



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD Y MEJORAMIENTO
DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO
MULLA CONTIHUECO – ILAVE – EL COLLAO, 2022**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. LIZ ESTEFANI ZARATE JUAREZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD Y
MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA
A POTABLE EN EL CENTRO POBLADO M
ULL**

AUTOR

LIZ ESTEFANI ZARATE JUAREZ

RECuento DE PALABRAS

32853 Words

RECuento DE CARACTERES

174920 Characters

RECuento DE PÁGINAS

198 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.0MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 24, 2024 9:21 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 24, 2024 9:24 AM GMT-5

● 14% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)


D.Sc. Edgar Vidal Hurtado Chávez
ING CIVIL CIP: 37002
DOCENTE

V. R. B. O.

25 Julio 2024
Ing. Jaime Medina Leiva
DOCENTE UNIVERSITARIO
COD. UNA Nº 910545
SUBDIRECCION DE INVESTIGACION EPIC

Resumen



DEDICATORIA

A Dios, por permitirme coincidir en este punto del camino, con tantas personas maravillosas que me ayudaron a ser quien soy.

A mamá, Juana Juarez Pineda, por tu fortaleza, que es también la mía, por tu paciencia, tu apoyo incondicional y por enseñarme que se puede vencer el miedo, si no le tienes miedo.

A Andy y Gerson, por hacer más llevadero mi paso por aquí. Su genuina compañía es una suerte de canto de ballenas en el caótico y agotador intento de mantenerse dentro del juego de la vida.

Liz Zarate



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por tantas bendiciones sorprendidas, pero sobre todo por aquella fuerza inefable que me hizo despertar una mañana y decir: quiero ser ingeniera civil.

A mi *alma matter*, la Universidad Nacional del Altiplano, y en particular a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por ser mi segundo hogar, por haberme instruido en conocimiento y valores, y por darme el orgullo de haber sido parte de ella.

A mi familia, por apoyarme, en toda la extensión de la palabra, durante mi etapa universitaria y en cada etapa de la elaboración de esta tesis.

A los respetables miembros del jurado, Ing. Zenón Mellado Vargas, D.Sc. Félix Rojas Chahuares y M.Sc. Silvia Leonor Ingaluque Arapa.

A mi director de tesis, el D.Sc. Edgar Vidal Hurtado Chávez, por su tiempo, orientaciones, enseñanzas y, esencialmente por su amabilidad y paciencia.

Al Ing. Pedro Rodríguez Huanca, por sus recomendaciones, apoyo y su sincera amistad.

Liz Zarate



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	16
ABSTRACT.....	17
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
1.2.1. Problema General.....	20
1.2.2. Problemas Específicos	20
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.4.1. Objetivo general	21
1.4.2. Objetivos específicos	22
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
2.1.1. Antecedentes internacionales	23
2.1.2. Antecedentes nacionales	24
2.1.3. Antecedentes regionales.....	29
2.2. MARCO TEÓRICO	30
2.2.1. Sistema de abastecimiento de agua potable	30



2.2.1.1. Definición.....	30
2.2.1.2. Tipos de sistema de agua potable.....	31
2.2.1.3. Componentes de sistema de agua potable.....	33
2.2.1.4. Demanda de agua	57
2.1.2. Sostenibilidad.....	60
2.1.1.1. Sostenibilidad en sistemas de agua potable	60
2.1.1.2. Tipos de sostenibilidad.....	61
2.1.1.3. Metodologías para determinar la sostenibilidad	61
2.1.3. Estado operativo del sistema de agua potable.....	70
2.1.3.1. Cobertura del servicio de agua.....	70
2.1.3.2. Cantidad de agua.....	71
2.1.3.3. Continuidad del servicio de agua	72
2.1.3.4. Calidad de agua.....	72
2.1.3.5. Estado de la infraestructura.....	75
2.1.4. Capacidad de gestión del servicio de agua potable.....	76
2.1.4.1. Gestión de los servicios de agua	76
2.1.4.2. Operación y mantenimiento del sistema.....	79

