p>"d" el diámetro de la tubería de entrada "b" el ancho de la pantalla NA = Número de orificios</p>
<p>Ancho de la pantalla (b) (Para determinar el ancho de la pantalla es necesario conocer el diámetro y el número de orificios que permitirán fluir el agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda.)</p>	<p>b = 9D + 4 NAD</p>	
<p>Altura de la cámara húmeda</p>	$H = 1.56 \frac{V^2}{2g}$ <p>(Se recomienda una altura mínima de H=30 cm)</p>	<p>H = Carga requerida en m V = Veñpc. Prom. salida de la tubería de la línea de conducción en m/s G = Acel. de la grav. igual 9,81 m/s²</p>
<p>Dimensionamiento de la canastilla (Para el dimensionamiento se considera que el diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción, Dc)</p>	<p>At = 2 Ac</p> $A_c = \frac{\pi D_c^2}{4}$  <p>Nº ranuras = $\frac{\text{Área total de ranuras}}{\text{Área de ranuras}} + 1$</p>	
<p>Tubería de rebose y limpia</p>	$D = \frac{0.71Q^{0.38}}{S^{0.21}}$	<p>D = Diámetro en pulgadas Q = Gasto máximo de la fuente en lps S = Pérdida de carga unitaria en m/m</p>

b) Diseño estructural		
Empuje del suelo sobre el muro (P)	$P = \frac{C_{ah} \delta_s h^2}{2}$	$C_{ah} = \text{Coeficiente de empuje } \left(C_{ah} = \frac{1 - \text{sen} \phi}{1 + \text{sen} \phi} \right)$ $\delta_s = \text{Peso específico del suelo } \text{tn/m}^3$ $h = \text{altura del muro sujeto a presión del suelo en m}$ $\phi = \text{Ángulo rozamiento interno del suelo (cohesión)}$
Momento de vuelco (Mo)	$M_o = P \times Y$	Donde: $Y = h / 3$
Momento de estabilización (Mr)	$M_r = W \times X$	Donde: W = Peso de la estructura X = Distancia al centro de gravedad
<i>Chequeo por vuelco, por carga máxima unitaria y por deslizamiento</i>		
Chequeo por vuelco:	$C_{dv} = \frac{M_r}{M_o}$	donde deberá ser mayor de 1,6
Chequeo por carga máxima unitaria y por deslizamiento.	$P_1 = (4L - 6a) \frac{W_t}{L^2}$ $P_2 = (6a - 2L) \frac{W_t}{L^2}$	El mayor valor que resulte de P1 y P2 debe ser menor o igual a la capacidad de carga del terreno
Chequeo por deslizamiento.	$\text{Chequeo} = \frac{F}{P}$ $F = u \times W_t$	$u = \text{Coef. de fricción, suelo - estructura concreto}$ $W_t = \text{Peso total de la estructura.}$

Fuente: (Agüero 2004)

Elaboración del cuadro: El autor

- **Eficiencia Hidráulica en la línea de Conducción**

La eficiencia de conducción (Ec) está dada por la relación entre la cantidad de agua que entra (V_{ce}) y la cantidad de agua que sale (V_{cs}) de la red de conducción (PSI 2004, CONAGUA 2009).

$$Ec = \frac{V_{cs}}{V_{ce}} \quad \text{Ec. 1}$$

$$Ec(\%) = \frac{V_{cs}}{V_{ce}} \times 100 \quad Ec. 2$$

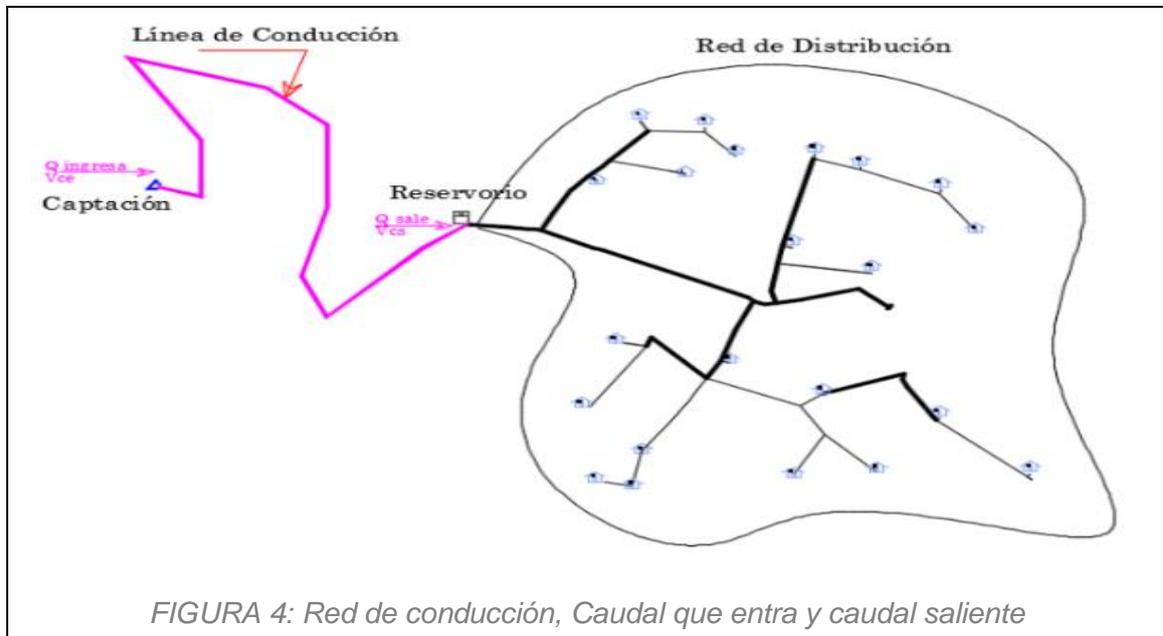


FIGURA 4: Red de conducción, Caudal que entra y caudal saliente

Elaboración Propia

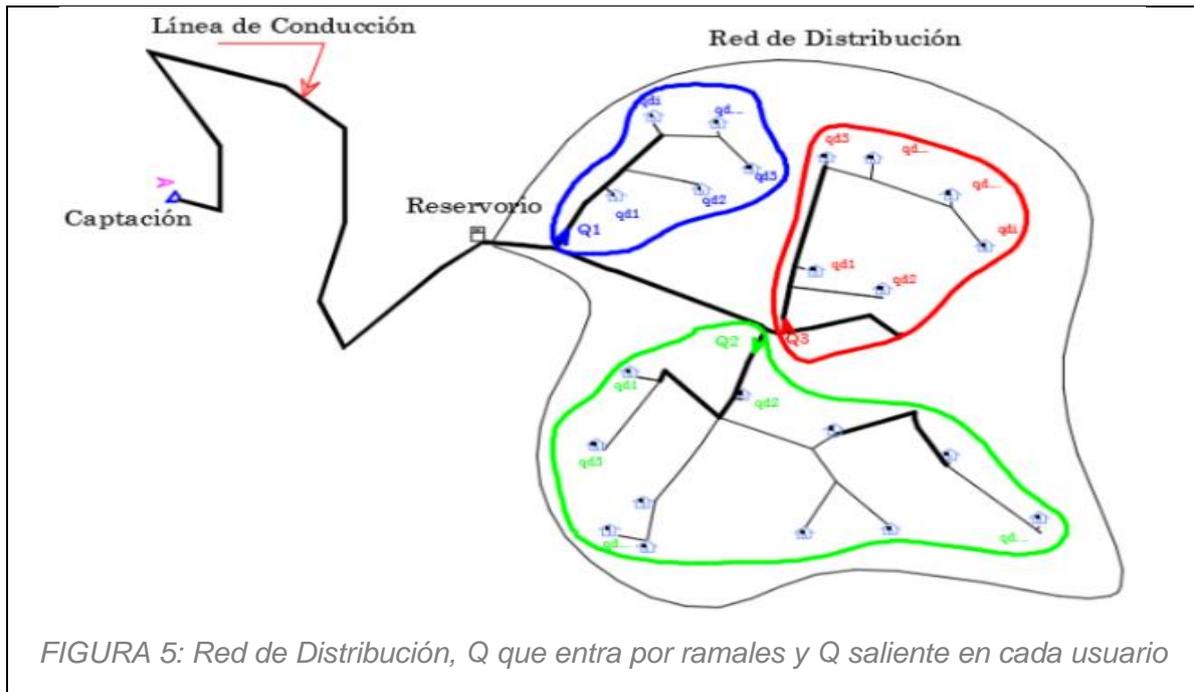
- **Eficiencia Hidráulica en la línea de Distribución**

La eficiencia de Distribución (E_d) está dada por la relación entre la cantidad de agua que se entrega en un sector o ramal de distribución (V_{de}) y la sumatoria de los caudales o volúmenes distribuidos a los usuarios del ramal o sector abastecido (V_{ds}) de la red de distribución (PSI 2004, CONAGUA 2009)

Está dada por la siguiente expresión:

$$E_d = \frac{V_{ds}}{V_{de}} \quad Ec. 3$$

$$E_d(\%) = \frac{V_{ds}}{V_{de}} \times 100 \quad Ec. 4$$



Elaboración Propia

Operación y Mantenimiento

- **Operación:** conjunto de acciones adecuadas y oportunas que se efectúan para que todas las partes del sistema funcionen en forma continua y eficiente según las especificaciones de diseño durante su vida útil.
- **Mantenimiento:** conjunto de acciones que se realizan con la finalidad de prevenir o corregir daños que se produzcan en las instalaciones.
 - a. **M. Preventivo:** Es el que se efectúa con la finalidad de evitar problemas en el funcionamiento de los sistemas.
 - b. **M. Correctivo:** Es el que se efectúa para reparar daños causados por acciones extrañas o imprevistas, o deterioros normales del uso.

SIASAR (2017)

La operación y mantenimiento está referida a las actividades de mantener en óptimas condiciones del servicio prestado, distribución de caudales, manejo de válvulas, limpieza, cloración del sistema, desinfección, reparaciones, presencia de un operador y sectorización, como también, la disponibilidad de herramientas, repuestos y accesorios para remplazos o reparaciones; protección de la fuente y planificación anual del mantenimiento de todo el sistema de saneamiento y el servicio que se brinda al domicilio de todos los beneficiarios (León Obando 2012).

- **Eficiencia de la Operación y Mantenimiento**

Para la determinación de la eficiencia de la Operación y Mantenimiento del Sistema Agua Potable del centro poblado Llimbe, utilizaremos una adaptación del formato utilizado por PROPILAS CARE-PERÚ, datos que serán determinados por encuestas.

TABLA 11. Indicadores para determinar la Eficiencia de la Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable del C.P. Llimbe.

Indicadores para determinar la Eficiencia de la Operación y mantenimiento				
Factores o determinante	Sostenible	En proceso de deterioro	En grave proceso de deterioro	Colapsado
Puntajes a Calificar	4	3	2	1
a) Plan de mantenimiento	Si se cumple	Sí, pero a veces	Sí, pero no se cumple	No existe
b) Participación de usuarios	Si	Sólo la junta	A veces algunos	No
c) Cada que tiempo realizan la limpieza	4 veces al año o más	3 veces al año	1 o 2 veces	No se hace
d) Cada que tiempo realizan la cloración	Entre 15 a 30	Cada tres meses	Más de tres meses	Nunca
e) Prácticas de conservación de la fuente	Vegetación natural	Forestación/ Zanjas de infiltración	-----	No existe
f) Quien se encarga de los servicios de gasfitería	Gasfitero/ operador	Los directivos	Los usuarios	Nadie
g) Remuneración de gasfitero	Si	-----	-----	No
h) Cuentan con herramientas	Si	-----	-----	No
Eficiencia de la OyM (%) :	$\sum_{i=a}^{n=h} \left(\frac{i}{32}\right) \times 100$ <i>Ecuación 5</i>			

Fuente: adaptación de formato utilizado por PROPILAS CARE-PERÚ

Gestión Administrativa de la Junta administradora de servicios de saneamiento (JASS) en base a indicadores

La gestión es Conjunto de métodos, procedimientos y estrategias combinadas que se aplican para desarrollar procesos de organización, planificación, dirección y control de una empresa (Medina 2009).

La gestión del saneamiento es un proceso permanente, continuo y participativo de acciones, políticas y normas técnicas, orientadas a promover la adecuada prestación de los servicios para mejorar las condiciones de salubridad y calidad de vida de la población Municipalidad Provincial de Jaén, Cosucode, Care y Propilas (2003) .

- *Eficiencia de la Gestión Administrativa*

Para la determinación de la eficiencia de la Gestión Administrativa del Sistema Agua Potable del centro poblado Llimbe, utilizaremos una adaptación del formato utilizado por PROPILAS CARE-PERÚ, datos que serán determinados por encuestas.

TABLA 12. indicadores para determinar la Eficiencia de la Gestión Administrativa del Sistema de Agua Potable del C.P. Llimbe.

Indicadores para determinar la Eficiencia de la Gestión Administrativa				
Puntajes a Calificar	4	3	2	1
a. Formalización de la JASS	SI	-----	-----	No
b. Responsable de la administración del servicio	JASS	Núcleo ejecutor	Municipalidad / Autoridades	Nadie
c. Tenencia del expediente técnico	JASS/ JAP	Comunidad/ Núcleo ejecutor	Municipalidad	No sabe
d. Herramientas de gestión: 1 Estatutos. 2 Padrón de asociados. 3 Libro de Caja. Recibos de pago. 4 Libro de actas	Todas	Al menos 3 de las opciones anteriores	Al menos 1 de las opciones anteriores.	no usan ninguna herramienta de gestión.
e. Número de usuarios en padrón de familias (Cobertura)	Es igual que el nº de familias que se abastecen con el sistema.	-----	Es menor que el nº de familias que se	No hay padrón o no hay ningún

Indicadores para determinar la Eficiencia de la Gestión Administrativa				
Puntajes a Calificar	4	3	2	1
			debe abastecer con el sistema	usuario inscrito.
f. Cuota familiar (Si hay)	Si pagan	-----	-----	No pagan
g. Cuanto es la cuota	Mayor de 3 soles	de 1.1 a 3 soles	0.1 a 1 sol	No pagan
h. Morosidad	Menor del 10%	10.1 al 50.9%	51% al 89.9%	90% a 100%
i. Número de reuniones de directiva con usuarios	3 veces al año/ mensual	1 o 2 veces al año	Sólo cuando es necesario	No se reúnen
j. Cambios en la directiva	A los 2 años	A los 3 años	Al año/ más de 03 años	No hay Junta
k. Quién escogió modelo de pileta	Esposa / la familia	El esposo	El proyecto	No hay pileta
l. N° de mujeres que participan en gestión del sistema	2 mujeres	1 mujer	-----	Ninguna
m. Han recibido cursos de capacitación	Si	-----	-----	No
n. Que cursos: 1: Limpieza, Cloración y Desinfección. 2: Operación y reparación del sistema. 3: Manejo administrativo	Todas	Al menos dos temas de los anteriores	Al menos 1 tema de los anteriores	Ningún tema
o. Se han realizado nuevas inversiones	Si	-----	-----	No
Eficiencia de la Gestión Administrativa (%):	$\sum_{i=a}^n \left(\frac{i}{60}\right) \times 100 \quad \text{Ecuación 6}$			

Fuente: adaptación de formato utilizado por PROPILAS CARE-PERÚ

Sostenibilidad de los Sistemas

Se definen como tal, a los sistemas que cuentan con una infraestructura en óptimas condiciones y brindan un servicio con calidad, cantidad y continuidad.

PROPILAS CARE-PERÚ, en el 2007, indica que la evaluación de los sistemas se obtiene a través de la generación del índice de sostenibilidad, obtenido de la cuantificación de 3 factores que se evaluarán en el presente estudio de investigación, los cuales son:

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

Los criterios evaluados para cada uno de los factores o dimensiones, se encuentran en la Tabla 11, 12 y 13: Criterios de Evaluación para los Sistemas de Agua Potable Rural.

TABLA 13. Criterios de la Evaluación para Definir el Estado de la Infraestructura del Sistema de Agua Potable del C.P. Limbe.

Indicadores para Determinar el Estado de la Infraestructura del Sistema				
Puntajes a Calificar	4	3	2	1
A Estado de la Infraestructura del Sistema				
a) Captación				
- Cerco Perimétrico	Si tiene en buen estado	Si tiene en mal estado	-----	No tiene
- Estado de la estructura	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Válvulas	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tapa sanitaria	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Accesorios	Bueno	Regular	Malo	No tiene
b) Cámara rompe presión CRP 6				
- Estructura	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tapa sanitaria	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Canastilla	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tubería de limpieza y rebose	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Dado de protección	Bueno	Regular	Malo	No tiene
c) Línea de conducción				
- Como está la Tubería	Cubierta totalmente	Cubierta parcial	Malograda	Colapsada
* Si lo tuviera. Estado de los pases	Bueno	Regular	Malo	Colapsada
d) Planta de tratamiento de aguas				
- Estado de la estructura	Bueno	Regular	Malo	Colapsado
e) Reservorio				

Indicadores para Determinar el Estado de la Infraestructura del Sistema				
Puntajes a Calificar	4	3	2	1
- Estado de la estructura	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Cerco Perimétrico	Si tiene en buen estado	Si tiene en mal estado	-----	No tiene
- Tapa sanitaria	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Cajas de Válvulas	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Canastilla	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tubería de limpieza y rebose	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tubo de ventilación	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Válvulas (flotadora, de entrada, salida, desagüe)	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Dado de protección	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Cloración por goteo	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Grifo de enjuague	Bueno	Regular	Malo	No tiene
f) Línea de aducción y red de distribución				
- Tubería	Cubierta totalmente	Cubierta parcialmente	Malograda	-----
- Estado de pases aéreos (si tiene)	Bueno	Regular	Malo	No tiene
g) Válvulas				
- Válvulas de aire	Bueno	-----	Malo	No tiene y necesita
- Válvulas de purga	Bueno	-----	Malo	No tiene y necesita
- Válvulas de control	Bueno	-----	Malo	No tiene y necesita
h) Cámara rompe presión CRP 7				
- Estructura	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Cerco Perimétrico	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tapa sanitaria	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tapa de caja de válvulas	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Canastilla	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Tubería de limpieza y rebose	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Válvulas (flotadora, de control)	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Dado de protección	Bueno	Regular	Malo	No tiene
i) Piletas domiciliarias				
- Pedestal	Bueno	Regular	Malo	No tiene
- Válvula de paso	Bueno	Regular	Malo	No tiene

Indicadores para Determinar el Estado de la Infraestructura del Sistema				
Puntajes a Calificar	4	3	2	1
- Grifo	Bueno	Regular	Malo	No tiene
Estado de la Infraestructura (%):	$\frac{a + b + c + d + e + f + g + h + i}{36} \times 100 \quad \dots \text{Ecuación 7}$			

Fuente: adaptación de formato utilizado por PROPILAS CARE-PERÚ

El índice de sostenibilidad se determina de la siguiente manera:

$$\text{IS: } 50\% (\text{ES}) + 25\% (\text{G}) + 25\% (\text{OyM}) \quad \dots (\text{Ecuación. 8})$$

TABLA 14. Calificación de la Sostenibilidad del Sistemas de Agua

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

Fuente: PROPILAS CARE – PERÚ

Sistemas en proceso de deterioro

Son sistemas que muestran una tendencia negativa tanto en el aspecto de organización (mala gestión y deficiente operación y mantenimiento) como en el estado de la infraestructura (deterioro de sus componentes), evidenciándose por las fallas en la cantidad de agua, la continuidad y la calidad de la misma. Dentro de este grupo se ha podido determinar una sub categorización como son los sistemas:

Sistemas en proceso de deterioro: agrupa a los sistemas que tienen deficiente gestión en la administración, operación y mantenimiento. Son los sistemas que presentan un proceso de deterioro en la infraestructura, ocasionando fallas en el servicio en cuanto a la continuidad, cantidad y calidad; con disminución en la cobertura, con deficiencias en el manejo económico, tienen un alto grado de morosidad o no pago por el servicio. La operación y mantenimiento no son los adecuados y presentan deficiencias en la distribución del servicio. Las fallas de estos sistemas pueden ser

superadas mediante una buena capacitación a los usuarios y un buen asesoramiento a la directiva.

Sistemas en grave proceso de deterioro: Son sistemas que muestran una desorganización casi total, recayendo la responsabilidad de la gestión y administración en uno / dos dirigentes o en las autoridades del caserío. La operación y mantenimiento no se realiza o se realiza eventualmente (una vez por año), pero que además las fallas en la infraestructura son mayores o requiere de inversiones económicas importantes.

Sistemas colapsados: Son sistemas abandonados que no brindan el servicio. (MVCS, 2004)

Prueba del Esclerómetro

El esclerómetro es un instrumento de medición empleado, generalmente, para la determinación de la resistencia a compresión en concreto. Estos son ensayos no destructivos que permiten evaluar la calidad del concreto en elementos de concreto armado. Este ensayo utiliza el esclerómetro de Schmidt, que mide la dureza superficial del concreto a partir del rebote de una masa incidente después de impactar contra la superficie de estudio. Estos ensayos se deberán realizar, según la Norma A.S.T.M. C805M/ C805M-13a. (ASTM, 2013)

Presión estática y dinámica

La presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m. En caso de abastecimiento de agua por piletas, la presión dinámica mínima será 3,50 m a la salida de la pileta.

Metodología utilizada por CONAGUA para determinar la eficiencia hidráulica en un sistema

No hay un indicador específico para determinar el valor de la eficiencia hidráulica; sin embargo, la manera más práctica de valorarla es a través de algunos parámetros sobre la disponibilidad espacial y temporal del agua a los usuarios. Algunos de estos parámetros son:

- Consumo unitario de los usuarios (L/hab./día).
- Continuidad del servicio de agua (horas/día).

- Déficit entre el caudal de agua disponible en la red y el caudal de agua requerido por los usuarios (%).
- Presión media del agua en la red de distribución (kg/cm²).
- Calidad del agua (cloro residual).

(CONAGUA 2012)

TABLA 15. Parámetros de la Eficiencia Hidráulica - CONAGUA, 2012

	Parámetros	Indicadores	Categorías			
			1	2	3	4
Eficiencia Hidráulica	Oferta hídrica	Caudal	1 Malo < 0.80	2 Regular 0.80-1	3 Bueno 1-1.30	4 Óptimo > 1.30
	Continuidad	Horas de agua	1 Malo < 8	2 Regular 8-16	3 Bueno 16-20	4 Óptimo > 20
	Cobertura Poblacional	% Cobertura	1 Malo < 50%	2 Regular 50-65%	3 Bueno 65-80%	4 Óptimo > 80%
	Calidad del agua	Cloro residual (mg/L)	1 No cloran	2 Defecto < 0.5	3 Exceso > 1.0	4 Normal: 0.5 a 1.0
	Presión media del agua en la red de distribución	kg/cm ²	1 Defecto < 5	2 Exceso > 50	---	4 Normal: 5 a 50

Fuente: Elaboración propia

Con el alto grado de desarrollo que está alcanzando la sociedad, cada día se valora de forma más clara la conservación de los recursos hídricos disponibles a través del uso eficiente del agua. Es decir, optimizar la eficiencia global del sistema, que es la relación entre el agua producida y la consumida (Marian Martín. 2017). De ahí la importancia que tiene la infraestructura en el sistema de agua potable, debido a que el estado de la infraestructura está en relación directa a la eficiencia hidráulica que brinda cada componente del sistema.

2.3 DEFINICIONES Y TÉRMINOS BÁSICOS

Aforo

Medición del caudal o gasto CONAGUA (2009).

Cámaras rompe presión (CRP)

Es un dispositivo, de diversos tamaños y materiales de acuerdo al caudal, en contacto con la presión atmosférica y permite bajar la presión hasta cero y se usa cuando la presión estática y/o dinámica, supera el esfuerzo de trabajo del material del conducto, con la finalidad de evitar daños en la tubería y el colapso de estas CONAGUA (2009).

Centro Poblado del Ámbito Rural

Centro poblado (CP) que no exceda los 2,000 habitantes, de acuerdo a las definiciones y cifras oficiales del INEI. Excepcionalmente la SUNASS podrá incluir dentro de esta calificación o excluir de la misma a centros poblados, de acuerdo a criterios previamente establecidos. Municipalidad Provincial de Jaén, COSUCODE, CARE y PROPILAS (2006)

Consumo de agua

Volumen de agua utilizado para cubrir las necesidades reales de los usuarios. Hay diferentes tipos de consumos los cuales son: doméstico y no-doméstico. (CONAGUA 2009)

Dotación

La dotación es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas en la red en un día medio anual; sus unidades están dadas en L/hab./día.

La dotación se obtiene a partir de un estudio de Balance de Agua, dividiendo la suma del consumo total, que incluye servicio doméstico, comercial, industrial y de servicios públicos, más las pérdidas de agua, entre el número de habitantes de la localidad. También, la podemos calcular, mediante la ecuación 7:

$$Dot = \frac{Vol_{sc}}{n \times 365} \times 100 \quad \dots \text{Ecuación 9}$$

Donde:

Vol_{sc} = Volumen suministrado al sistema en un año corregido (m³)

Dot = Dotación (l/hab./día)

np = Número de habitantes servidos de la calidad

CONAGUA (2009)

Gasto, Caudal

Volumen de agua medido en una unidad de tiempo; generalmente se expresa en litros por segundo. CONAGUA (2009)

Reservorio

Estructura para almacenar el agua y abastecer a la población, mantener una presión adecuada en las redes y dar un buen servicio. Está conformada por un depósito de almacenamiento y una caseta de válvulas para el control de entrada y salida del agua. Los reservorios pueden ser apoyados o elevados. (Mejía, A., Castillo, O., Vera, R. 2016)

Válvula de aire, válvula de purga.

Son estructuras complementarias del sistema de agua que se emplean para detener o controlar un flujo de agua en tuberías a presión. Pueden ser accionadas manualmente o por medios automáticos o semiautomáticos.

- **Válvulas de aire:** se colocan en partes altas de la línea de conducción – terrenos con topografía accidentada- se utiliza para eliminar las burbujas de aire en la tubería.
- **Válvulas de purga:** se colocan en partes bajas de la línea de conducción –terrenos con topografía accidentada- se colocan para evacuar los sedimentos acumulados en estos puntos, utilizando la misma fuerza dinámica del flujo y son válvulas del tipo compuerta.
(CONAGUA 2007)

Vida útil

Es el tiempo en el cual se estima que la obra o elemento del proyecto funciona adecuadamente (CONAGUA 2007).

La norma general para el diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales, en Perú, recomienda un período de diseño de 20 años para estructuras: captaciones, reservorios, etc. (Agüero 2004)

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA EN ESTUDIO

FIGURA 6: Ubicación en América del Sur, en el Perú y en Cajamarca

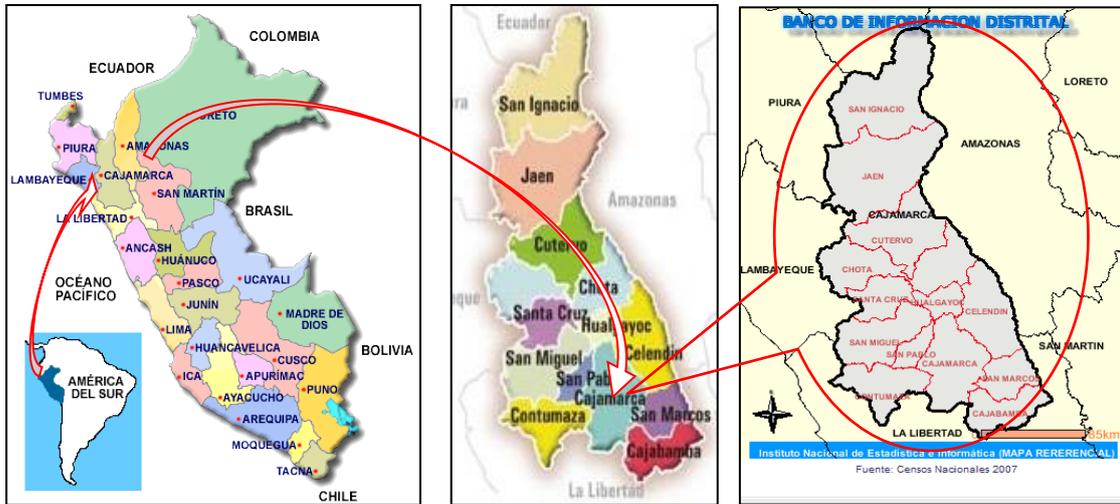
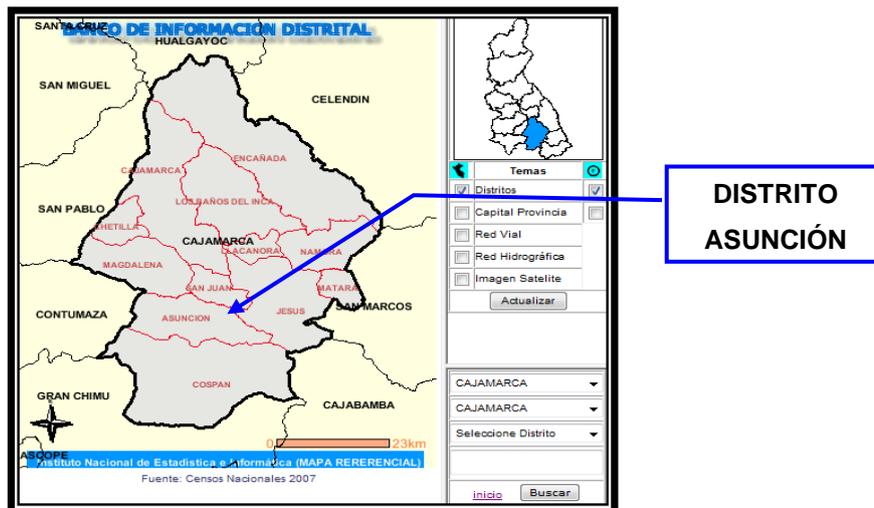
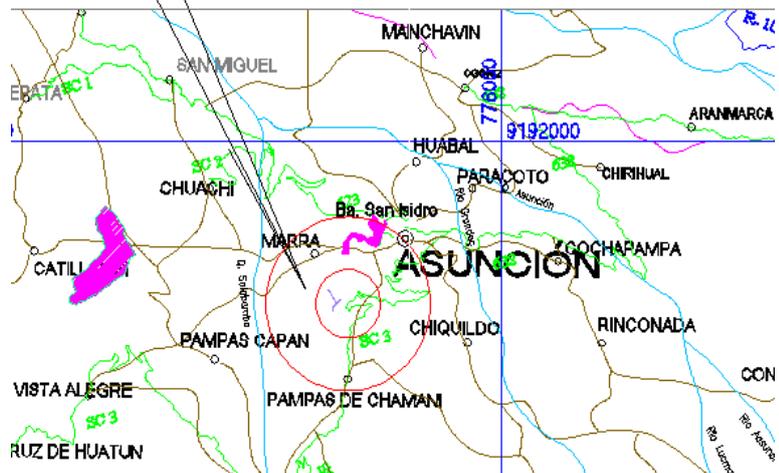


FIGURA 7: Ubicación en la provincia de Cajamarca



UBICACIÓN de la ZONA de ESTUDIO

FIGURA 8:
Ubicación del
Sistema – Llimbe



Características Locales.

- Ubicación Política

Departamento	:	Cajamarca
Provincia	:	Cajamarca
Distrito	:	Asunción
Centro Poblado	:	Llimbe

- Condiciones climáticas

El clima de la zona donde se encuentra la comunidad de Llimbe es variado, propio de la sierra norte, con precipitaciones pluviales que se presentan con mayor intensidad en los meses de diciembre a marzo; tiene una temperatura mínima de 10° C y máxima de 28° C.

- Fisiografía

Llimbe, presenta un tipo de terreno con pendientes de más de 30%, correspondiendo dicha inclinación a una topografía accidentada. Desde los manantiales, atravesando las zonas con laderas de mediana pendiente donde se encuentran la mayoría de viviendas. El suelo es franco arcilloso-limoso.

- Recursos Hídricos

El CP Llimbe sólo cuenta con 02 fuentes de agua subterránea –*manantiales de ladera*-, las cuales son utilizadas para el suministro de agua potable, por lo que se ha evaluado la cantidad, calidad y continuidad. Estas fuentes de agua se ubican aproximadamente a 1000 m de la concentración de viviendas más notoria, y son las que abastecen a esta zona.

Para la elaboración del presente estudio se realizaron aforos en la salida de los 02 manantiales, denominados: *El Higuierón*, ubicado a 2650 msnm, cuyo caudal promedio es de 0.29 l/s en época de lluvias y de 0.15 l/s en temporada de estiaje, y en el manantial llamado *la Cortadera*, ubicado a 2605 msnm, cuyo caudal promedio es de 0.06 l/s en época de lluvias y de 0.03 l/s en temporada de estiaje, de acuerdo a los aforos que se realizaron, a través del método volumétrico.

Así mismo, existe una quebrada seca, la cual se activa en los periodos de lluvia, exponiendo a peligros de huaycos a la captación *El Higuierón*.

- **Piso Ecológico**

El CP Llimbe está ubicado entre los 2200 y 2700 m.s.n.m. y según la clasificación de las Regiones Naturales del Perú del Doctor Javier Pulgar Vidal se ubica entre la Región Yunga y la Región Quechua, comprendida entre los 500 a 2500 y 2500 a 3500 m.s.n.m., respectivamente.

De acuerdo a sus características físico, geomorfológicas y topológicas de la zona, tiende más a una Región Quechua. El clima en esta región es templado y particularmente seco, con lluvias periódicas y abundantes desde el mes de diciembre hasta el mes de marzo, y con sequía durante los otros meses del año.

3.2 MÉTODO

Esta investigación se realizó a partir del mes de septiembre 2017 y una última visita que se realizó el fin de mes, octubre, de 2018.

3.3 PROCEDIMIENTO

✓ **Ensayo**

Prueba de cloro residual.

Con equipo y personal correspondiente se hizo un ensayo de la resistencia del concreto, a través de un esclerómetro.

✓ **Encuestas**

Se realizaron encuestas tanto a los beneficiarios como al concejo directivo de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento. La encuesta que se realizó a los beneficiarios fue sobre comportamiento familiar. La encuesta que se realizó al concejo directivo de las JASS sobre la gestión de los servicios.

✓ **Evaluación hidráulica**

Se realizaron aforos de los manantiales que abastecen al sistema de agua potable del C.P. Llimbe, así como también se calculó el volumen de almacenamiento necesario para satisfacer a la totalidad de la población.

Se realizó la medición de las presiones en la línea de conducción con un manómetro (adaptado a una manguera y accesorios para la instalación),

en coordinación con operador de la JASS para poder adaptarlo a la línea de conducción. También se realizó la medición de las presiones en la línea de distribución en las piletas domiciliaria. En las captaciones se tomó un tratamiento especial, en el caso de la Captación El Higuerón se midió a 1m de esta en la línea de conducción, y en la captación La Cortadera, se midió 2m antes de ingresar a esta. También se realizó la medición de las presiones en la red de distribución, para esto se tomó como referencia las piletas domiciliarias

La evaluación de la calidad del agua se realizó a través del análisis físico-químico y bacteriológico del agua de las fuentes, además de la determinación del cloro residual en el agua potable de consumo humano.

El ensayo de la resistencia del concreto de los muros del reservorio se hizo a través del ensayo con esclerómetro –ensayo de auscultación no destructivo. Evaluación del tiempo de retención de agua en las captaciones existentes, para comprobar si cumple con las dimensiones adecuadas para almacenar el agua de 3 a 5 minutos. Así mismo, se evaluó el estado físico de las estructuras registrando las características que estas presentan.

✓ **Otros**

Con ayuda de un GPS, se fueron tomando las coordenadas de los puntos donde se encuentran los componentes del sistema, tales como Captación, reservorio, CRP6, CRP7, entre otras y algunos puntos de abastecimiento domiciliario (piletas) para obtener un plano de actual de los diferentes componentes del sistema de agua potable.

A través de programas computacionales (Auto-Cad, Excel y Water-Cad) se realizó el procesamiento de los datos obtenidos en campo, se evaluó la presión calculada versus la presión obtenida en campo a través de un manómetro.

A través de programas computacionales (*M. Excel*) se evaluó los diámetros óptimos –según cálculos- y los diámetros existentes en campo.

Las visitas realizadas a la comunidad y a los componentes hidráulicos del sistema fueron registradas en imágenes fotográficas, con acompañamiento de un representante del consejo directivo de la JASS.

3.4 METODOLOGÍA

Tipo, nivel, diseño y método de investigación

- Nivel: Descriptivo – explicativo
- Diseño: se ha considerado una metodología por objetivos.
- Método: Científico, con alcance de análisis, **deductivo**, descriptivo, cuantitativo, etc.

El diseño de la investigación utilizada, para el desarrollo adecuado de la tesis, con el fin de cumplir con los objetivos es la siguiente: Recopilación de antecedentes preliminares. En esta etapa se realizará la búsqueda, el ordenamiento, análisis y validación de los daños existentes.

Este diseño se grafica de la siguiente manera:

M ----- O ----- A ----- E

M= Muestra.

O= Observación.

A= Análisis.

E= Evaluación.

TABLA 16. Otros datos acerca la investigación

<i>Criterio</i>	<i>Tipo de investigación</i>
Fuente de datos	Primaria
Temporalidad	Transversal
Contexto donde se desarrolla	Campo, gabinete
Intervención disciplinaria	Unidisciplinario

Fuente: elaboración propia

Población de estudio

El sistema de agua potable del Centro Poblado Llimbe, Asunción – Cajamarca, año 2017, constituida por 155 usuarios

Muestra

Para la determinación de la muestra se utilizará el método no probabilístico cuyo tipo de muestreo utilizado es el **muestreo por conveniencia**, elegido al azar la población encuestada. El valor de la muestra será de 30 usuarios.

Unidad de análisis

Será la evaluación de cada uno de los elementos que conforman el sistema de agua potable, la JASS y las personas del centro poblado Llimbe.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Son todas las herramientas o instrumentos que nos permitirán obtener los datos en campo –observando la realidad *in situ* y preguntando a los pobladores de la zona en estudio-, y para la posterior gestión de todos los datos recogidos.

TABLA 17. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Fuente	Técnica	Instrumento
Sistema de agua potable del centro poblado Llimbe.	Observación directa.	Guía de observación.
	Ensayos: Medición de resistencia de concreto con esclerómetro.	Cámara fotográfica.
	Medición de caudal.	Esclerómetro.
	Medición de presión con manómetro.	Manómetro.
Usuarios y JASS del centro poblado Llimbe.	Registro de coordenadas de componentes del sistema.	GPS Wincha.
	Encuestas	Formatos.
	Entrevistas.	Grabadora de audio.
Sistema de agua potable del centro poblado Llimbe.	Observación en campo.	Cámara fotográfica.
	Análisis y procesamiento de datos recogidos en campo.	Programas computacionales.

Fuente: elaboración propia

Análisis e interpretación de datos

El resultado del análisis e interpretación de datos se presentarán, detalladamente, en función al análisis de los datos recogidos en *in situ*, en forma de tablas y gráficas, las cuales nos servirán para la interpretación de los datos obtenidos y la evaluación final de los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación.

Utilizando la técnica de análisis cuantitativo de la información obtenida en campo, cuyo análisis estadístico fue descriptivo y diferencial, se obtuvieron los resultados del sistema, que se muestran en el capítulo IV, teniendo como marco nuestra base teórica antes descrita.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se procedió a la determinación de la eficiencia hidráulica, tomando en cuenta la infraestructura, Operación y Mantenimiento y la Gestión, del sistema de agua potable en el Centro Poblado Llimbe, Distrito de Asunción – Cajamarca.

4.1 Estado actual de los componentes del Sistema de Agua Potable

La población de Llimbe –según información emitida por el Sr. Walter Narro Córdova, secretario de la JASS, en las diferentes visitas realizadas la zona de estudio-, actualmente cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable que fue construido en el año 1991 por CARE. Con el paso del tiempo y la inadecuada operación y mantenimiento del sistema de agua potable se ha ido deteriorado algunas estructuras como la captación y el reservorio. Por lo que en el año 2014 la ONG WFP realizó un mejoramiento de estas estructuras, más no se cambiaron redes de conducción ni de distribución.

i. Entidad que construyó el sistema

CARE, en cooperación con la Municipalidad Distrital de la Asunción.

ii. Año de construcción del sistema

El año de construcción del sistema fue en el año 1991.

iii. Tipo de sistema de abastecimiento

Tipo de sistema de abastecimiento es por gravedad.

iv. Abastecimiento

Actualmente el centro poblado Llimbe se abastece de agua de 02 manantiales de ladera, llamados "*El higuero*" y "*La Cortadera*".