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	81
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	81
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	81
3.4. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE ESTUDIO.....	82
3.4.1. Localización	82
3.4.2. Accesibilidad.....	83
3.4.3. Características físicas	84
3.4.3.1. Clima.....	84
3.4.3.2. Caracterización morfológica	84
3.4.3.3. Condición geológica	84



3.4.3.4.	Recursos hídricos	85
3.5.	ASPECTOS POBLACIONALES, SOCIOECONÓMICOS Y OTROS.....	85
3.5.1.	Aspectos poblacionales	85
3.5.2.	Aspectos sociales	86
3.5.2.1.	Educación.....	86
3.5.2.2.	Ocupación	86
3.5.2.3.	Vivienda	86
3.5.2.4.	Niveles de ingresos y pobreza.....	87
3.5.3.	Aspectos económicos	88
3.5.3.1.	Actividad agrícola	88
3.5.3.2.	Actividad pecuaria	88
3.5.4.	Servicios disponibles.....	88
3.5.4.1.	Servicios de agua potable.....	88
3.5.4.2.	Servicios de electricidad	88
3.5.5.	Salud e higiene	89
3.5.5.1.	Salud.....	89
3.5.5.2.	Higiene.....	89
3.6.	SISTEMA DE AGUA POTABLE EXISTENTE	89
3.7.	PERÍODO DE DURACIÓN DE ESTUDIO.....	92
3.8.	MATERIALES.....	92
3.8.1.	Instrumentos de recolección utilizados	92
3.9.	PROCEDIMIENTO DE DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN	93
3.9.1.	Investigación de campo	93
3.9.2.	Investigación en gabinete	94
3.9.2.1.	Determinación de la sostenibilidad del estado operativo del sistema de agua potable.....	94
3.9.2.2.	Determinación de la sostenibilidad de la capacidad actual de gestión del sistema de agua potable	99



3.9.2.3. Determinación de la sostenibilidad de la provisión del servicio de agua potable	105
3.9.2.4. Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable y para la gestión y administración sostenible del servicio.....	107

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADO DE SOSTENIBILIDAD DEL ESTADO OPERATIVO ACTUAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	114
4.1.1. Cobertura.....	114
4.1.2. Cantidad	116
4.1.3. Continuidad	117
4.1.4. Calidad	118
4.1.5. Estado de la infraestructura	119
4.1.5.1. Captación	119
4.1.5.2. Línea de conducción	121
4.1.5.3. Reservorio	122
4.1.5.4. Red de distribución	128
4.1.5.4. Conexiones domiciliarias	129
4.2. RESULTADO DE SOSTENIBILIDAD DE LA CAPACIDAD ACTUAL DE GESTIÓN DE LA PROVISIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE.	131
4.2.1. Gestión de los servicios.....	131
4.2.2. Operación y mantenimiento	134
4.3. RESULTADO DE SOSTENIBILIDAD DEL SERVICIO DE AGUA DEL CENTRO POBLADO MULLA CONTIHUECO.....	136
4.3.1. Resultado de las encuestas de comportamiento familiar.....	136
4.3.2. Resultado de la sostenibilidad del sistema de agua potable	143
4.4. RESULTADO DE LA PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE	145
4.4.1. Mejoramiento del sistema de agua potable	145



4.4.1.1. Demanda y dotación de agua	145
4.4.1.2. Fuentes de abastecimiento de agua	149
4.4.1.3. Trazado de línea de conducción y distribución.....	152
4.4.1.4. Diseño hidráulico de captación de ladera	154
4.4.1.5. Diseño hidráulico de la línea de conducción	160
4.4.1.6. Diseño hidráulico del reservorio	164
4.4.1.7. Diseño estructural del reservorio	170
4.4.1.8. Diseño hidráulico de la línea de distribución.....	171
4.4.1.9. Conexiones domiciliarias.....	172
4.4.1.10. Resumen de los elementos que integran el sistema de agua potable	173
4.4.1.11. Modelamiento del sistema de agua potable	174
4.4.2. Propuesta de creación de UGM.....	175
4.4.2.1. Productos para la propuesta para la creación de la UGM.....	175
4.5. DISCUSIÓN	183
V. CONCLUSIONES.....	185
VI. RECOMENDACIONES	187
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	189
ANEXOS.....	196