A continuación, se describirán los diferentes componentes del sistema de agua potable del centro poblado Llimbe, describiendo su situación actual y evaluando el estado de las estructuras, tales como captaciones, válvulas, reservorio, cámaras rompe presión, piletas domiciliarias. Así mismo, se evaluó si las estructuras actuales cumplen con los diferentes parámetros que deben tener.

TABLA 18. Estado de Captaciones Existentes Encontradas en la Zona de Estudio

a. Captación	Dimensiones (m)	Caudal	Cámara colectora o cámara húmeda	Comentarios
<p>El higerón (C. Ladera, Estructura de concreto) <u>Coordenadas</u> UTM (wgs84): Este:773284 Norte:9188665 Altura:2650</p>	<p>Cámara de filtros: <i>Rectangular</i> - Largo: 2.60 - Ancho: 1.30 - Alto: 1.00</p> <p>Cámara Húmeda: - Largo: 0.95 - Ancho: 0.95 - Alto: 1.00 eMuros: 0.10</p>	<p>Caudal promedio de 0.29 l/s en época de lluvias y de 0.15 l/s en temporada de estiaje</p>	<p>Con presencia de raíces, algunos insectos y telas de araña alrededor de las paredes.</p> <p>Paredes con coloración rojiza-amarillenta</p> <p>Posee 04 llorones de PVC Ø 2"</p>	<p>Identificación de peligros: Huaycos, riesgo de avenidas por las intensas lluvias.</p> <p>Dados de protección: en mal estado.</p> <p>No cumple su función. Tubería de limpieza/rebose sin protección, lo cual hace propenso el ingreso de insectos y/o roedores que contaminarían el agua causando enfermedades en los usuarios.</p> <p>Tapas sanitarias: en buenas condiciones</p> <p>Turbidez: El día de la visita, esta se mostraba con cierta turbidez, aunque el Sr. Secretario de la JASS, mencionó que el agua se vuelve turbia –más intensa incluso- cuando hay fuertes lluvias.</p> <p>Accesorios en buenas condiciones como: canastilla, Tubería de salida, caja de válvulas, cono de rebose, tubería de limpieza, tapas sanitarias.</p>

a. Captación	Dimensiones (m)	Caudal	Cámara colectora o cámara húmeda	<u>Comentarios</u>
<p>La Cortadera (C. Ladera, Estructura de concreto) <u>Coordenadas UTM</u> (wgs84): Este:773405 Norte:9188738 Altura:2605</p>	<p>Cámara de filtros: - Aletas: 1.70 - Ancho entre aletas: 2.80 a 0.95 - Alto: 1.00</p> <p>Cámara Húmeda: - Largo: 0.95 - Ancho: 0.95 - Alto: 1.00 eMuros: 0.10</p>	<p>Su caudal promedio es de 0.06 l/s en época de lluvias y de 0.03 l/s en temporada de estiaje.</p>	<p>En buen estado, sin presencia de Paredes con coloración rojiza- amarillenta.</p> <p>Posee 03 llorones de PVC Ø 2"</p>	<p><u>Identificación de peligros:</u> Deslizamientos y problemas de desprendimiento de rocas y/o árboles.</p> <p><u>Dados de protección:</u> deteriorada. No cumple su función.</p> <p><u>Tapas sanitarias:</u> en buenas condiciones.</p> <p><u>Turbidez:</u> El día de la visita, esta se mostraba con cierta turbidez, pero debido a que el agua de la Cap. El Higuierón se une en esta captación.</p> <p><u>Accesorios:</u> en buenas condiciones.</p>

Fuente: Elaboración propia

b. Estado de la Línea de Conducción, de la Zona de Estudio

Las líneas de conducción conducen al fluido por gravedad, dándose a través de tuberías y a presiones diferentes de la presión atmosférica.

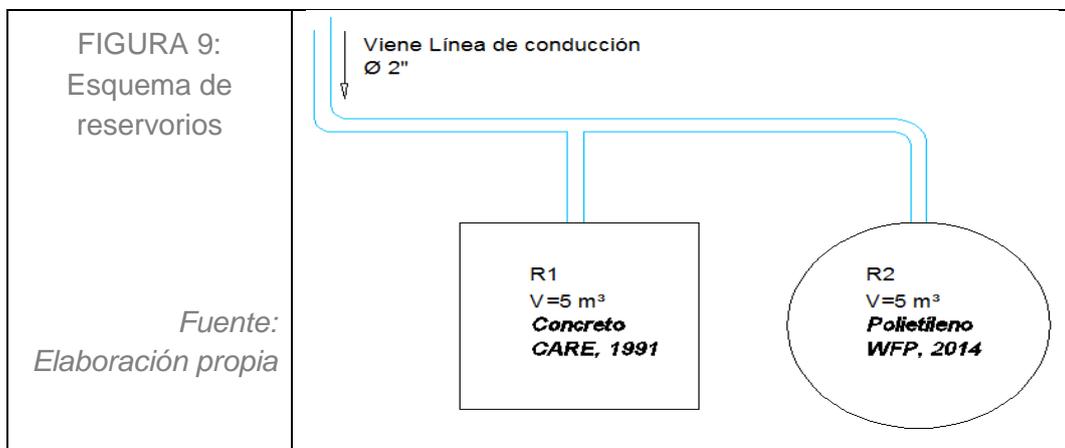
Hay un tramo de esta línea que se encuentra ligeramente descubierta.

Las características más resaltantes observadas son:

- ✓ Cota de captación "El Higuero" 2650.00 m.s.n.m.
- ✓ Cota de captación "La Cortadera" 2605.00 m.s.n.m.
- ✓ Cota de llegada al reservorio 2575.00 m.s.n.m.
- ✓ Longitud Línea de Conducción 270.50 m
(Captación - Reservorio)
- ✓ Material PVC

c. Estado de reservorios

Como parte del sistema inicial, fue construido un reservorio de 5 m³ en el año 1991 por CARE (*dimensiones 2.00 x 2.00 x 1.50 m*), el cual, al pasar el tiempo fue deteriorando progresivamente (*expresó el señor Presidente de la JASS que el reservorio tenía filtraciones por las paredes y las válvulas estaban en mal estado*), por lo que en el año 2014, tuvo una intervención por parte de la ONG Water For People, realizando un mejoramiento de la estructura, además, debido a solicitud de los pobladores –*se presupone que para evitar problemas sociales-* se instaló un reservorio adicional de polietileno de 5 m³ (*incluido caja de válvulas y accesorios necesarios*), pero sin anexar ninguna fuente de agua más. El mecanismo de abastecimiento de agua, de ambos reservorios, es por gravedad.



d. Estado de la línea de aducción y de la red de distribución

Tiene diámetros de 2", 1", 3/4" y 1/2" a lo largo de todo su recorrido, son de PVC, tiene un tramo de 30m totalmente descubierta, el resto de la tubería se encuentra totalmente enterradas, en buen estado y operativa en su totalidad, a pesar del tiempo de instalación.

e. Estado de las cámaras rompe presión CRP-7

El estado de las cámaras rompe presión han sido evaluadas en base al estado de la estructura de la cámara rompe presión CRP-7, tapas sanitarias, canastilla, tubería de limpia o rebose, dado de protección, válvulas de control, válvulas flotadoras y cerco perimétrico. Se identificaron los siguientes riesgos: Hundimiento de terreno y desprendimiento de rocas.

f. Estado de las Válvulas

Para determinar el estado de las válvulas tenemos en cuenta las válvulas de aire, válvulas de purga y válvulas de control para el caso del sistema de agua potable del Llimbe tenemos que se encuentran en buenas condiciones.

g. Estado de las Piletas domiciliarias

Para realizar el diagnóstico consideramos el 100% de las conexiones domiciliarias pertenecientes al sistema, este diagnóstico se realizó en base al estado de la estructura de las piletas, de las válvulas de paso y de los grifos; obteniéndose los siguientes resultados:

TABLA 19. Estado de las piletas domiciliarias, centro poblado Llimbe

Piletas domiciliarias	Bueno	Regular	Malo	No tiene
Estado de estructura de la pileta	84%	3%	3%	10%
Estado de válvulas de paso	84%		3%	13%
Estado del grifo	80%		7%	13%
<i>Promedio</i>	82 %	1%	4%	12%

Fuente: Elaboración propia

4.2 Eficiencia Hidráulica de la Infraestructura del Sistema de Agua Potable en el CP Llimbe, Distrito de Asunción – Cajamarca.

Determinaremos la eficiencia hidráulica de la infraestructura, basado en los componentes del sistema: captación, la línea de conducción y línea de distribución; para el cual, determinamos el caudal de las fuentes existentes en la zona de estudio:

TABLA 20. Aforo de las fuentes

Captación: El Higuero						
Volumen	4 L	Mediciones de tiempo (s)				Q
Fecha	Temporada	1º	2º	3º	Promedio	L/s
29/12/2017	lluvia	14,18	13,29	13,81	13,760	0,2907
13/05/2018	sequía	27,86	25,04	26,92	26,607	0,1503

Captación: La Cortadera						
Volumen	4 L	Mediciones de tiempo (s)				Q
Fecha	Temporada	1º	2º	3º	Promedio	L/s
29/12/2017	lluvia	72,98	72,25	71,76	72,330	0,0553
13/05/2018	sequía	135,14	136,11	134,89	135,380	0,0295

Fuente: Elaboración propia

TABLA 21. Caudal de las fuentes.

Descripción	Captación	
	El Higuero	La Cortadera
Q _{máx} =	0.2907 l/s	0.0553 l/s
Q _{mín} =	0.1503 l/s	0.0295 l/s

Fuente: Elaboración propia

a. Captación

- Dimensiones óptimas de una captación de ladera

La determinación de las dimensiones óptimas de las captaciones de ladera existente, utilizamos la tabla nº 10, obteniendo los siguientes datos:

TABLA 22. Cuadro Resumen del Diseño de la Captación del Manantial

Dimensiones / características de la captación	Calculados		Existente		Obs.
	El Higuero	La Cortadera	El Higuero	La Cortadera	
L= Dis. entre el Pto. de Aflo. y Cám. Húm	1.20 m	1.20 m	2.60 m	1.70 m	Cumplen

Dimensiones / características de la captación	Calculados		Existente		Obs.
	El Higuierón	La Cortadera	El Higuierón	La Cortadera	
Ø1= Diámetro de orificio	1"	½ "	2"	2"	Cumplen
NA= Número de orificios	2	2	4	3	Cumplen
b= Ancho de la apantalla	0.75 m	0.40 m	0.95 m	0.95 m	Cumplen
Ht= Altura de la cámara húmeda	0.50 m	0.50 m	1.00 m	1.00 m	Cumplen
Øc= Diámetro de la conducción	2"	2"	2"	2"	Cumplen
Øcanast= Diámetro de la canastilla	4"	4"	2"	2"	No Cumple
L= Long. de la canastilla	0.20 m	0.20 m	0.20 m	0.20 m	Cumplen
Ø Rebose y limpieza	1"	1"	2"	2"	Cumplen

Fuente: Elaboración propia

De los parámetros señalados en el Marco Teórico cumplen 8/9, que equivale a decir que la eficiencia hidráulica de la infraestructura del sistema de agua potable del C.P. Llimbe, dimensiones óptimas respecto a la captación es del 88.88%

- Capacidad de almacenamiento.

También, un parámetro que nos ayuda a evaluar si la captación es eficiente hidráulicamente, es evaluar si la cámara húmeda puede almacenar el volumen acumulado del agua de 3 a 5 minutos.

TABLA 23. Evaluación de almacenamiento de volumen de la cámara húmeda en un tiempo de 3 y 5 minutos

Captación	Caudal Q (L/s)	Dimensiones (M)				Volumen (M3) generado en:	
		eMuros	Largo	Ancho	Alto	en 3min	en 5min
El Higuierón	0.1503	0.10	0.95	0.95	1.00	0.03	0.05
	Volumen de almacenamiento (M3)				0.45	SI CUMPLE	
	La Cortadera	0.0295	0.10	0.95	0.95	1.00	0.01
Volumen de almacenamiento (M3)				0.45	SI CUMPLE		

Fuente: Elaboración propia

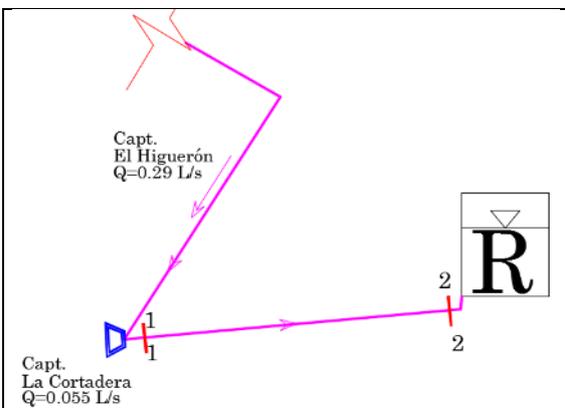
En función a las dimensiones de las cámaras húmedas de las captaciones El Higuero y la Cortadera, cumplen al 100% su dimensionamiento para almacenar el agua en un tiempo de 3 a 5 minutos.

b. Línea de conducción

Se realizaron dos mediciones, una después de la captación la Cortadera y la otra antes de ingresar al reservorio. Midiéndose ambos caudales y determinándose la eficiencia hidráulica de la línea de conducción.

TABLA 24. Medición de caudal en Línea de Conducción

Vol 4 L	Mediciones de tiempo (s)				Q (L/s)
	1º	2º	3º	Promedio	
Q ₁	11,69	11,78	11,56	11,677	0,3426
Q ₂	11,72	11,95	11,81	11,827	0,3382



Fuente: Elaboración propia

Reemplazando en la ecuación 2, tenemos:

$$E_c (\%) = \frac{0,3382}{0,3426} \times 100 \rightarrow E_c (\%) = 98,73\%$$

La eficiencia hidráulica de la infraestructura del sistema de agua potable del C.P. Llimbe, en la línea de conducción es el 98.73%.

c. Reservorio

- ✓ Cota de llegada al reservorio 2575.00 m.s.n.m.
- ✓ Año de construcción 1991.

- Capacidad de almacenamiento.

El reservorio ha cumplido su tiempo de vida útil (20 años) en el año 2011. Por lo que, realizaremos cálculos para determinar su capacidad de almacenamiento a la fecha (año 2018).

También, la dotación se extrajo de acuerdo al uso diario de agua que utilizan los pobladores, obtenido en conversación con pobladores de la

zona de cuánta agua usan al día (refirieron en baldes). Debido a que en la zona no existe medición del agua que consumen. Cantidad aproximada de uso de agua es de 3 baldes de 20 L.

A.- POBLACION ACTUAL (Año 2018)	465
Beneficiarios : 155 Personas por vivienda: 3	
B.- TASA DE CRECIMIENTO (%)	1,08
C.- PERÍODO DE DISEÑO (AÑOS)	26,00

$$\text{Población futura: } P_f = P_a(1+r/100)^t$$

Para cálculo de R1 - RED de DISTRIBUCIÓN

D.- POBLACIÓN FUTURA	615
E.- DOTACIÓN (L/hab./día)*	60,00
F.- CONSUMO PROMEDIO ANUAL (L/s)	
$Q = \text{Pop.} \times \text{Dot.}/86,400$	0,46
G.- CONSUMO MÁXIMO DIARIO (L/s)	
$Q_{md} = 1.30 * Q$	0,60
H.- CAUDAL DE LAS FUENTE (L/s)	
Captación El Higuerón	0,29
Captación La Cortadera	0,06
Caudal Total (l/s) =	0,35

I.- VOLUMEN DEL RESERVORIO (M3)

$V = 0.25 * Q_{md} * 86400 / 1000$	7,80
V reserva=	0,78
V _{Reservorio} =	8,57
V. Reservorio =	9,00
K.- CAUDAL UNITARIO	
$Q_u \text{ (l/s)} = Q_{\text{fuente}} / n^{\circ}\text{usuarios}$	0,0022 L/s

* considerando un consumo promedio de 03 baldes de 20 L.

La eficiencia hidráulica de la infraestructura del sistema de agua potable del C.P. Llimbe, en el reservorio solo cumple el 55.55% de la capacidad (capacidad de 5m³). Además, este componente del sistema ha cumplido y sobrepasado su tiempo de vida útil.

d. Línea de Distribución

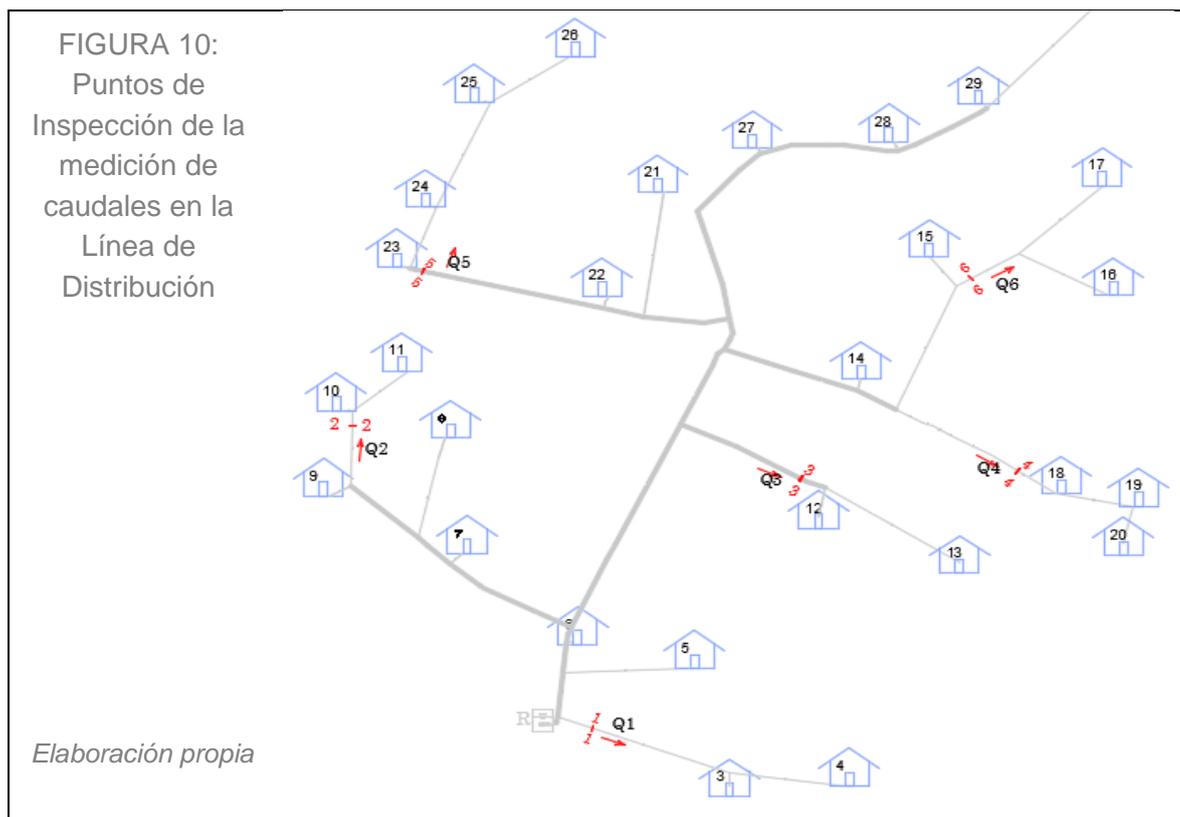
Se tomaron seis puntos de inspección, que nos permitieron conocer la eficiencia hidráulica de la línea de distribución (muestra de estudio).

TABLA 25. Medición de caudal en Línea de Distribución

Aforos en la Red							
Volumen	Mediciones de tiempo (s)				Q (L/s)	Q total (L/s)	Ed (%)
	4 L	1º	2º	3º			
Q1	21,32	21,43	21,08	21,28	0,188	0,1880	91,27%
* Casa 3	50,23	51,17	53,28	51,56	0,078	0,1716	
Casa 4	42,64	42,86	42,16	42,55	0,094		
Q2	28,33	29,64	29,66	29,21	0,137	0,1369	98,55%
Casa 10	66,36	66,17	65,03	65,85	0,061	0,1350	
Casa 11	53,68	54,09	53,93	53,90	0,074		
Q3	17,62	18,93	18,49	18,35	0,218	0,2180	97,18%
Casa 12	47,68	49,02	48,36	48,35	0,083	0,2119	
* Casa 13	31,87	31,07	29,97	30,97	0,129		
Q4	12,02	11,65	11,74	11,80	0,339	0,3389	95,66%
Casa 18	44,37	45,03	43,98	44,46	0,090	0,3242	
* Casa 19	29,54	31,02	30,47	30,34	0,132		
Casa 20	39,39	39,07	38,74	39,07	0,102		
Q5	17,36	18,56	18,70	18,21	0,220	0,2197	93,67%
Casa 23	77,61	77,03	78,14	77,59	0,052	0,2058	
Casa 24	71,28	72,42	71,67	71,79	0,056		
Casa 25	80,11	79,67	79,34	79,71	0,050		
Casa 26	82,33	82,85	83,02	82,73	0,048		
Q6	18,29	18,89	18,03	18,40	0,217	0,2174	98,80%
Casa 16	33,56	34,16	33,81	33,84	0,118	0,2147	
Casa 17	41,44	41,87	40,98	41,43	0,097		
Promedio						95,86%	

Fuente: Elaboración propia

La eficiencia hidráulica de la infraestructura del sistema de agua potable del C.P. Llimbe, en la línea de distribución es el 95.86%.