TEMA: Agua potable rural

ÁREA: Hidráulica

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Hidráulica y medio ambiente

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 01 de agosto del 2024



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Sistemas de agua potable en zonas rurales	31
Figura 2 Sistema de agua potable por gravedad sin tratamiento	33
Figura 3 Detalle de cámara húmeda.....	38
Figura 4 Representación de la canastilla.....	39
Figura 5 Línea de gradiente hidráulico	42
Figura 6 Línea de conducción.....	46
Figura 7 Partes externas de un reservorio rural	47
Figura 8 Partes internas de un reservorio rural	47
Figura 9 Factores e indicadores de la metodología MVCS	62
Figura 10 Factores e indicadores de la metodología SIRAS	65
Figura 11 Factores e indicadores de la metodología del PNSR.....	69
Figura 12 Ubicación de la zona de estudio	82
Figura 13 Centro Poblado Mulla Contihueco	82
Figura 14 Mapa geológico de la zona de estudio.....	85
Figura 15 Actividad ganadera en el Centro Poblado Mulla Contihueco	86
Figura 16 Vivienda promedio en el Centro Poblado Mulla Contihueco	87
Figura 17 Reservorio del Sector 1	90
Figura 18 Reservorio del Sector 2	90
Figura 19 Entrevista con el presidente de la JASS	100
Figura 20 Entrevista a los pobladores de la zona de estudio	105
Figura 21 Índice de sostenibilidad	106
Figura 22 Cobertura del servicio de saneamiento en porcentaje de familias atendidas y no atendidas	115
Figura 23 Cantidad de agua en volumen de litros demandados por día y volumen oferta	117
Figura 24 Captación Negro Phujo.....	121
Figura 25 Captación Ciscu Laya Parqui	121
Figura 26 Pase aéreo	122
Figura 27 Reservorio del Sector 1	123
Figura 28 Tapa sanitaria del reservorio del Sector 1	123



Figura 29	Caseta de válvulas del reservorio del Sector 1	124
Figura 30	Reservorio del Sector 2	125
Figura 31	Tapa sanitaria del reservorio del Sector 2	126
Figura 32	Caseta de válvulas del reservorio del Sector 2	126
Figura 33	Estado de las conexiones domiciliarias en la zona de estudio.....	134
Figura 34	Interior del reservorio del Sector 1	140
Figura 35	Pregunta número 60, encuesta del comportamiento familiar	136
Figura 36	Pregunta número 61, encuesta del comportamiento familiar	137
Figura 37	Pregunta número 62, encuesta del comportamiento familiar	137
Figura 38	Pregunta número 63, encuesta del comportamiento familiar	137
Figura 39	Pregunta número 64, encuesta del comportamiento familiar	138
Figura 40	Pregunta número 65, encuesta del comportamiento familiar	138
Figura 41	Pregunta número 66, encuesta del comportamiento familiar	138
Figura 42	Pregunta número 67, encuesta del comportamiento familiar	139
Figura 43	Pregunta número 68, encuesta del comportamiento familiar	139
Figura 44	Pregunta número 70, encuesta del comportamiento familiar	139
Figura 45	Pregunta número 71, encuesta del comportamiento familiar	140
Figura 46	Pregunta número 72, encuesta del comportamiento familiar	140
Figura 47	Pregunta número 73, encuesta del comportamiento familiar	140
Figura 48	Pregunta número 74, encuesta del comportamiento familiar	141
Figura 49	Pregunta número 75, encuesta del comportamiento familiar	141
Figura 50	Pregunta número 76, encuesta del comportamiento familiar	141
Figura 51	Pregunta número 77, encuesta del comportamiento familiar	142
Figura 52	Pregunta número 78, encuesta del comportamiento familiar	142
Figura 53	Pregunta número 79, encuesta del comportamiento familiar	142
Figura 54	Índice de sostenibilidad de la provisión del servicio de agua potable de la zona de estudio	144
Figura 55	Estructura orgánica propuesta para la UGM	176
Figura 56	Propuesta de organización interna para la UGM.....	178