4.3 Eficiencia de la Operación y Mantenimiento del Sistema Agua Potable CP Llimbe, Distrito de Asunción – Cajamarca.

Utilizando la tabla n° 11, se tienen los siguientes datos:

TABLA 26: Evaluación de la Operación y Mantenimiento

Indicadores para determinar la Eficiencia de la Operación y mantenimiento				
<i>Puntajes a Calificar</i>	4	3	2	1
a) Plan de mantenimiento		3		
b) Participación de usuarios	4			
c) Cada que tiempo realizan la limpieza		3		
d) Cada que tiempo realizan la cloración	4			
e) Prácticas de conservación de la fuente				1
f) Quien se encarga de los servicios de gasfitería	4			
g) Remuneración de gasfitero				1
h) Cuentan con herramientas				1
Σ	21			
<i>Eficiencia de la OyM (1 - 4)</i>	2,63			
Eficiencia de la OyM (%):	65.625 %			

Fuente: Elaboración propia

4.4 Eficiencia de la Gestión Administrativa del Sistema de Agua Potable CP Llimbe, Distrito de Asunción – Cajamarca.

Utilizando la tabla nº 12, se tienen los siguientes datos:

TABLA 27. Evaluación de la Gestión Administrativa de la JASS

Indicadores para determinar la Eficiencia de la Gestión Administrativa				
	Puntajes a Calificar			
	4	3	2	1
a) Responsable de la administración del servicio	4			
b) Responsable de la administración del servicio	4			
c) Tenencia del expediente técnico				1
d) Herramientas de gestión		3		
e) Número de usuarios en padrón de familias			2	
f) Cuota familiar (Si hay)	4			
g) Cuanto es la cuota		3		
h) Morosidad		3		
i) Número de reuniones de directiva con usuarios	4			
j) Cambios en la directiva			2	
k) Quién escogió modelo de pileta			2	
l) Nº de mujeres que participan en gestión del sistema	4			
m) Han recibido cursos de capacitación				1
n) Que cursos		3		
o) Se han realizado nuevas inversiones				1
Σ	41.00			
<i>Eficiencia de la Gestión Administrativa (1 - 4)</i>	2.73			
Eficiencia de la Gestión Administrativa (%)	68.33 %			

Fuente: Elaboración propia

La eficiencia de la Gestión Administrativa del Sistema de Agua Potable CP Llimbe, Distrito de Asunción – Cajamarca, es del 68.33%

4.5 Sostenibilidad del Sistema de Agua Potable CP Llimbe, Distrito de Asunción – Cajamarca

Utilizando las tablas nº 13 y nº 14, se puede determinar la sostenibilidad del Sistema, tal como se muestra a continuación:

TABLA 28. Evaluación del Estado de la Infraestructura del Sistema de Agua Potable del C.P. Llimbe

Indicadores para Determinar el Estado de la Infraestructura del Sistema				
<i>Puntajes a Calificar</i>	4	3	2	1
a) Captación	3,4			
b) Cámara rompe presión CRP 6	no son necesarias, debido a que la altura desde la 1º captación al R1-2, es menor de 50 m.c.a.			
c) Línea de conducción	3			
d) Planta de tratamiento de aguas	no cuenta con planta de tratamiento de aguas			
e) Reservorio - Concreto	3,27			
f) Línea de aducción y red de distribución	3			
g) Válvulas	1,33			
h) Cámara rompe presión CRP 7	2,375			
i) Piletas domiciliarias	3,6			
Σ	19.95			
<i>Estado de la Infraestructura (1 - 4)</i>	2,49			
Estado de la Infraestructura (%):	62,35%			

Utilizando la ecuación nº 8, obtenemos el índice de sostenibilidad:

TABLA 29. Índice de Sostenibilidad: Interpretación del Sistema

Criterios	Valor	Valor (%)	% influencia	Total
A. Estado de la Infraestructura (%):	2,49	62,35%	0,50	31,17%
B. Eficiencia de la OyM (%):	2,73	65,63%	0,25	16,41%
C. Eficiencia de la Gestión Administrativa (%):	2,63	68,33%	0,25	17,08%
Total: A(0.50) + B(0.25) + C(0.25)			64,66%	

<i>Interpretación:</i>	En proceso de deterioro
------------------------	--------------------------------

Fuente: Elaboración propia

4.6 Eficiencia Hidráulica, Metodología CONAGUA, 2012

a. Oferta hídrica

En el periodo de los meses diciembre hasta marzo, hay presencia de abundantes lluvias, teniendo como resultado agua turbia. Por otro lado, en épocas de estiaje el caudal baja notoriamente –pero no se seca-.

El aforo realizado en los manantiales fue a través del método volumétrico, en el que se utilizó un recipiente de 4 litros y un cronómetro. Para el estudio de la oferta hídrica lo realizaremos en la época de lluvias, teniendo de la tabla 20, los siguientes caudales:

Captación	Caudal
El Higuerón	0.2907 L/s
La Cortadera	0.0553 L/s
Total:	0.346 L/s

Del punto 4.2 *Eficiencia Hidráulica de la Infraestructura del Sistema de Agua Potable en el CP Llimbe, Distrito de Asunción – Cajamarca, ítem c (Reservorio)*, se realiza el cálculo de volumen actual que necesitaría el reservorio debido a que su tiempo de vida útil ha concluido, se obtiene que es necesario un caudal de 0.60 L/s.

El caudal actual de las fuentes (El Higuerón y La Cortadera), es el 57.67% del caudal requerido para abastecer a toda la población de manera eficiente.

b. Continuidad

Según lo indicado en las encuestas realizadas a los usuarios, tenemos que el abastecimiento de agua potable se da de la siguiente manera:

TABLA 30. Continuidad del servicio

Descripción	%
1) <i>Todo el día durante todo el año</i>	20.0 %
2) Por horas sólo en época de sequía	50 %
3) Por horas todo el año	23.3 %
4) Solamente algunos días por semana	6.7 %

Fuente: Elaboración propia – Ver Anexo 05

Por otro lado, según datos recopilados a través de las encuestas realizadas a los usuarios beneficiarios del sistema en función a la cantidad del servicio prestado, se puede diferenciar tres valores: Suficiente (abastece siempre, siempre hay agua las 24 horas del día), normal (todos los días hay, aunque sea por horas) o insuficiente (a veces no hay), según los resultados:

TABLA 31. Cantidad del Servicio

1) Suficiente	2) Normal	3) Insuficiente	Total
20.0%	56.7%	23.3%	100.00%

Fuente: Elaboración propia – Ver Anexo 05

c. Cobertura poblacional

El sistema de agua Potable en el CP Limbe, tiene 155 familias usuarias; no hubo un aumento significativo en el crecimiento poblacional. Ahora el CP cuenta con 172 familias; lo cual nos daría como resultado que el sistema tiene una cobertura del 90.12%; lo cual podemos observar en la tabla 31.

TABLA 32. Cobertura del Servicio

Descripción	Cantidad	%
Con Cobertura	155	90.12%
Sin cobertura	17	9.88%
Total	172	100.00%

Fuente: Elaboración propia – Ver Anexo 05

d. Calidad del agua

Las características en las que se basa la determinación de la calidad del agua se detallan en la tabla nº 33:

TABLA 33. Calidad del agua

Descripción		%
Cómo es el agua que consumen	Turbia	13%
	Clara	87%
Cloración	Si	93%
	No	7%
Cloro residual (mg/L)	Defecto	20%

Descripción		%
	Exceso	13%
	Normal	67%
Institución que supervisa	JASS	100%
	MINSA	0%
	Otros	0%

Fuente: Elaboración propia – Ver Anexo 05

El 67% de usuarios del CP Llimbe –aproximadamente las dos terceras (2/3) de la población- consume agua con cloro residual que se encuentra dentro del rango normal (0.5 a 1 Mg/L). En el caso de los usuarios que se encontraron dentro del rango exceso (13%), se debe a que están relativamente cerca al reservorio y los que se encuentran en el rango *defecto*, se debe a estar en zonas distantes al reservorio, pero también se presentó un caso atípico, pues dentro de todo el sistema, hay dos usuarios que consumen agua sin clorar (conocido como *agua entubada*), debido a que sus viviendas se encuentran cerca de las captaciones y captan directamente el agua de la línea de conducción. En la entrevista adujeron que sus menores hijos han sufrido en lo último año enfermedades diarreicas, causadas, probablemente por el agua no clorada y consumir, a la vez, el agua sin hervir.

e. Mediciones de presión en Línea de Conducción con manómetro

Para las mediciones de presión, se utilizó un manómetro conectado a una tubería de abasto de ½”, adherida a esta un adaptador para las piletas.

TABLA 34. Medición de Presiones con Manómetro en Red de Conducción

Puntos/Descripción	Presiones P.S.I.
Captación El Higuierón	- - -
A	1.00
B	28.00
Captación La Cortadera (entrada)	33.00
Reservorio (entrada)	20.00

Fuente: Elaboración propia

f. Mediciones de presión en Línea de Distribución –Piletas- con Manómetro

TABLA 35. Medición de Presiones con Manómetro en Red de Distribución

Nº Vivienda	Presiones	
	P.S.I.	m.c.a.
1.	2.00	2.84
2.	2.50	3.56
3.	10.00	14.22
4.	21.00	29.86
5.	15.00	21.33
6.	16.00	22.75
7.	26.00	36.97
8.	24.00	34.13
9.	8.00	11.38
10.	20.00	28.44
11.	32.00	45.50
12.	9.00	12.80
13.	50.00	71.10
14.	29.00	41.24
15.	25.00	35.55

Nº Vivienda	Presiones	
	P.S.I.	m.c.a.
16.	31.00	44.08
17.	5.00	7.11
18.	33.00	46.93
19.	17.00	24.17
20.	15.00	21.33
21.	30.00	42.66
22.	20.00	28.44
23.	14.00	19.91
24.	8.00	11.38
25.	5.00	7.11
26.	4.00	5.69
27.	37.00	52.61
28.	5.00	7.11
29.	26.00	36.97
30.	34.00	48.35

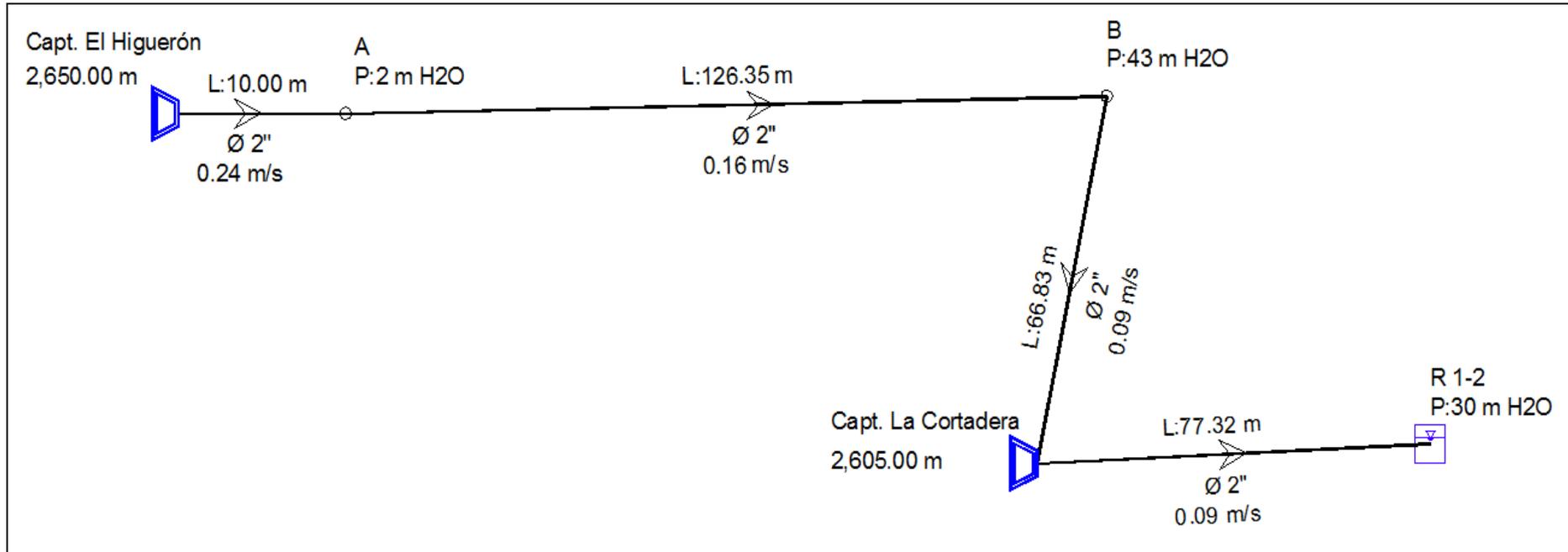
TABLA 36. Análisis de la Línea de Conducción con programa computacional

FUENTES DE ABASTECIMIENTOS	C. Higuerón	0.291	l/s
	C. La Cortadera	0.055	l/s
Caudal TOTAL =		0.346	l/s

LÍNEA DE CONDUCCIÓN CAPTACIÓN - RESERVORIO												
PUNTO	Cota de Terreno (msnm)	L. tramo 'CAD (m)	L. REAL tubería (m)	Pend. (m/Km)	Caudal por tramo (l/s)	Ø calc. (Pulg)	Ø instalada (Pulg)	Veloc. (m/s)	Hf (m)	H. Piezom. (msnm)	Presión Estat (m.c.a)	Presión Din (m.c.a)
<u>Línea de Conducción: Captación – Reservorio</u>												
C. El Higuerón	2650.00									2650.00		
a	2648.00	10,00	10,20	195,54	0,29	0,62	2	0.20	0.01	2649.99	2.00	1.99
b	2607.00	128,80	135,17	317,50	0,29	0,56	2	0.26	0.08	2649.92	43.00	42.92
C. La Cortadera	2605.00	58,10	58,13	17,20	0,346	1,09	2	0.05	0.05	2605.00	45.00	0.00
<u>R-1</u>	2575.00	73,60	79,48	376,66	0,346	0,58	2	0.29	0.06	2604.9	30.00	29.94

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 11: Esquema de LC existente, Water Cad - Sin escala



Fuente: Elaboración propia – Sin Escala

Deducciones

- Las presiones están en el rango normal (menores que 50 m.c.a.)
- Las velocidades en la LC no cumplen con los parámetros mínimos recomendados, debido a que el caudal que se tiene es bajo.
- Según cálculos, el diámetro de la tubería instalada es mayor de la necesaria, tenemos que el diámetro de la línea de conducción puede oscilar entre $\frac{1}{2}$ " a 1", del cual como máximo podríamos elegir $\varnothing_{\text{tubería}} = 1$ ".

TABLA 37. Análisis de la Red de Distribución con Programa Computacional Excel

PUNTO		Cota	Long.	Pend.	Nº de usuarios	Caudal tramo (l/Seg)	Ø calc. (Pulg)	Ø Instalado (Pulg)	Veloc. calculada (m/s)	Hf Calculada (m)	H. Piezom. calculada (msnm)	P. Estat calculada (m.c.a)	P. Din calculada (m.c.a)		
<i>i</i>	<i>f</i>	Terr (msnm)	Calc. tub (m)	calculada (m/Km)											
R		2575													
R	1	2575	2572	5,83	514,50	155	0,3460	0,54	2,00	0,17	0,00	2575,00	2575,00	3,00	3,00
1	Casa 03	2572	2561	177,34	78,92	2	0,0044	0,15	0,75	0,02	0,01	2575,00	2574,99	14,00	13,99
Casa 03	Casa 04	2561	2537	114,54	331,67	1	0,0022	0,09	0,75	0,01	0,00	2574,99	2574,99	38,00	37,99
1	2	2572	2563	50,80	236,11	151	0,3322	0,63	2,00	0,16	0,04	2575,00	2574,96	12,00	11,96
2	Casa 05	2563	2549	122,80	211,38	1	0,0022	0,09	0,75	0,01	0,00	2574,96	2574,96	26,00	25,96
2	3	2563	2553	34,48	636,79	134	0,2948	0,49	2,00	0,15	0,02	2574,96	2574,94	22,00	21,94
3	Casa 06	2553	2551	5,39	4445,07	1	0,0022	0,05	0,50	0,02	0,00	2574,94	2574,94	24,00	23,94
3	4	2553	2550	8,36	2984,01	127	0,2794	0,35	2,00	0,14	0,00	2574,94	2574,93	25,00	24,93
4	5	2550	2548	9,90	2719,39	127	0,2794	0,35	2,00	0,14	0,01	2574,93	2574,93	27,00	26,93
5	6	2548	2544	40,30	767,45	14	0,0308	0,20	1,00	0,06	0,01	2574,93	2574,92	31,00	30,92
6	7	2544	2537	56,83	667,17	14	0,0308	0,20	1,00	0,06	0,02	2574,92	2574,90	38,00	37,90
7	8	2537	2538	2,33	15865,37	14	0,0308	0,11	1,00	0,06	0,00	2574,90	2574,90	37,00	36,90
8	9	2538	2535	38,62	1033,26	14	0,0308	0,19	1,00	0,06	0,01	2574,90	2574,89	40,00	39,89
9	Casa 07	2535	2530	15,72	2856,29	1	0,0022	0,06	0,50	0,02	0,00	2574,89	2574,89	45,00	44,89
9	CRP7-4	2535	2530	30,32	1480,81	13	0,0286	0,17	1,00	0,06	0,01	2574,89	2574,88	45,00	---
CRP7-4	10	2530	2528	13,94	143,43	13	0,0286	0,27	1,00	0,06	0,00	2530,00	2530,00	2,00	2,00
10	11	2528	2495	95,95	364,76	4	0,0088	0,14	0,75	0,03	0,01	2530,00	2529,99	35,00	34,99
11	Casa 08	2495	2488	24,52	1712,86	4	0,0088	0,10	0,50	0,07	0,02	2530,00	2529,98	42,00	41,98
10	12	2528	2513	87,50	194,30	9	0,0198	0,22	1,00	0,04	0,01	2530,00	2529,99	17,00	16,99

PUNTO		Cota Terr		Long. Calc.	Pend. calculada	Nº de usuarios	Caudal tramo (l/Seg)	Ø calc. (Pulg)	Ø Instalado (Pulg)	Veloc. calculada (m/s)	Hf Calculada (m)	H. Piezom. calculada (msnm)		P. Estat calculada (m.c.a)	P. Din calculada (m.c.a)
<i>i</i>	<i>f</i>	(msnm)		tub (m)	(m/Km)										
12	Casa 09	2513	2517	24,73	525,77	1	0,0022	0,08	0,50	0,02	0,00	2530,00	2530,00	13,00	13,00
12	52	2513	2496	85,11	199,73	2	0,0044	0,13	0,75	0,02	0,00	2513,00	2513,00	34,00	17,00
52	Casa 10	2496	2492	11,42	1838,36	1	0,0022	0,06	0,50	0,02	0,00	2513,00	2513,00	38,00	21,00
52	Casa 11	2496	2482	69,92	443,39	1	0,0022	0,08	0,75	0,01	0,00	2513,00	2513,00	48,00	31,00
5	13	2548	2520	87,79	625,71	113	0,2486	0,46	2,00	0,12	0,04	2574,93	2574,89	55,00	54,89
13	CRP7-1	2520	2514	17,65	3449,64	113	0,2486	0,32	2,00	0,12	0,01	2574,89	2574,88	61,00	---
CRP7-1	14	2514	2480	152,54	222,90	113	0,2486	0,57	2,00	0,12	0,07	2514,00	2513,93	34,00	33,93
14	15	2480	2483	59,98	515,78	21	0,0462	0,25	1,00	0,09	0,03	2513,93	2513,90	31,00	30,90
15	16	2483	2486	78,26	356,52	21	0,0462	0,27	1,00	0,09	0,04	2513,90	2513,86	28,00	27,86
16	17	2486	2490	19,42	1228,67	21	0,0462	0,21	1,00	0,09	0,01	2513,86	2513,85	24,00	23,85
17	Casa 12	2490	2498	33,86	467,99	1	0,0022	0,08	0,50	0,02	0,00	2513,85	2513,84	16,00	15,84
17	Casa 13	2490	2446	160,55	422,59	1	0,0022	0,08	0,75	0,01	0,00	2513,85	2513,84	68,00	67,84
14	CRP7-2	2480	2468	72,99	629,29	77	0,1694	0,40	2,00	0,08	0,02	2513,93	2513,92	46,00	---
CRP7-2	18	2468	2463	16,19	308,81	77	0,1694	0,46	2,00	0,08	0,00	2468,00	2468,00	5,00	5,00
18	19	2463	2461	8,44	828,94	77	0,1694	0,37	2,00	0,08	0,00	2468,00	2467,99	7,00	6,99
19	20	2461	2458	67,47	148,14	27	0,0594	0,36	1,00	0,12	0,06	2467,99	2467,93	10,00	9,93
20	21	2458	2452	69,46	229,41	27	0,0594	0,33	1,00	0,12	0,06	2467,93	2467,87	16,00	15,87
21	Casa 14	2452	2450	13,35	1338,69	1	0,0022	0,07	0,50	0,02	0,00	2467,87	2467,87	18,00	17,87

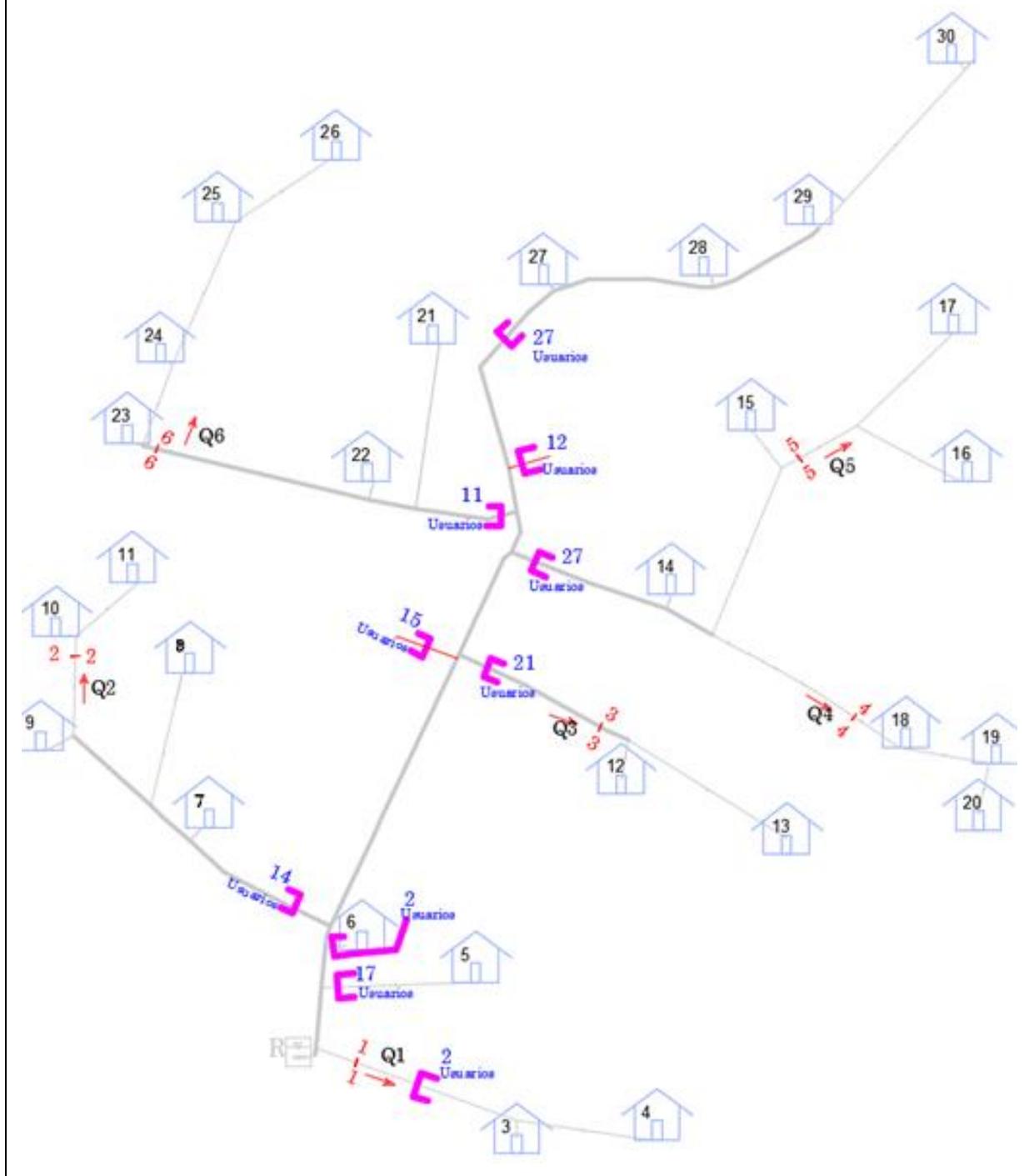
PUNTO		Cota		Long. Calc. tub (m)	Pend. calculada (m/Km)	Nº de usuarios	Caudal tramo (l/Seg)	Ø calc. (Pulg)	Ø Instalado (Pulg)	Veloc. calculada (m/s)	Hf Calculada (m)	H. Piezom. calculada (msnm)		P. Estat calculada (m.c.a)	P. Din calculada (m.c.a)
i	f	Terr (msnm)										H. Piezom. calculada (msnm)			
21	CRP7-5	2452	2448	34,43	577,13	24	0,0528	0,26	1,00	0,10	0,02	2467,87	2467,85	20,00	- - -
CRP7-5	22	2448	2447	9,45	105,79	24	0,0528	0,37	1,00	0,10	0,01	2448,00	2447,99	21,00	0,99
22	23	2447	2446	29,22	68,22	5	0,0110	0,22	0,75	0,04	0,00	2447,99	2447,99	2,00	1,99
23	24	2446	2445	10,85	275,54	5	0,0110	0,17	0,75	0,04	0,00	2447,99	2447,99	3,00	2,99
24	25	2445	2444	15,43	258,34	5	0,0110	0,17	0,75	0,04	0,00	2447,99	2447,98	4,00	3,98
25	26	2444	2442	9,22	649,09	5	0,0110	0,14	0,75	0,04	0,00	2447,98	2447,98	6,00	5,98
26	27	2442	2439	41,41	216,93	3	0,0066	0,14	0,75	0,02	0,00	2447,98	2447,98	9,00	8,98
27	Casa 18	2439	2430	75,84	237,09	3	0,0066	0,14	0,75	0,02	0,00	2447,98	2447,98	18,00	17,98
Casa 18	Casa 19	2430	2408	79,12	505,25	2	0,0044	0,10	0,50	0,03	0,02	2447,98	2447,96	40,00	39,96
Casa 19	Casa 20	2408	2415	43,57	756,52	1	0,0022	0,07	0,50	0,02	0,00	2447,96	2447,96	33,00	32,96
22	49	2447	2424	151,26	158,62	14	0,0308	0,27	0,75	0,11	0,16	2447,99	2447,83	24,00	23,83
49	Casa 15	2424	2417	41,20	748,33	1	0,0022	0,07	0,50	0,02	0,00	2447,83	2447,83	31,00	30,83
49	50	2424	2405	73,40	583,51	2	0,0044	0,10	0,50	0,03	0,02	2447,83	2447,81	43,00	42,81
50	Casa 17	2405	2414	110,97	304,73	1	0,0022	0,09	0,50	0,02	0,01	2447,81	2447,81	34,00	33,81
50	Casa 16	2405	2393	97,94	559,69	1	0,0022	0,08	0,50	0,02	0,01	2447,81	2447,81	55,00	54,81
19	28	2461	2458	11,11	899,41	50	0,1100	0,31	2,00	0,05	0,00	2467,99	2467,99	10,00	9,99
28	29	2458	2456	7,86	1526,16	50	0,1100	0,28	2,00	0,05	0,00	2467,99	2467,99	12,00	11,99
29	30	2456	2452	17,95	890,91	50	0,1100	0,31	2,00	0,05	0,00	2467,99	2467,99	16,00	15,99
30	31	2452	2451	24,72	687,34	11	0,0242	0,19	1,00	0,05	0,00	2467,99	2467,99	17,00	16,99

PUNTO		Cota		Long. Calc.	Pend. calculada	Nº de usuarios	Caudal tramo (l/Seg)	Ø calc. (Pulg)	Ø Instalado (Pulg)	Veloc. calculada (m/s)	Hf Calculada (m)	H. Piezom. calculada		P. Estat calculada (m.c.a)	P. Din calculada (m.c.a)
<i>i</i>	<i>f</i>	Terr (msnm)										tub (m)	(m/Km)		
31	32	2451	2450	29,32	613,54	11	0,0242	0,19	1,00	0,05	0,00	2467,99	2467,98	18,00	17,98
32	33	2450	2449	14,43	1315,03	11	0,0242	0,16	1,00	0,05	0,00	2467,98	2467,98	19,00	18,98
33	34	2449	2447	16,52	1269,84	11	0,0242	0,16	1,00	0,05	0,00	2467,98	2467,98	21,00	20,98
34	Casa 21	2447	2432	139,51	257,88	1	0,0022	0,09	0,50	0,02	0,01	2467,98	2467,97	36,00	35,97
34	35	2447	2447	39,60	529,72	9	0,0198	0,18	1,00	0,04	0,00	2467,98	2467,97	21,00	20,97
35	Casa 22	2447	2442	15,91	1632,82	1	0,0022	0,06	0,50	0,02	0,00	2467,97	2467,97	26,00	25,97
35	56	2447	2448	192,30	103,86	4	0,0088	0,19	1,00	0,02	0,01	2467,97	2467,97	20,00	19,97
56	Casa 23	2448	2446	8,73	2515,67	1	0,0022	0,06	0,50	0,02	0,00	2467,97	2467,97	22,00	21,97
56	48	2448	2440	73,24	381,87	3	0,0066	0,13	0,75	0,02	0,00	2467,97	2467,96	28,00	27,96
48	Casa 24	2440	2441	5,20	5187,99	1	0,0022	0,05	0,50	0,02	0,00	2467,96	2467,96	27,00	26,96
48	51	2440	2447	127,79	164,04	2	0,0044	0,13	0,75	0,02	0,00	2467,96	2467,96	21,00	20,96
51	Casa 25	2447	2446	9,45	2322,94	1	0,0022	0,06	0,50	0,02	0,00	2467,96	2467,96	22,00	21,96
51	Casa 26	2447	2447	92,80	225,85	1	0,0022	0,09	0,75	0,01	0,00	2467,96	2467,96	21,00	20,96
30	36	2452	2444	38,15	628,89	39	0,0858	0,31	2,00	0,04	0,00	2467,99	2467,99	24,00	23,99
36	37	2444	2420	89,58	535,74	27	0,0594	0,27	2,00	0,03	0,00	2467,99	2467,99	48,00	47,99
37	38	2420	2420	60,50	793,16	27	0,0594	0,25	2,00	0,03	0,00	2467,99	2467,98	48,00	47,98
38	39	2420	2419	27,62	1773,63	27	0,0594	0,21	2,00	0,03	0,00	2467,98	2467,98	49,00	48,98
39	Casa 27	2419	2424	7,58	5800,88	1	0,0022	0,05	0,50	0,02	0,00	2467,98	2467,98	44,00	43,98
39	40	2419	2422	31,54	1457,80	26	0,0572	0,22	2,00	0,03	0,00	2467,98	2467,98	46,00	45,98
40	41	2422	2420	37,15	1291,46	26	0,0572	0,23	2,00	0,03	0,00	2467,98	2467,98	48,00	47,98
41	CRP7-3	2420	2418	14,34	3485,43	26	0,0572	0,18	2,00	0,03	0,00	2467,98	2467,98	50,00	---

PUNTO		Cota		Long. Calc. tub (m)	Pend. calculada (m/Km)	Nº de usuarios	Caudal tramo (l/Seg)	Ø calc. (Pulg)	Ø Instalado (Pulg)	Veloc. calculada (m/s)	Hf Calculada (m)	H. Piezom. calculada (msnm)	P. Estat calculada (m.c.a)	P. Din calculada (m.c.a)	
<i>i</i>	<i>f</i>	Terr (msnm)													
CRP7-3	42	2418	2412	42,03	142,75	26	0,0572	0,36	1,00	0,11	0,04	2418,00	2417,96	6,00	5,96
42	43	2412	2410	11,38	700,08	26	0,0572	0,26	1,00	0,11	0,01	2417,96	2417,96	8,00	7,96
43	Casa 28	2410	2409	10,85	825,68	1	0,0022	0,07	0,50	0,02	0,00	2417,96	2417,95	9,00	8,95
43	44	2410	2406	18,54	644,96	25	0,0550	0,26	1,00	0,11	0,01	2417,96	2417,94	12,00	11,94
44	45	2406	2398	40,89	487,67	20	0,0440	0,25	1,00	0,09	0,02	2417,94	2417,92	20,00	19,92
45	46	2398	2392	33,05	784,29	14	0,0308	0,20	1,00	0,06	0,01	2417,92	2417,91	26,00	25,91
46	47	2392	2389	9,20	3141,62	3	0,0066	0,08	1,00	0,01	0,00	2417,91	2417,91	29,00	28,91
47	Casa 29	2389	2388	5,10	5866,08	1	0,0022	0,05	0,50	0,02	0,00	2417,91	2417,91	30,00	29,91
47	53	2389	2377	184,19	222,11	2	0,0044	0,12	0,75	0,02	0,01	2417,91	2417,91	41,00	40,91
53	Casa 30	2377	2375	7,76	5527,62	1	0,0022	0,05	0,50	0,02	0,00	2417,91	2417,91	43,00	42,91
53	54	2377	2374	10,44	4205,42	1	0,0022	0,05	0,75	0,01	0,00	2417,91	2417,91	44,00	43,91

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 13: Esquema de la Red de Distribución de las Casas Intervenidas, con número de usuarios por ramal



Fuente: Elaboración propia

TABLA 38. Presiones Obtenidas en Campo con Manómetro Vs Programas computacionales

Medición de Presiones con Barómetro en Red de Distribución

Nº Vivienda	Nombres y apellidos de Usuarios	P. con Barómetro		Excel	
		P.S.I.	m.c.a.	Estática	Dinámica
1	Juan Novoa Espino	2,00	2,84	3,00	2,00
2	Rosa Soto Saavedra	2,50	3,56	3,00	2,00
3	Margarita Miranda	10,00	14,22	14,00	13,99
4	Enrique León Huamán	21,00	29,86	38,00	37,99
5	Víctor Neyra	15,00	21,33	26,00	25,96
6	Francisco Leyva Díaz	16,00	22,75	24,00	23,94
7	Fortunato Flores Pascual	26,00	36,97	45,00	44,89
8	Jorge Castillo Flores	24,00	34,13	42,00	41,98
9	Eladio Mendoza Flores	8,00	11,38	13,00	13,00
10	Cesar Mostacero	20,00	28,44	38,00	21,00
11	Carmen Segura Martínez	32,00	45,50	48,00	31,00
12	María Huaripata	9,00	12,80	16,00	15,84
13	Margarita Chuquiviguel	50,00	71,10	68,00	67,84
14	Jorge León Tafur	29,00	41,24	18,00	17,87
15	Luis Sandoval Castillo	25,00	35,55	31,00	30,83
16	Juan Chuquitucto Narro	31,00	44,08	55,00	54,81
17	Isaías Tafur Saavedra	5,00	7,11	34,00	33,81
18	Alberto Vigo Martínez	33,00	46,93	18,00	17,98
19	Jacinto Castillo	17,00	24,17	40,00	39,96
20	Adriana Tafur	15,00	21,33	33,00	32,96
21	Victoria Longa De La Cruz	30,00	42,66	36,00	35,97
22	Juana Castillo Vigo	20,00	28,44	26,00	25,97
23	Agustín Luna Ramírez	14,00	19,91	22,00	21,97
24	Eleuterio Vigo	8,00	11,38	27,00	26,96
25	Jacinto Tafur	5,00	7,11	22,00	21,96
26	Enemecia Castillo	4,00	5,69	21,00	20,96
27	Cesario Castillo Vigo	37,00	52,61	44,00	43,98

Medición de Presiones con Barómetro en Red de Distribución

Nº Vivienda	Nombres y apellidos de Usuarios	P. con Barómetro		Excel	
		P.S.I.	m.c.a.	Estática	Dinámica
28	Eduardo Alcántara Córdova	5,00	7,11	9,00	8,95
29	Pelayo Miranda Leyva	26,00	36,97	30,00	29,91
30	Eulalia Huaripata Mendoza	34,00	48,35	43,00	42,91

Fuente: Elaboración propia

Reemplazando datos, de la tabla nº 10, tenemos la eficiencia hidráulica, según la Metodología propuesta por CONAGUA 2012:

TABLA 39. Parámetros de la Eficiencia Hidráulica, Metodología CONAGUA 2012

Eficiencia Hidráulica	Parámetros	Indicadores	Categorías			
			1	2	3	4
	a. Oferta hídrica	Caudal	1			
	b. Continuidad	Horas de agua		2		
	c. Cobertura Poblacional	% Cobertura				4
	d. Calidad del agua	Cloro residual (mg/L)			3	
	e. Presión media del agua en la red de distribución (kg/cm ²)					4
Σ			14			
Eficiencia Hidráulica			70 %			

Fuente: Elaboración propia

Según la metodología CONAGUA, establecida en el marco teórico se tiene, según los parámetros de esta metodología, una eficiencia hidráulica del 70%.

4.7 Estudios complementarios en el sistema de agua potable

Análisis Físicoquímico y Bacteriológico de Agua

Por otro lado, el informe de Análisis Físicoquímico y Bacteriológico de Agua, emitido por EPS SEDACAJ S.A.C., refleja:

FIGURA 14: Resultado de análisis de agua.

PARAMETRO	UNIDAD	M - 1	LMP
		RESULTADO	
ANALISIS FISICOQUIMICO			
TURBIEDAD	UNT	1.23	5
pH, a 16.4°C	--	8.09	6.5 - 8.5
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	414	1500
DUREZA	mg/L	240	500
CLORUROS	mg/L	20	250
FLUOR	mg/L	<0.02	1
SULFATOS	mg/L	35	250
NITRATOS	mg/L	5	50
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07
ALUMINIO	mg/L	0.024	0.2
COBRE	mg/L	0.026	2
CROMO	mg/L	<0.002	0.05
HIERRO	mg/L	0.013	0.3
MANGANESO	mg/L	0.372	0.4
ZINC	mg/L	0.039	3
ANALISIS BACTERIOLOGICO			
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	2	0
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	0	0

Fuente: SEDACAJ – Análisis de agua de la zona d estudio. Manantial El Higuérón.

Los resultados son comparados con los LMP dados por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano, según D.S. N° 031-2010-SA. Los parámetros fisicoquímicos evaluados, se encuentran dentro de los LMP. Para el control de *coleiformes*, se recomienda desinfectar el agua (*clorar*), para removerlos. Los análisis se presentan en el anexo 04.

Resistencia de concreto en el Reservorio existente

Un punto importante es saber la resistencia actual del concreto del reservorio, dato que, a través de un ensayo con esclerómetro –*ensayo de auscultación no destructivo*–, se pudo determinar que la resistencia es 140 y 165 Kg/cm, que viene a ser aproximadamente, en promedio, el 66.67% de la resistencia inicial del reservorio que, se presupone, fue 210 Kg/cm². Esta considerable disminución puede haber sido afectado por múltiples factores, como puede ser el tiempo de vida de la estructura, deficiencias en el proceso constructivo de la obra u otros. Este resultado nos indicaría la necesidad de la reconstrucción del reservorio.

El presente estudio se realizó en presencia de los señores presidente y secretario de la JASS. El ensayo se muestra en la presente figura n° 16 y anexos.