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Componentes de los sistemas de agua potable rural convencional.....	32
Tabla 2 Pesos para estimar el índice de sostenibilidad - MVCS	63
Tabla 3 Índices para el estado operativo y nivel de sostenibilidad - MVCS	63
Tabla 4 Pesos considerados para el índice de sostenibilidad SIRAS.....	65
Tabla 5 Alcance de los indicadores.....	66
Tabla 6 Índices para el estado operativo y nivel de sostenibilidad – Metodología SIRAS	68
Tabla 7 Consumo típico del agua con fines domésticos	71
Tabla 8 Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos	73
Tabla 9 Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.....	74
Tabla 10 Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos	74
Tabla 11 Coordenadas UTM del centro poblado Mulla Contihueco	82
Tabla 12 Acceso al Centro Poblado Mulla Contihueco	83
Tabla 13 Componentes del Sector 1 del sistema de agua potable existente	91
Tabla 14 Componentes del Sector 2 del sistema de agua potable existente	91
Tabla 15 Puntajes asignados para el indicador cobertura	95
Tabla 16 Cuadro la dotación, según la altitud correspondiente	96
Tabla 17 Puntajes asignados para el indicador cantidad.....	97
Tabla 18 Consejo Directivo de JASS del Centro Poblado Mulla Contihueco (2022- 2024)	100



Tabla 19	Puntajes asignados a cada indicador de sostenibilidad en la gestión del servicio.....	101
Tabla 20	Puntajes asignados a cada indicador de sostenibilidad de la operación y mantenimiento.....	104
Tabla 21	Productos y Actividades de la Propuesta de Implementación	112
Tabla 22	Caudales en las fuentes de agua identificadas	119
Tabla 23	Puntajes obtenidos en el Reservorio N° 1	124
Tabla 24	Puntajes obtenidos en el Reservorio N° 2	127
Tabla 25	Resumen de los puntajes obtenidos para determinar el índice del estado operativo del sistema.....	130
Tabla 26	Puntajes obtenidos para el factor gestión de los servicios prestados	133
Tabla 27	Puntajes obtenidos para el factor operación y mantenimiento del sistema	135
Tabla 28	Resumen de los puntajes obtenidos para determinar el índice de sostenibilidad del sistema de agua potable.....	143
Tabla 29	Análisis de la demanda de agua potable	146
Tabla 30	Aforo de manantiales existentes	150
Tabla 31	Resultados de aforo y Qmd.....	150
Tabla 32	Resultados de aforo Jipiña Laya Phujo	151
Tabla 33	Balance hídrico	151
Tabla 34	Resumen de elementos del sistema de agua potable propuesto	152
Tabla 35	Resumen del sistema de agua potable propuesto	173
Tabla 36	Conformación del Equipo para la Unidad de Gestión Municipal.....	178



ACRÓNIMOS

ONU:	Organización de las Naciones Unidas
FONCODES:	Fondo Nacional de Compensación y Desarrollo Social
JASS:	Junta Administradora de Servicios de Saneamiento
SIRAS:	Sistema de Información Regional de Agua y Saneamiento
DATASS:	Sistema de Diagnóstico del Saneamiento Rural en el Perú
ATM:	Área Técnica Municipal
PROCAN:	Programa de Cooperación Andina
SIASAR:	Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural
UGM:	Unidad de Gestión Municipal
PROPILAS:	Proyecto Piloto para Fortalecer la Gestión Regional y Local en Agua y Saneamiento
MVCS:	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
AECID:	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
SIAS:	Sistema de Información Sectorial en Agua y Saneamiento
COSUDE:	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
CONAGUA:	Comisión Nacional del Agua
ANA:	Autoridad Nacional del Agua
SUNASS:	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento
PRONASAR:	Programa Nacional de Saneamiento Rural
CEPIS:	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
OPS:	Organización Panamericana de la Salud
RNE:	Reglamento Nacional de Edificaciones