FIGURA 15: Ensayo con el Esclerómetro – Resultados

**METODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO
(A.S.T.M. C 805M-13a)**

TESIS : EFICIENCIA HIDRAULICA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CP LLIM RESPONSABLE : ING. JOSE LEZAMA LEIVA
 DISTRITO DE ASUNCION - CAJAMARCA OPERADOR : C.L.M.
 UBICACIÓN : C.P. LLIMBE. DISTRITO: ASUNCION. PROVINCIA; CAJAMARCA. REGION FECHA ENSAYO 23 DE FEBRERO DEL 2018
 NORMA TECNICA# A.S.T.M. C 805M-13a
 SOLICITANTE : TESISTA BACH. ING. CIVIL DILMER ALEJANDRIA ALARCÓN

ENSAYO N° 01			
MUROS DE RESERVORIO DE CONCRETO			
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA (f'c) : NO INDICA			
ANGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACION
$\alpha = 0^\circ$		25	VALIDO
		24	VALIDO
		22	VALIDO
		26	VALIDO
		25	VALIDO
		24	VALIDO
		24	VALIDO
		26	VALIDO
		17	NO VALIDO
		24	VALIDO
	25	VALIDO	
	18	NO VALIDO	

ENSAYO N° 02			
MUROS DE RESERVORIO DE CONCRETO			
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA (f'c) : NO INDICA			
ANGULO DE IMPACTO	N° REBOTE		ACEPTACION
$\alpha = 0^\circ$		27	VALIDO
		25	VALIDO
		16	NO VALIDO
		28	VALIDO
		26	VALIDO
		24	VALIDO
	15	24	VALIDO
		15	NO VALIDO
		26	VALIDO
		26	VALIDO
		27	VALIDO
		28	VALIDO
		28	NO VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	25
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	27
DESVIACION ESTANDAR :	1.0

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMP DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERO	140	Kg/cm ²
--	-----	--------------------

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMP DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERO	166	Kg/cm ²
--	-----	--------------------

NOTA : LOS ENSAYOS SE REALIZARON EN PRESENCIA DE :
 - TESISTA BACH. ING. CIVIL DILMER ALEJANDRIA ALARCÓN

Fuente: Ensayo con esclerómetro realizado en muro de Reservoirio de C° f'c 210 Kg/cm²

La construcción del reservorio se realizó en el año 1991. Han pasado 27 años. Los dos ensayos realizados arrojan resultados por debajo de los permitidos para una obra de concreto armado. Este resultado nos avala la necesidad de la reconstrucción del reservorio.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- a) Se describió el estado actual de los diferentes componentes del sistema de agua potable.
- b) Se determinó que la eficiencia hidráulica de la Infraestructura del Sistema de Agua Potable en el CP Llimbe, funciona al 84.76%

Componentes del SAP	Eficiencia Hidráulica (%)
a. Captación	88.88 %
b. Línea de conducción	98.73 %
c. Reservorio	55.55 %
d. Línea de Distribución	95.86 %
<i>Eficiencia hidráulica de la Infraestructura</i>	84.76 %

- c) Se determinó que la eficiencia de la Operación y Mantenimiento del Sistema Agua Potable CP Llimbe, es el 65.625%
- d) Se determinó que la eficiencia de la Gestión Administrativa del Sistema de Agua Potable CP Llimbe, es el 68.33%
- e) Se determinó que la Sostenibilidad del Sistema de Agua Potable CP Llimbe, es el 64.66%, el refleja que el Sistema de Agua Potable se encuentra en proceso de deterioro.
- f) La hipótesis es verdadera. El sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Centro Poblado Llimbe, Distrito de Asunción, presenta deficiencias hidráulicamente.

5.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Para la medición de caudales, con el método volumétrico, se recomienda utilizar más de 3 mediciones, debido al error humano en el momento de operar el cronómetro.
- ✓ Realizar aforos en épocas de estiaje y de lluvias para poder tener datos del caudal en diferentes periodos y ampliar el estudio.

- ✓ Para una mejor medición de los caudales y tener datos más aproximados a la realidad, para la obtención de la eficiencia hidráulica en la línea de conducción, se recomienda, realizar las mediciones al mismo tiempo en diferentes puntos estudiados.
- ✓ El presente trabajo de investigación no es la culminación definitiva del estudio de la eficiencia en los sistemas de agua potable, debido a la existencia de múltiples variables que influyen en la misma, quedando abierta la investigación .

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüero, R. (2004). Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales. Lima - Perú, 35 p.
- Agüero, R. 2004. Guía para el diseño y construcción de reservorios. Lima - Perú, 35 p.
- ASTM C805 / C805M-13a, Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2013, www.astm.org.
- Calderón Cockburn, J. (2004). Agua y Saneamiento: El Caso del Perú Rural. Lima, Perú, s.e.
- Centurión, C. 2000. La Educación Sanitaria: Componente Estratégico en Programas de Agua y Saneamiento. No 6:28.
- Chauveau, L. 2004. Riesgos ecológicos: ¿Una amenaza evitable? I. Larousse (ed.). Barcelona/España, Biblioteca Actual Larousse. 128 p.
- CONAGUA. 2007. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento - Redes de Distribución (en línea). 2007 ed. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (ed.). México, s.e. 250 p. Disponible en www.cna.gob.mx.
- CONAGUA. 2009. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento - Mejora de Eficiencia Física (en línea). Boulevard, DR © S de MA y RN (ed.). México, s.e., vol.39. 188 p. Disponible en www.conagua.gob.mx.
- CONAGUA. 2012. Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable (en línea). 2012 ed. CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) (ed.). México, s.e. 191 p. Disponible en www.conagua.gob.mx.
- Gómez-Martínez, P; Cubillo-Gonzales, F; Martín-Carrasco, FJ. 2017. Metodología para caracterizar la eficiencia de una red de distribución sectorizada (en línea). VIII:57-77. DOI: <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-04-04>.
- Gómez, WS; Soberanis, SL; Cruz, OM de la. 2006. Proyecto de eficiencia hidráulica y energética del sistema de agua potable de Zihuatanejo, Guerrero (en línea). :8. Disponible en <http://www.waterymex.org/contenidos/pdf/Zihuatanejo.pdf>.

- INEI. 2010. Perú : Mapa del Déficit de Agua y Saneamiento Básico a Nivel Distrital. :193.
- INEI; ENAHO; ENAPRES. 2016. Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico. :1-28.
- INTA - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 2013. Manual: Sistemas de Conducción de Agua para la región Altoandina. Argentina, s.e.; 30 sep.:228.
- HUTTON, G., & Haller, L. (2004). Water, Sanitation and Health Protection of the Human Environment. Genob: WHO
- Jiménez Terán, JM. 2010. Manual para el Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. México, s.e. 209 p.
- León Obando, V. 2012. Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable (en línea). Primera ed. Practical Action (ed.). Lima - Perú, s.e. 44 p. Disponible en www.solucionespracticas.org.
- Marian Martín (AYESA). 2017. Eficiencia Hidráulica. Control de Fugas. 1:4.
- Mejía, A; Castillo, O; Vera, R. 2016. Agua potable y saneamiento en la nueva ruralidad de América Latina (en línea). 2016 ed. CAF (Banco de Desarrollo de América Latina). Bogotá, s.e. 500 p. DOI: <https://doi.org/10.7432/20166001455>.
- Municipalidad Provincial de Jaén; COSUCODE; CARE; PROPILAS. 2003. El Saneamiento Básico Rural. La Sostenibilidad de los Servicios - Estudio de 104 Sistemas. Cajamarca - Perú, s.e. p. 128.
- MVCS. 2006. OS.050 Redes de Distribución de Agua para Consumo Humano. Lima - Perú, DS N° 011-2006-VIVIENDA, OS.050. 156 p.
- MVCS. 2016. RM-173-2016-VIVIENDA: Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo Humano y Saneamiento en el ámbito rural (en línea). Lima - Perú, s.e. p. 175. Disponible en <https://s3.amazonaws.com/gobpe-production/uploads/document/file/22029/RM-173-2016-VIVIENDA.pdf>.
- MVCS. 2017. Decreto Supremo que aprueba el Plan Nacional de Saneamiento 2017 - 2021 (en línea). Lima - Perú, Perú, s.e. p. 27-93. Disponible en www.vivienda.gob.pe.
- MVCS. 2017. Diagnóstico sobre el Abastecimiento de Agua y Saneamiento en el Ámbito Rural (en línea, sitio web). Consultado 21 nov.

2017. Disponible en
<http://nike.vivienda.gob.pe/EncuestaDS/mantenimiento.aspx>.
- Ochoa, L. 2005. Planeación de acciones de incremento y control de la eficiencia en sistemas de agua potable. CONAGUA (ed.). México, s.e.
 - ONU (Naciones Unidas - Consejo Económico y Social). 2003. El derecho al agua (artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales) (en línea). 40232:1-19. DOI: <https://doi.org/https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2012/8789.pdf?view=1>.
 - Organisation for Economic Co-operation and Development. (2011). Benefits of Investing in Water in Sanitation: An OECD Perspective. OECD Publishing.
 - Pérez Alfaro, A. (2016). Gestión Eficiente de Redes de Distribución de Agua. Costa Rica, s.e.
 - MVCS; PNSR. 2015. Manual del Encuestador. Encuesta de Diagnóstico de Sistemas de Agua y Saneamiento en el Ámbito Rural (en línea). Primera Ed. MVCS (ed.). Lima - Perú, © Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2015. 58 p. Disponible en pnsr.vivienda.gob.pe.
 - PSI. 2004. Determinación de eficiencia de conducción y distribución. :69.
 - SIASAR. 2017. Glosario de Términos. Cuestionario de Sistema (en línea). Versión 10. SIASAR (ed.). Honduras, Nicaragua, Panamá, s.e. 126 p. Disponible en www.siasar.org.
 - Vilches, A; GIL Pérez, D; Toscano, JC; Macías, O. 2014. Nueva Cultura del Agua DOI: <https://doi.org/http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=16>.

CAPÍTULO VII. ANEXOS

7.1 ANEXO 1: PANEL FOTOGRÁFICO



FOTO 1: Ubicación de la Captación “La Cortadera”



FOTO 2: Dado de Concreto en mal estado.



FOTO 3: Riesgo de derrumbes 1.



FOTO 4: Riesgo de derrumbes 2.



FOTO 5: Ubicación de la Captación "El Higuérón"



FOTO 6: Dado de Concreto en mal estado – separado de tubería de limpieza/rebose de la captación El Higuérón.



FOTO 7: Evidencia de raíces dentro de la captación El Higuérón.



FOTO 8: Riesgo de desprendimiento de rocas en la Captación Higuerón



FOTO 9: Riesgo de desprendimiento de rocas en captación La Cortadera



FOTO 10: Riesgo de desprendimiento de rocas en captación La Cortadera



FOTO 11: Captación la Cortadera



FOTO 12: ingreso de agua por los llorones (4) que descargan agua en la cámara húmeda.



FOTO 13: Tubería de conducción, en tramos descubierta.



FOTO 14: Tubería de conducción, ingreso a Reservorio.



FOTO 15: Ubicación de Reservorio de concreto.

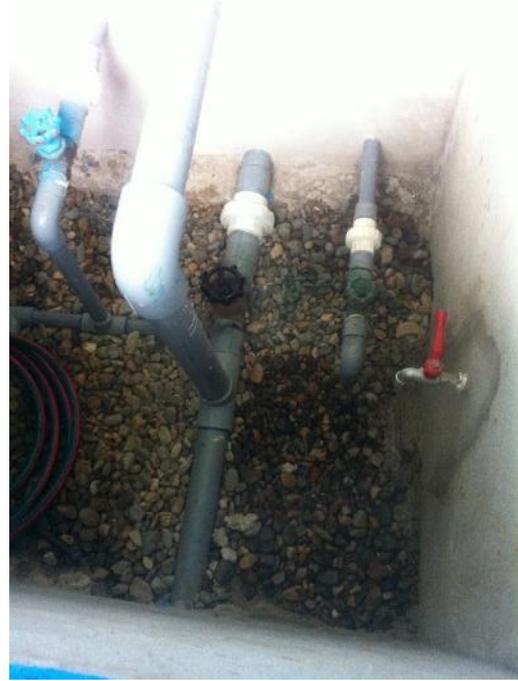


FOTO 16: Caja de válvulas del reservorio de concreto



FOTO 17: Reservorio de Polietileno



FOTO 18: Caja de válvulas



FOTO 19: Dado de concreto separado de tubería de limpieza/rebose.



FOTO 20: Dado de concreto separado de tubería de limpieza/rebose.



FOTO 21: Dado de concreto separado de tubería de limpieza/rebose.



FOTO 22: Reservorio, riego de huaycos. Un riachuelo para 10 m sobre la caseta del Reservorio.



FOTO 23: Pileta sin estructura de concreto.



FOTO 24: Ubicación de la CRP-T7, N° 01



FOTO 25: Pileta malograda: sin grifo ni estructura de concreto



FOTO 26: Tubería de la Red de Distribución que pasa por una quebrada seca, descubierta totalmente.



FOTO 27: Pileta sin estructura de concreto.



FOTO 28: Servicios Higiénicos en buen estado.



FOTO 29: Pileta instalada dentro de vivienda. En buen estado.



FOTO 30: Pileta domiciliaria sin grifo ni pedestal de concreto.



Pileta domiciliaria sin grifo, ni pedestal de concreto.



FOTO 31: Pase aéreo en Red de Distribución.



FOTO 32: Pileta sin estructura de concreto.



FOTO 33: Medición de presión con manómetro en las piletas domiciliarias.



FOTO 34: Llave de paso expuesta



FOTO 35: Medición de presiones con manómetro en piletas domiciliarias



FOTO 36: Medición de presiones con manómetro en piletas domiciliarias

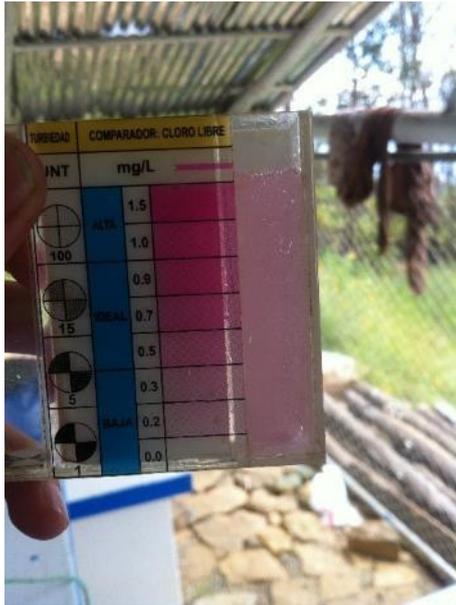


FOTO 37: Medición de cloro residual en reservorio de concreto

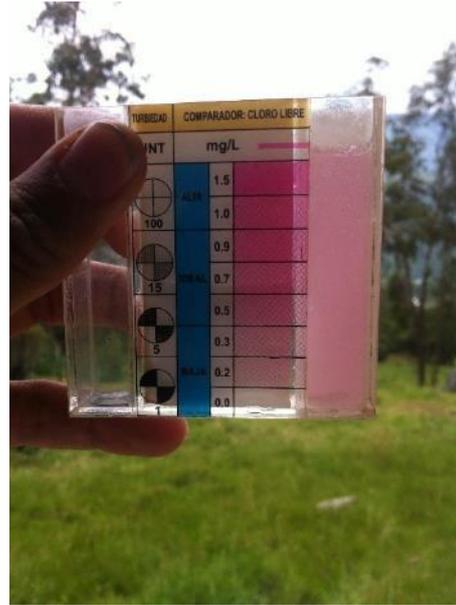


FOTO 38: Medición de cloro residual en piletas domiciliarias

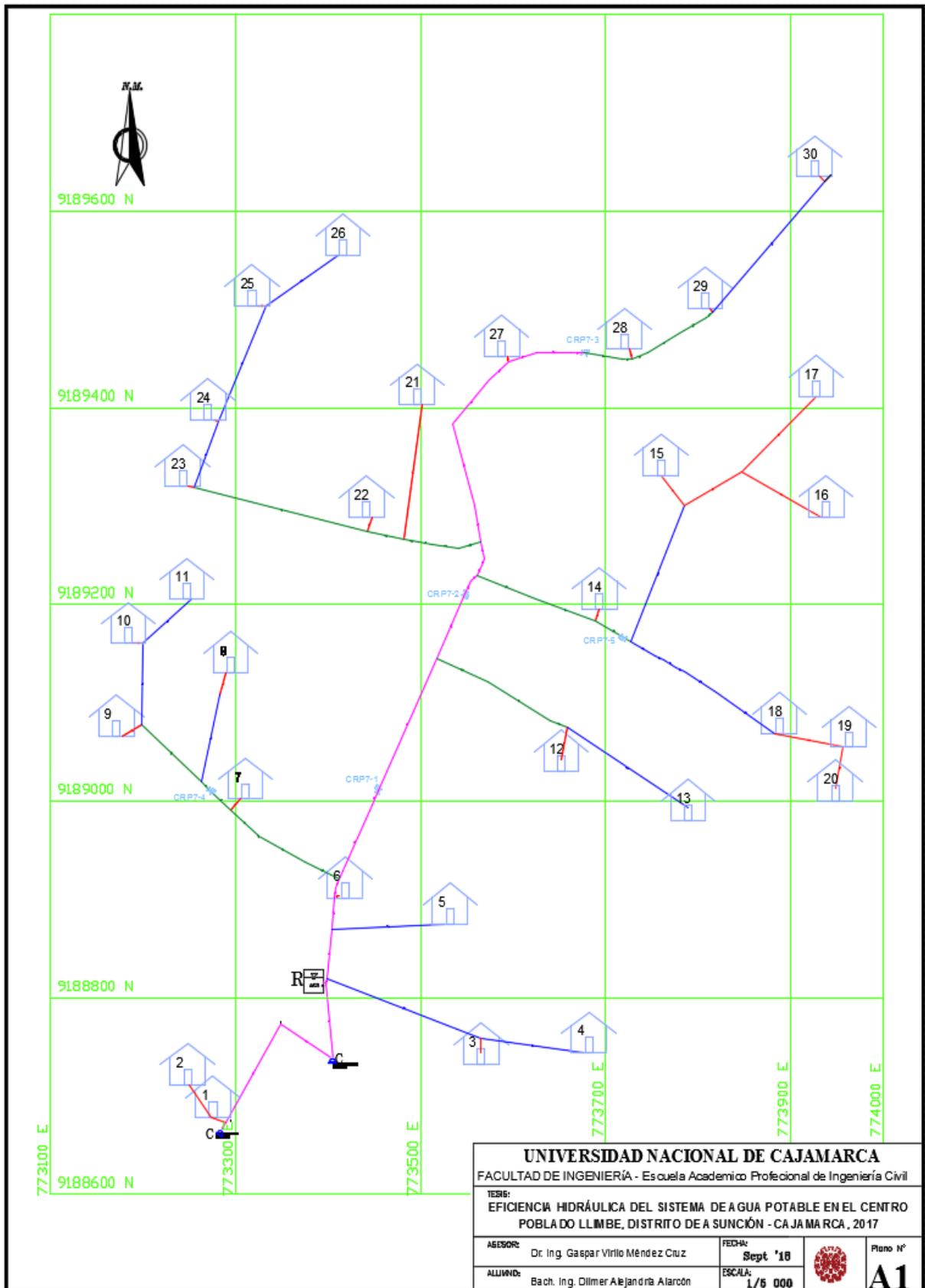


FOTO 39: Medición de cloro residual en piletas domiciliarias



FOTO 40: Medición de cloro residual en piletas domiciliarias

7.2 ANEXO 2: UBICACIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA



Fuente: elaboración propia
Escala 1/5000

7.3 ANEXO 3: Trabajos a través de programa computacional

También, a través de un programa computacional, pudimos graficar algunos puntos tomados con GPS –Garmin GPSMAPS 64S-, para poder evaluar si estos cumplían con las presiones tomadas en campo con un manómetro.

TABLA 40. Puntos obtenidos con GPS Garmin: Línea de Conducción

Puntos	E	N	Z	Observación
1	773284	9188665	2650	C. El Higuierón
2	773290	9188673	2648	Pto. A
3	773348	9188774	2607	Pto. B
4	773405	9188738	2605	C. La Cortadera
5	773398	9188815	2575	R 1
6	773395	9188815	2575	R 2

Fuente: elaboración propia

TABLA 41. Puntos obtenidos con GPS Garmin: Red de Distribución

Pto	E	N	Z	Obs.
7	773399	9188820	2572	1
8	773404	9188870	2563	2
9	773407	9188903	2553	3
10	773408	9188911	2550	4
11	773411	9188920	2548	5
12	773375	9188938	2544	6
13	773325	9188964	2537	7
14	773324	9188965	2538	8
15	773295	9188991	2535	9
16	773262	9189021	2528	10
17	773283	9189107	2495	11
18	773198	9189077	2513	12
19	773447	9188996	2520	13
20	773518	9189146	2480	14
21	773572	9189120	2483	15
22	773640	9189082	2486	16
23	773658	9189075	2490	17
24	773548	9189210	2463	18
25	773561	9189230	2461	19

Pto	E	N	Z	Obs.
26	773624	9189206	2458	20
27	773689	9189182	2452	21
28	773727	9189162	2447	22
29	773753	9189148	2446	23
30	773763	9189143	2445	24
31	773776	9189136	2444	25
32	773784	9189132	2442	26
33	773820	9189111	2439	27
34	773562	9189232	2458	28
35	773563	9189234	2456	29
36	773564	9189236	2452	30
37	773565	9189239	2451	31
38	773569	9189246	2450	32
39	773568	9189249	2449	33
40	773565	9189263	2447	34
41	773541	9189257	2447	35
42	773512	9189261	2444	36
43	773498	9189263	2420	37
44	773481	9189265	2420	38

Pto	E	N	Z	Obs.
45	773443	9189274	2419	39
46	773559	9189300	2422	40
47	773535	9189383	2420	41
48	773575	9189428	2412	42
49	773595	9189446	2410	43
50	773625	9189456	2406	44
51	773662	9189455	2398	45
52	773718	9189449	2392	46
53	773729	9189449	2389	47
54	773746	9189455	2440	48
55	773780	9189476	2424	49
56	773808	9189493	2405	50
57	773815	9189497	2447	51
58	773201	9189161	2496	52
59	773937	9189630	2377	53
60	773944	9189637	2374	54
61	773566	9188759	2560	55
62	773256	9189318	2448	56
63	773289	9188673	2648	A
64	773277	9188678	2647	Casa 01
65	773250	9188711	2647	Casa 02
66	773565	9188760	2561	Casa 03
67	773676	9188743	2537	Casa 04
68	773526	9188874	2549	Casa 05
69	773412	9188904	2551	Casa 06
70	773305	9189003	2530	Casa 07
71	773289	9189131	2488	Casa 08
72	773176	9189067	2517	Casa 09

Pto	E	N	Z	Obs.
73	773194	9189161	2492	Casa 10
74	773253	9189204	2482	Casa 11
75	773652	9189043	2498	Casa 12
76	773789	9188993	2446	Casa 13
77	773693	9189196	2450	Casa 14
78	773760	9189331	2417	Casa 15
79	773933	9189289	2393	Casa 16
80	773928	9189410	2414	Casa 17
81	773882	9189068	2430	Casa 18
82	773957	9189054	2408	Casa 19
83	773948	9189012	2415	Casa 20
84	773502	9189403	2432	Casa 21
85	773447	9189287	2442	Casa 22
86	773255	9189319	2446	Casa 23
87	773278	9189387	2441	Casa 24
88	773329	9189503	2446	Casa 25
89	773410	9189555	2447	Casa 26
90	773593	9189452	2424	Casa 27
91	773726	9189459	2409	Casa 28
92	773814	9189499	2388	Casa 29
93	773944	9189636	2375	Casa 30
94	773454	9189011	2514	CRP7-1
95	773555	9189224	2468	CRP7-2
96	773676	9189455	2418	CRP7-3
97	773273	9189011	2530	CRP7-4
98	773719	9189166	2448	CRP7-5
99	773398	9188815	2575	R-1_2

Fuente: elaboración propia

TABLA 42. Análisis de la Red de Distribución con Programa Computacional Water-CAD

Lado	Long (m)	Pto inicial	Pto final	Ø "
P-1	5,6	R-1_2	1	2
P-2	50,3	1	2	2
P-3	33,2	2	3	2
P-4	8,4	3	4	2
P-5	9,8	4	5	2
P-6	40,1	5	6	1
P-7	56,4	6	7	1
P-8	2,1	7	8	1
P-9	38,5	8	9	1
P-10	29,9	9	CRP7-4	1
P-11	86,2	10	12	1
P-12	83,2	5	13	2
P-13	16,6	13	CRP7-1	2
P-14	148,7	CRP7-1	14	2
P-15	90,1	10	11	3/4
P-16	59,9	14	15	1
P-17	78,2	15	16	1
P-18	19,0	16	17	1
P-19	72,0	14	CRP7-2	2
P-20	8,2	18	19	2
P-21	15,4	CRP7-2	18	2
P-22	67,4	19	20	1
P-23	69,2	20	21	1
P-25	29,2	22	23	3/4
P-26	10,8	23	24	3/4
P-27	15,4	24	25	3/4
P-28	9,0	25	26	3/4
P-29	41,3	26	27	3/4
P-30	10,7	19	28	2

Lado	Long (m)	Pto inicial	Pto final	Ø "
P-31	7,6	28	29	2
P-32	17,5	29	30	2
P-33	24,7	30	31	1
P-34	29,3	31	32	1
P-35	14,4	32	33	1
P-36	16,4	33	34	1
P-37	39,6	34	35	1
P-38	37,3	30	36	2
P-39	86,3	36	37	2
P-40	60,5	37	38	2
P-41	27,6	38	39	2
P-42	31,4	39	40	2
P-43	37,1	40	41	2
P-44	14,2	41	CRP7-3	2
P-45	41,6	CRP7-3	42	1
P-46	11,2	42	43	1
P-47	18,1	43	44	1
P-48	40,1	44	45	1
P-49	32,5	45	46	1
P-50	8,7	46	47	1
P-51	177,1	1	55	3/4
P-52	5,3	3	Casa 6	1/2
P-53	14,9	9	Casa 7	1/2
P-54	23,5	11	Casa 8	1/2
P-55	24,4	12	Casa 9	1/2
P-56	32,9	17	Casa 12	1/2
P-57	13,2	21	Casa 14	1/2
P-58	75,3	27	Casa 18	3/4
P-59	138,7	34	Casa 21	1/2

Lado	Long (m)	Pto inicial	Pto final	Ø "
P-60	15,1	35	Casa 22	1/2
P-61	192,3	35	56	1
P-62	5,7	39	Casa 27	1/2
P-63	10,8	43	Casa 28	1/2
P-64	5,0	47	Casa 29	1/2
P-65	72,8	56	48	3/4
P-66	127,6	48	51	3/4
P-67	83,4	12	52	3/4
P-68	68,5	52	Casa 11	3/4
P-69	122,0	2	Casa 5	3/4
P-70	111,9	55	Casa 4	3/4
P-71	154,4	17	Casa 13	3/4
P-72	76,0	Casa 18	Casa 19	1/2
P-73	43,0	Casa 19	Casa 20	1/2
P-74	149,5	22	49	3/4
P-75	70,9	49	50	3/4

Lado	Long (m)	Pto inicial	Pto final	Ø "
P-76	110,6	50	Casa 17	1/2
P-77	40,6	49	Casa 15	1/2
P-78	97,2	50	Casa 16	1/2
P-79	183,8	47	53	3/4
P-80	92,8	51	Casa 26	3/4
P-81	5,1	48	Casa 24	1/2
P-82	9,4	51	Casa 25	1/2
P-83	10,7	52	Casa 10	1/2
P-84	13,8	CRP7-4	10	1
P-85	8,3	55	Casa 3	1/2
P-86	7,5	53	Casa 30	1/2
P-87	10,0	53	54	3/4
P-88	8,5	56	Casa 23	1/2
P-93	34,2	21	CRP7-5	1
P-94	9,4	CRP7-5	22	1

Fuente: elaboración propia

TABLA 43. Presiones Obtenidas en Campo con Manómetro Vs Programas computacionales (Excel y Water-CAD)

Nombres y apellidos de Usuarios		P. con Manómetro	
		P.S.I.	m.c.a.
Casa 1	Juan Novoa Espino	2	2.84
Casa 2	Rosa Soto Saavedra	2,50	3.56
Casa 3	Margarita Miranda	10	14.22
Casa 4	Enrique León Huamán	21	29.86
Casa 5	Víctor Neyra	15	21.33
Casa 6	Francisco Leyva Díaz	16	22.75
Casa 7	Fortunato Flores Pascual	26	36.97
Casa 8	Jorge Castillo Flores	24	34.13
Casa 9	Eladio Mendoza Flores	8	11.38
Casa 10	Cesar Mostacero	20	28.44
Casa 11	Carmen Segura Martínez	32	45.50
Casa 12	María Huaripata	9	12.80
Casa 13	Margarita Chuquiviguel	50	71.10
Casa 14	Jorge León Tafur	29	41.24
Casa 15	Luis Sandoval Castillo	25	35.55

Nombres y apellidos de Usuarios		P. con Manómetro	
		P.S.I.	m.c.a.
Casa 16	Juan Chuquitucto Narro	31	44.08
Casa 17	Isaías Tafur Saavedra	5	7.11
Casa 18	Alberto Vigo Martínez	33	46.93
Casa 19	Jacinto Castillo	17	24.17
Casa 20	Adriana Tafur	15	21.33
Casa 21	Victoria Longa De La Cruz	30	42.66
Casa 22	Juana Castillo Vigo	20	28.44
Casa 23	Agustín Luna Ramírez	14	19.91
Casa 24	Eleuterio Vigo	8	11.38
Casa 25	Jacinto Tafur	5	7.11
Casa 26	Enemecia Castillo	4	5.69
Casa 27	Cesario Castillo Vigo	37	52.61
Casa 28	Eduardo Alcántara Córdova	5	7.11
Casa 29	Pelayo Miranda Leyva	26	36.97
Casa 30	Eulalia Huaripata Mendoza	34	48.35

Fuente: Elaboración propia

7.4 ANEXO 4: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA



INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA :

SOLICITANTE : DILMER ALEJANDRIA ALARCON
 PUNTO DE MUESTREO : MANANTIAL EL HIGUERON
 LOCALIDAD : CENTRO POBLADO LLIMBE
 DISTRITO : ASUNCION
 PROVINCIA : CAJAMARCA
 REGIÓN : CAJAMARCA

FECHA DE ANALISIS : 26 de Diciembre 2017

PARAMETRO	UNIDAD	M - 1	LMP
		RESULTADO	
ANALISIS FISICOQUIMICO			
TURBIEDAD	UNT	1.23	5
pH, a 16.4°C	--	8.09	6.5 - 8.5
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	414	1500
DUREZA	mg/L	240	500
CLORUROS	mg/L	20	250
FLUOR	mg/L	<0.02	1
SULFATOS	mg/L	35	250
NITRATOS	mg/L	5	50
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07
ALUMINIO	mg/L	0.024	0.2
COBRE	mg/L	0.026	2
CROMO	mg/L	<0.002	0.05
HIERRO	mg/L	0.013	0.3
MANGANESO	mg/L	0.372	0.4
ZINC	mg/L	0.039	3
ANALISIS BACTERIOLOGICO			
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	2	0
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	0	0

LMP = Límites Máximo Permisibles, dados por DS N° 031-2010-SA, para aguas de consumo humano.

UFC = Unidades Formadoras de Colonias

UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad

M-1: muestra alcanzada al Laboratorio por el usuario.

COMENTARIO :

Los Resultados de la muestra se compara con los LMP dados por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano, según D.S. N° 031-2010-SA.

Los parámetros fisicoquímicos evaluados, se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP) dados en el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano.

Se recomienda desinfectar el agua (clorar), para remover los coliformes existentes.



Ingr. Mario Herro Contreras
CONTROL DE CALIDAD
 EPS SEDACAJ S. A.

Cajamarca, 29 de Diciembre del 2017.

7.5 ANEXO 4: ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA EN RESERVORIO



SUPERVISION Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA. ELABORACIÓN DE
PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS. ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

CEL. 939291809 RUC: 20602101488

CORREO: guersaningenieros@gmail.com

METODO ESTANDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13^a)

PROYECTO:

**“EFICIENCIA HIDRAULICA DEL SISTEMA DE
AGUA POTABLE EN EL CP LLIMBE, DISTRITO
DE ASUNCION - CAJAMARCA”**

SOLICITANTE: TESISTA BACH. ING. CIVIL DILMER ALEJANDRIA ALARCÓN

CAJAMARCA – 23 FEBRERO 2018

METODO ESTANDAR DEL NUMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO
(A.S.T.M. C 805M-13a)

TESIS : EFICIENCIA HIDRAULICA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CP LLIM RESPONSABLE : ING. JOSE LEZAMA LEIVA.
DISTRITO DE ASUNCION - CAJAMARCA OPERADOR : C.L.M.

UBICACIÓN : C.P.: LLIMBE. DISTRITO: ASUNCION. PROVINCIA: CAJAMARCA. REGION FECHA ENSAYO 23 DE FEBRERO DEL 2018

NORMA TECNICA: A.S.T.M. C 805M-13a

SOLICITANTE : TESISTA BACH. ING. CIVIL DILMER ALEJANDRIA ALARCÓN

ENSAYO N° 01			
MUROS DE RESERVOIRIO DE CONCRETO			
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA (f'c) : NO INDICA			
ANGULO DE IMPACTO	N° REBOTE	ACEPTACION	
$\alpha = 0^\circ$	17	25	VALIDO
		24	VALIDO
		22	VALIDO
		26	VALIDO
		25	VALIDO
		24	VALIDO
		24	VALIDO
		26	VALIDO
		24	NO VALIDO
		25	VALIDO
	25	VALIDO	
	18	NO VALIDO	

ENSAYO N° 02			
MUROS DE RESERVOIRIO DE CONCRETO			
RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA (f'c) : NO INDICA			
ANGULO DE IMPACTO	N° REBOTE	ACEPTACION	
$\alpha = 0^\circ$	16	27	VALIDO
		25	VALIDO
			NO VALIDO
		28	VALIDO
		26	VALIDO
		24	VALIDO
	15		NO VALIDO
		26	VALIDO
		26	VALIDO
		27	VALIDO
		28	VALIDO
		28	VALIDO
		28	NO VALIDO

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	25
DESVIACION ESTANDAR :	1.2

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	27
DESVIACION ESTANDAR :	1.0

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A COMP DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERO	140	Kg/cm2
--	-----	--------

DATO DEL N° REBOTE - RESISTENCIA A CO DEL CONCRETO, DEL CUADRO DEL ESCLERO	165	Kg/cm2
--	-----	--------

NOTA : LOS ENSAYOS SE REALIZARON EN PRESENCIA DE :
- TESISTA BACH. ING. CIVIL DILMER ALEJANDRIA ALARCÓN


 GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
 Davis Frank Velásquez Hilarin
 INGENIERO CIVIL
 CIR N° 195383

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Para la ejecución del presente trabajo se utilizó ensayos de auscultación no destructivos, llamado Método Estándar del Número de rebote en concreto endurecido, realizado de acuerdo a la Norma A.S.T.M. C 805M-13a.
- El ensayo realizado con el equipo llamado Martillo de Schmidt ó Esclerómetro, evalúa la dureza superficial del concreto por medio de la medición del rebote de un émbolo cargado con un resorte, después de haber golpeado una superficie plana de la estructura, la dureza superficial además de ser útil para revisar la uniformidad del concreto, es una indicación de la resistencia a compresión.
- Se realizaron 02 ensayos de Esclerometría, en los muros del Reservorio, que comprende la evaluación de la Tesis: “EFICIENCIA HIDRAULICA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CP LLIMBE, DISTRITO DE ASUNCION - CAJAMARCA”. Los mencionados ensayos, con su respectivo resultado, se detallan a continuación:

ENSAYO 1.- MUROS DE RESERVORIO : 140 kg/cm² (ángulo de impacto: 0°)

ENSAYO 2.- MUROS DE RESERVORIO : 165 kg/cm² (ángulo de impacto: 0°)

- Antes de tomar como válidos los resultados se tiene que saber, que éstos pueden estar afectados por la rugosidad de la superficie, el tamaño, forma y rigidez de la superficie, tamaño máximo del agregado grueso, la edad y condición de humedad del elemento y la carbonatación de la superficie del concreto.

Cajamarca, 23 de Febrero del 2018

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.


David Frank Velásquez Hilarie
INGENIERO CIVIL
CIP N° 195303

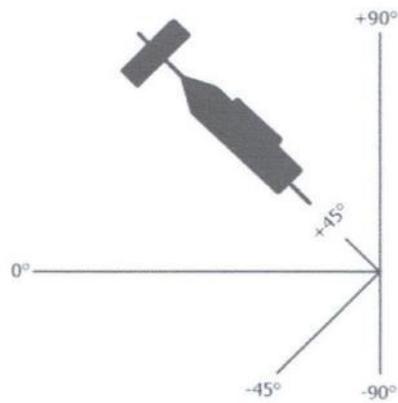
MANUAL DEL USUARIO
ESCLEROMETRO

R	$\alpha - 90^\circ$	$\alpha - 45^\circ$	$\alpha - 0^\circ$	$\alpha + 45^\circ$	$\alpha + 90^\circ$
20	125	115			
21	135	125			
22	145	135	110		
23	160	145	120		
24	170	160	130		
25	180	170	140	100	
26	198	185	158	115	
27	210	200	165	130	105
28	220	210	180	140	120
29	238	220	190	150	138
30	250	238	210	170	145
31	260	250	220	180	160
32	280	265	238	190	170
33	290	280	250	210	190
34	310	290	260	220	200
35	320	310	280	238	218
36	340	320	290	250	230
37	350	340	310	265	245
38	370	350	320	280	260
39	380	370	340	300	280
40	400	380	350	310	295
41	410	400	370	330	310
42	425	415	380	345	325
43	440	430	400	360	340
44	460	450	420	380	360
45	470	460	430	395	375
46	490	480	450	410	390
47	500	495	465	430	410
48	520	510	480	445	430
49	540	525	500	460	445
50	550	540	515	480	460
51	570	560	530	500	480
52	580	570	550	515	500
53	600	590	565	530	520
54	Por encima 600	Por encima 600	580	550	530
55	Por encima 600	Por encima 600	600	570	550

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Davis Frank Velásquez Hilarin
INGENIERO CIVIL
RUC: 20602101488

ANGULO DE IMPACTO



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Daisy Frank Velásquez Hilario
INGENIERO CIVIL
CIP N° 195303

7.6 ANEXO 5: FICHAS/ENCUESTAS PROCESADAS

Se presentan los datos obtenidos en las encuestas y fichas de observación, del cual se ha obtenido para los gráficos estadísticos y diferentes tablas presentadas en el capítulo 04.

° Piletas domiciliarias.

58. Describir el estado de las piletas domiciliarias. Marque con una X
(muestra de 10% del total de viviendas con pileta domiciliaria)

DESCRIPCIÓN	ESTRUCTURA de la PILETA				ESTADO de VÁLV. de PASO			ESTADO del GRIFO			Uso del Agua Potable			*En los últimos 12 meses, cuánto tiempo han tenido el Serv. agua	El agua que consume es		Cloran el agua Si/No	Cloro residual (mg/L)	Supervisa el agua JASS/ MINSA/ MUN/ Otros
	B	R	M	No tiene	B	M	No tiene	B	M	No tiene	Consumo	Regadío	Otros		Clara	Turbia			
Casa 1	x				x			x			x			1		x	No	2	JASS
Casa 2				x		x		x			x			1		x	No	2	JASS
Casa 3			x			x			x		x			1	x		Si	2	JASS
Casa 4	x				x			x			x			1	x		Si	3	JASS
Casa 5	x				x			x			x			1	x		Si	2	JASS
Casa 6				x			x			x	x	x		1	x		Si	3	JASS
Casa 7	x				x			x			x			2	x		Si	3	JASS
Casa 8			x				x			x	x			2	x		Si	3	JASS
Casa 9		x				x			x		x			2	x		Si	3	JASS
Casa 10	x				x			x			x			2	x		Si	3	JASS
Casa 11	x				x			x			x	x		4		x	Si	3	JASS
Casa 12	x				x			x			x	x		2	x		Si	3	JASS
Casa 13				x		x			x		x			4		x	Si	3	JASS
Casa 14	x				x				x		x	x		2	x		Si	3	JASS

DESCRIPCIÓN	ESTRUCTURA de la PILETA				ESTADO de VÁLV. de PASO			ESTADO del GRIFO			Uso del Agua Potable			*En los últimos 12 meses, cuánto tiempo han tenido el Serv. agua	El agua que consume es		Cloran el agua Si/No	Cloro residual (mg/L)	Supervisa el agua JASS/ MINSA/ MUN/ Otros
	B	R	M	No tiene	B	M	No tiene	B	M	No tiene	Consumo	Regadío	Otros		Clara	Turbia			
Casa 15	x				x			x			x			2	x		Si	3	JASS
Casa 16			x		x			x			x	x		2	x		Si	1	JASS
Casa 17	x				x			x			x			3	x		Si	1	JASS
Casa 18	x				x			x			x			2	x		Si	3	JASS
Casa 19				x		x			x		x	x		3		x	Si	3	JASS
Casa 20	x				x			x			x	x		3		x	Si	1	JASS
Casa 21	x				x			x			x			2	x		Si	3	JASS
Casa 22			x		x			x			x			2		x	Si	3	JASS
Casa 23	x				x			x			x			2	x		Si	3	JASS
Casa 24	x				x			x			x			3	x		Si	3	JASS
Casa 25	x				x			x			x			3		x	Si	1	JASS
Casa 26	x				x			x			x			3		x	Si	1	JASS
Casa 27				x		x				x	x			2	x		Si	3	JASS
Casa 28	x				x			x			x			2	x		Si	3	JASS
Casa 29		x			x			x			x			2	x		Si	3	JASS
Casa 30	x				x			x			x			3	x		Si	1	JASS
TOTAL	19	2	4	5	22	6	2	22	5	3	30	7	0	30	21	9			30

* A continuación se adjuntan as fichas utilizadas en la recolección en campo

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

FORMATO N°1

ESTADO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

INFORMACION GENERAL DEL CASERÍO/COMUNIDAD

A. Ubicación:

1. Comunidad / caserío: *Limbe* 2. Código del lugar (no llenar):
- Centro poblado
3. Anexo/Sector:
4. Distrito: *Abanción*
5. Provincia: *Cajamarca* 6. Departamento: *Cajamarca*
7. Altura (m.s.n.m.): X: Y:
8. Cuántas familias tiene el caserío / anexo o sector: *172* familias
9. Promedio de Integrantes / familia (dato del INEI, no llenar):
10. ¿Explique como se llega al caserío / Anexo o sector desde la Capital del Distrito?

Desde	Hasta	Tipo de Vía	Medio de Transporte	Distancia (km.)	Tiempo (horas)
<i>Cajamarca</i>	<i>Abanción</i>	<i>Asfaltada</i>	<i>Combi</i>	<i>62</i>	<i>2</i>
<i>Abanción</i>	<i>Limbe</i>	<i>Trocha carrozable</i>	<i>Combi</i>	<i>1</i>	<i>0.30</i>

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

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

12. Fecha en que se concluyó la construcción del sistema de Agua Potable:

dd / *08* / *1991* → CARE
mm / *1991* / *1991* → CARE
aaaa

13. Institución ejecutora: *Water for people (mejoramiento)*
CARE: Const Sistema

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

- Manantial Pozo Agua Superficial

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

- Por Gravedad Por Bombeo

B. Cobertura del Servicio:

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

C. Cantidad De Agua:

17. ¿Cuál es el caudal de la fuente en época de sequía? En litros / segundo
18. ¿Cuántas conexiones domiciliarias tiene su sistema? (Indicar el número)

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

SI

NO (Pasará a la pgta. 21)

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

D. Continuidad del Servicio:

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

Volumen De depósito

NOMBRE DE LAS FUENTES	DESCRIPCION			Mediciones (seg)					CAUDAL
	Permanente	Baja Cantidad pero no se seca	Se seca totalmente en algunos meses.	1°	2°	3°	4°	5°	
El Higueron		X		27.80	25.04	26.92			
				→ promedio			26.61		0.15 L/S
La Cortadera		X		135.14	136.11	134.89			
				→ promedio			135.71		0.029 L/S

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

Todo el día durante todo el año

Por horas todo el año

Por horas sólo en época de sequía (de mayo a noviembre)

Solamente algunos días por semana

E. Calidad de Agua:

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

SI

NO (Pasará a la pgta. 25)

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

Lugar de toma de muestra	DESCRIPCION		
	Baja cloración (0-0.4 mg/l)	Ideal (0.5-0.9 mg/l)	Alta cloración (1.0-1.5 mg/l)
Parte Alta			X (1.3)
Parte Media		X (0.8)	
Parte Baja	X (0.3)		

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

Agua Clara

Agua Turbia

Agua con elementos extraños

↳ en lluvias

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

SI

NO

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

Municipalidad

MINSA

JASS

Otro (nombrarlo)

El operador hace informe diario, aunque el solicitar su registro, dijo que lo había extraviado.

F. Estado de la infraestructura:

° Captación

altitud: msnm X: Y:

↳ datos en la pregunta 29.

28. ¿Cuántas captaciones tiene el sistema?

(Indicar el número)

Tesista: Bach. Ing. Civil Dilmer Alejandra Alarcón

* tiene piletas muy ventuales.

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

Captación	Estado del Cerco Perimétrico			Material de Construcción de la captación		Datos Geo-referenciales			
	Si Tiene		No tiene.	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y	
	En buen estado	En mal estado							
Capt. 1			X	X			773297	9195809	2650.00
Capt. 2	X			X			77405	9195738	2600.00
Capt. 3									
Capt. 4									
...									

Z (altura)

Captación	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o arboles	Contaminación de la fuente de agua
Capt. 1		X	X		X		X	X no
Capt. 2		X	X			X	X	X no
Capt. 3								
Capt. 4								
...								

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

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

B = Bueno

R = Regular

M = Malo

→ * Ver Anexo a continuación

° **Caja o buzón de Reunión**

31. ¿Tiene caja de reunión? Marque con una X SI

NO *se debería plantear.
↳ pasar a pregunta 34

32. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción de las cajas o buzones de reunión. Marque con una X

Caja o buzón de Reunión	Estado del Cerco Perimétrico			Material de Construcción de la Caja de Reunión		Datos Geo-referenciales		
	Si Tiene		No tiene	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y
	En buen estado	En mal estado						
C 1								
C 2								
C 3								
C 4								
...								

Caja o buzón de Reunión	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o arboles	Contaminación de la fuente de agua
C 1								
C 2								
C 3								

Tesista: Bach. Ing. Civil Dilmer Alejandría Alarcón

* El agua captada en la captación El Higuero ingresa directo a la captación La Cortadera.

Descripción	Tapa Sanitaria I							Estructura			Canastilla		Tubería de limpia y rebose			Dado de protección				
	No tiene	Si tiene					Seguro		No tiene	Si tiene		No tiene	Si tiene		No tiene	Si tiene				
		Concreto			Metal		Madera	No tiene		Si tiene	B		M	B		M	B	M	B	M
		B	R	M	B	R														
CRP6 1																				
CRP6 2																				
CRP6 3																				
CRP6 4																				
...																				

38. ¿Tiene el sistema tubo rompe carga en la línea de conducción? Marque con una X
 SI NO (Pasar a la pgta. 40)

39. ¿En qué estado se encuentran los tubos rompe carga? Marque con una X

Descripción	Tubos rompe carga						
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7
Bueno							
Malo							

° **Línea de conducción.**

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

SI NO (Pasar a la pgta. 44)

Identificación de peligros:

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

Especifique:

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

Enterrada totalmente Enterrada en forma parcial
 Malograda Colapsada

42. ¿Tiene cruces / pases aéreos? SI NO (Pasar a la pgta. 44)

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

Bueno Regular Malo Colapsado

° **Planta de Tratamiento de Aguas.**

44. ¿El sistema tiene Planta de Tratamiento de Aguas? Marque con una X

SI NO (Pasar a la pgta. 47)

Identificación de peligros:

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

Especifique:

45. ¿Tiene cerco perimétrico la estructura? Marque con una X
 SI, en buen estado SI, en mal estado No tiene
46. ¿En que estado se encuentra la estructura? Marque con una X
 Bueno Regular Malo

° Reservorio.

47. ¿Tiene reservorio? Marque con una X SI NO
48. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción del reservorio. Marque con una X

RESERVORIO	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción del Reservorio		Datos Geo-referenciales		
	Si Tiene		No tiene	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y
	En buen estado	En mal estado						
RESERVORIO 1	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			773396	9199513
RESERVORIO 2	<input checked="" type="checkbox"/>						773395	9199511
RESERVORIO 3								
RESERVORIO 4								
...								

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

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

DESCRIPCIÓN		ESTADO ACTUAL						
		Volumen: <input type="text"/>	No tiene	Si tiene			Seguro	
				Bueno	Regular	Malo	Si tiene	No tiene
Tapa sanitaria 1 (T.A)	De concreto							
	Metálica		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
	Madera							
Tapa sanitaria 2 (C.V)	De concreto							
	Metálica		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
	Madera							
Reservorio / Tanque de Almacenamiento			<input checked="" type="checkbox"/>					
Caja de válvulas			<input checked="" type="checkbox"/>					
Canastilla			<input checked="" type="checkbox"/>					
Tubería de limpia y rebose			<input checked="" type="checkbox"/>					
Tubo de ventilación			<input checked="" type="checkbox"/>					
Hipoclorador								
Válvula flotadora			<input checked="" type="checkbox"/>					
Válvula de entrada			<input checked="" type="checkbox"/>					

Testista: Bach. Ing. Civil Dilmer Alejandra Alarcón

* Presenta tub. conluc. (antes de ingresar al reservorio) expuesta y hay riesgo de ruptura y por ende suspensión y contaminación del recurso.

	no tiene	bueno		malo	
Válvula de salida		X			
Válvula de desagüe		X			
Nivel estático		X			
Dado de protección				X	
Cloración por goteo		X			
Grifo de enjuague		X			

En el caso de que hubiese más de un reservorio, utilizar un cuadro por cada uno de ellos y adjuntarlos

DESCRIPCIÓN		ESTADO ACTUAL						
		Volumen: <input type="text"/>	No tiene	Si tiene			Seguro	
				Bueno	Regular	Malo	Si tiene	No tiene
Tapa sanitaria 1 (T.A)	De concreto							
	Metálica							
	Madera							
Tapa sanitaria 2 (C.V)	De concreto							
	Metálica							
	Madera							
Reservorio / Tanque de Almacenamiento		X						
Caja de válvulas		X						
Canastilla		X						
Tubería de limpia y rebose		X						
Tubo de ventilación		X						
Hipoclorador								
Válvula flotadora		X						
Válvula de entrada		X						
Válvula de salida		X						
Válvula de desagüe								
Nivel estático		X						
Dado de protección					X			
Cloración por goteo								
Grifo de enjuague		X						

En el caso de que hubiese más de un reservorio, utilizar un cuadro por cada uno de ellos y adjuntarlos

° Línea de Aducción y red de distribución.

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

Enterrada totalmente

Enterrada en forma parcial

Malograda

Colapsada

Se encontró partes de la tubería al descubrirse.

Identificación de peligros:

No presenta

Huaycos

Crecidas o avenidas

Hundimiento de terreno

Inundaciones

Deslizamientos

Desprendimiento de rocas o árboles

Contaminación de la fuente de agua

Especifique:

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

SI

NO

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

Bueno

Regular

Malo

Colapsado

57. Describir el estado de la infraestructura. Marque con una X:
Las condiciones se expresan en el cuadro de la siguiente manera:

B = Bueno R = Regular M = Malo

Descripción	Tapa Sanitaria 1						Tapa Sanitaria 2 (Caja de válvulas)						Estructura		Canastilla		Tubercia de limpieza y rasbaje		Válvula de Control		Válvula Flotadora		Dado de protección				
	No tiene			Si tiene			No tiene			Si tiene			B		R		M		B		M		Si tiene		No tiene		
	Concreto		Metal	Madera		Seguro		Concreto		Metal	Madera		Seguro		B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	
	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M
CRP7 1			X																								
CRP7 2			X																								
CRP7 3			X																								
CRP7 4			X																								
CRP7 5			X																								
CRP7																											
CRP7																											

* Cabe indicar que ninguno CRP7 tiene cerco perimetral.

o Piletas domiciliarias.

58. Describir el estado de las piletas domiciliarias. Marque con una X (muestra de 10% del total de viviendas con piletas domiciliarias)

DESCRIPCIÓN	ESTRUCTURA de la PILETA			ESTADO de VALV. de PASO			ESTADO del GRIFO			Uso del Agua Potable			*En los últimos 12 meses, cuánto tiempo han tenido el Serv. agua	El agua que consume es		Cloran el agua SI/No	Cloro residual (mg/L)	Supervisa el agua JASS/MNSA/ME N/otros			
	B	R	M	No tiene	B	M	No tiene	B	M	No tiene	B	M		Consumo	Regadio				Otros	Clara	Turbia
Casa 1	X				X			X					X				X		JASS		
Casa 2				X				X					X				X		JASS		
Casa 3			X						X				X						JASS		
Casa 4	X				X				X				X						JASS		
Casa 5	X				X				X				X						JASS		
Casa 6	X			X					X				X						JASS		
Casa 7	X				X				X				X						JASS		
Casa 8										X			X						JASS		
Casa 9		X							X				X						JASS		
Casa 10	X				X				X				X						JASS		
Casa 11	X				X				X				X						JASS		
Casa 12	X				X				X				X						JASS		
Casa 13	X			X					X				X						JASS		
Casa 14	X				X				X				X						JASS		
Casa 15	X				X				X				X						JASS		
Casa 16	X				X				X				X						JASS		
Casa 17	X				X				X				X						JASS		
Casa 18	X				X				X				X						JASS		
Casa 19	X				X				X				X						JASS		
Casa 20	X				X				X				X						JASS		
Casa 21	X				X				X				X						JASS		
Casa 22	X				X				X				X						JASS		
Casa 23	X				X				X				X						JASS		
Casa 24	X				X				X				X						JASS		
Casa 25	X				X				X				X						JASS		
Casa 26	X				X				X				X						JASS		
Casa 27	X				X				X				X						JASS		
Casa 28	X				X				X				X						JASS		
Casa 29	X				X				X				X						JASS		
Casa 30	X				X				X				X						JASS		
TOTAL																					

B=Bueno, R=Regular, M=Mal
 * 1) Todo el día durante todo el año; 2) Por horas sólo en época de sequía; 3) Por horas todo el año; 4) Solamente algunos días por semana
 Cloro residual (mg/L): 1 Defecto: < 0.5 / 2 Exceso: > 1.0 / 3 Normal: 0.5 a 1.0

Fecha: 06/07/2017
 Nombre del encuestador: Bach. Ing. Dimas Nyandora Narcedo

Testista: Bach. Ing. Civil Dillmer Alejandra Alarcón

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

FORMATO N°3

ENCUESTA SOBRE LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS (CONSEJO DIRECTIVO)

Comunidad/Caserío: *Limbe* Anexo/Sector:
 Centro Poblado:
 Distrito: *Quincón* Provincia: *Cajamarca* Departamento: *Cajamarca*

81. ¿Quién es responsable de la administración del servicio de agua? Marque con una X

- Municipalidad
- Nucleo Ejecutor/Comité
- Junta Administradora
- JAAS reconocida
- Autoridades
- Nadie
- EPS

82. ¿Identificar a cada uno de los integrantes del Consejo Directivo? Marque con una X si fue entrevistado

Nombres y Apellidos	D.N.I.	Cargo	entrevistado
<i>Fausto Olvera (M)</i>	<i>942035474</i>	<i>Presidente</i>	
<i>Walter Navro Andara (M)</i>	<i>925465386</i>	<i>Secretario</i>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Percy Navro Andara (M)</i>		<i>Tesorero</i>	
<i>Fausto Saenz Castillo (F)</i>		<i>Fiscal</i>	
<i>Jacinto Castillo (M)</i>		<i>Vocal 1</i>	
<i>Maria Clara Merloza Navro (F)</i>		<i>Vocal 2</i>	

83. ¿Quién tiene el expediente técnico, Memoria descriptiva o expediente replanteado? Marque con una X

- Municipalidad
- Comunidad
- Nucleo ejecutor
- JASS
- No existe
- No sabe *
- EPS
- Entidad Ejecutora

84. ¿Qué instrumento de gestión usan? Marque con una X

- Reglamento y Estatutos
- Libros de Actas
- Recibos de pago de cuota familiar
no recibo, solo se registra (1.50)
- Asignación del recurso agua (Licencia, Permiso, Autorización)
- No usan ninguna de las anteriores
- Padron de asociados y control de recaudos
- Libro Caja
- otros: (especificar)

85. ¿Cuántos usuarios existen en el padrón del sistema? *155* (Indicar número)

86. ¿Existe una cuota familiar establecida para el servicio de agua potable? Marque con una X.

- SI *1.50* NO (Pasar a la pgta. 89)

* Primer me contacté con el presidente, pero me dió que conversar con el secretario debido a un eventual viaje que había realizado. El secretario dice que no existen planes y memoria descriptiva del proyecto, pero no sabe quien lo tiene

87. ¿Cuánto es la cuota por el servicio de agua?

SI. 7.50 (Indicar en Nuevos Soles)

88. ¿Cuántos no pagan la cuota familiar?

17 (Indicar número)

son los que se están "atrasando", pero luego cancelan después del corte que se hacen del servicio.

89. ¿Cuántas veces se reúne la directiva con los usuarios del sistema? Marque con una X

- Mensual
- 3 veces por año ó más
- 1 a 2 veces por año

- Sólo cuando es necesario
- No se reúnen

90. ¿Cada que tiempo cambia la Junta directiva? Marque con una X

- Al año
- A los dos años

- A los tres años
- Mas de tres años

los de la junta directiva son los que asumen la responsabilidad y solo cambian de cargo (señalar 10 años)

91. ¿Quién ha escogido el modelo de UBS que tiene? Marque con una X

- La esposa
- El esposo

- La familia
- El proyecto

92. ¿Cuántas mujeres participan de la Directiva del Sistema? Marque con una X

- De 2 mujeres a mas

- 1 mujer

- Ninguna

93. ¿Han recibido cursos de capacitación? Marque con una X

SI

NO

Charlas a veces

94. ¿Qué tipo de cursos han recibido los actuales miembros del Concejo Directivo?

Marque con una X, cuando se trate de los directivos.

Cuando se trate de los usuarios, colocar el número de los que se beneficiaron.

por parte de la Municipalidad Distrital de la Asunción.

DESCRIPCIÓN	TEMA DE CAPACITACIÓN		
	Limpieza, desinfección y cloración	Operación y reparación del sistema	Manejo administrativo
A Directivos:			<input checked="" type="checkbox"/>
Presidente	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Secretario	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tesorero			
Vocal 1			
Vocal 2			
Fiscal			
A Usuarios:			

**Ha sido el secretario quien ha replicado lo que ha aprendido en las capacitaciones.*

95. ¿Se han realizado nuevas inversiones, después de haber entregado el sistema de agua potable a la comunidad? Marque con una X

SI

NO

96. ¿En que han invertido? Marque con una X

Reparación

Mejoramiento

Ampliación

Capacitación

con recursos propios.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

97. ¿Existe un plan de mantenimiento? Marque con una X

- SI, y se cumple
- SI, se cumple a veces
- SI, pero no se cumple
- NO existe

98. ¿Los usuarios participan en la ejecución del plan de mantenimiento? Marque con una X

- SI
- NO
- A veces algunos
- Solo la junta

99. ¿Cada que tiempo realiza la limpieza y desinfección del sistema? Marcar con una X

- Una vez al año
- Dos veces al año
- Tres veces al año
- Cuatro veces al año
- Más de cuatro veces al año
- No se hace

100. ¿Cada que tiempo cloran el agua? Marcar con una X

- Entre 15 y 30 días
- Cada 3 meses
- Mas de 3 meses
- Nunca

101. ¿Qué prácticas de conservación de la fuente de agua, en el área de influencia del manantial existen? Marque con una X

- Zanjas de infiltración
- Forestación
- Conservación de la vegetación natural
- No existe

102. ¿Quién se encarga de los servicios de gasfitería? Marque con una X

- Gasfitero / operario
- Los usuarios
- Los directivos
- Nadie

103. ¿Es remunerado el encargado de los servicios de gasfitería? Marque con una X

- SI
- NO

cuando se realiza corte y reparación del servicio. La reparación lo paga el usuario con autorización de la JASS.

104. ¿Cuenta el sistema con herramientas necesarias para la operación y mantenimiento? Marque con una X

- SI
- NO
- Algunas
- Son del gasfitero

Fecha: 06/09/2017

Nombre del encuestador:

Bach. Ing. Civil Dilmer Alejandría Alarcón

**El secretario aduce que el agua no abastece las 24h en los meses de mayo a noviembre. Han buscado otras fuentes, pero la más cercana está a aprox 9km, de la misma toma/captación de agua que realiza la Asunción. Debido al costo que esto genera lo han abandonado a espera de apoyo del gobierno local, lo que hacen es sensibilizar a la gente y que usen el agua por horas. Solo algunos lo cumplen.*