SGST:	Sistema por gravedad sin tratamiento
SANBASUR:	Programa de Saneamiento Básico de la Sierra Sur
OMS:	Organización Mundial de la Salud
EPS:	Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento
INIA:	Instituto Nacional de Innovación Agraria
ROF:	Reglamento de Organización y Funciones
MOF:	Manual de Organización y Funciones
CAP:	Cuadro para Asignación de Personal
PEI:	Plan Estratégico Institucional
POI:	Plan Operativo Institucional
PMO:	Plan Maestro Optimizado



RESUMEN

Este estudio se llevó a cabo con el objetivo de evaluar la sostenibilidad del sistema de agua potable aplicando la metodología SIRAS en el Centro Poblado Mulla Contihueco – Ilave – El Collao, 2022; a su vez de proponer la creación de una Unidad de Gestión Municipal rural para el distrito de Ilave y el mejoramiento a través de la formulación de un nuevo diseño del sistema de agua potable, que permita garantizar la sostenibilidad a largo plazo de los servicios en la zona rural del distrito. La investigación fue de tipo aplicada, de nivel descriptiva y de diseño no experimental, utilizando la observación y los formatos del Compendio SIRAS 2010 como técnica e instrumentos. La población fue el sistema de abastecimiento de agua del centro poblado, y la muestra incluyó el sistema de agua potable y 48 familias encuestadas sobre su comportamiento familiar. Como resultado de la evaluación, se obtuvieron los siguientes puntajes: estado operativo del sistema con 2.59, gestión del servicio con 2.73 y operación y mantenimiento del sistema con 1.14, dando un índice de sostenibilidad de 2.26, calificándolo como no sostenible. Por lo tanto, es crucial mejorar el sistema de agua potable y crear la Unidad de Gestión Municipal rural para Ilave.

Palabras clave: Agua potable, Desarrollo rural, Desarrollo sostenible, Ingeniería sanitaria.



ABSTRACT

This research was conducted with the purpose of evaluating the sustainability of the potable water system by applying the SIRAS methodology in the Centro Poblado Mulla Contihueco – Ilave – El Collao, 2022. It also aimed to propose the creation of a Rural Municipal Management Unit for the district of Ilave and to improve the system through the formulation of a new potable water system design, ensuring long-term sustainability of services in the district's rural area. The research was applied, descriptive, and non-experimental in design, using observation and the SIRAS 2010 Compendium formats as techniques and instruments. The population was the water supply system of the populated center, and the sample included the potable water system and 48 families surveyed about their household behavior. The evaluation results showed the following scores: system operational status at 2.59, service management at 2.73, and system operation and maintenance at 1.14, resulting in a sustainability index of 2.26, rating it as unsustainable. Therefore, it is crucial to improve the potable water system and create the Rural Municipal Management Unit for Ilave.

Keywords: Drinking water, rural development, sustainable development, sanitary engineering.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La sostenibilidad de los servicios de agua potable en zonas rurales implica garantizar que estos sistemas sean duraderos y capaces de adaptarse a los cambios, tales como el crecimiento poblacional y las variaciones climáticas, sin comprometer su capacidad de servicio a futuro. (CEPAL, 2011)

En la actualidad, a nivel internacional es crucial priorizar un sistema de agua potable eficaz, debido al gran impacto en la salud pública, el bienestar social, economía y medio ambiente. Aunque en el transcurso del tiempo, estos se han modificado, modernizado y mejorado en las zonas urbanas, en las zonas rurales continúan habiendo muchas deficiencias. Esto en gran parte, debido a que el desempeño de los prestadores en centros poblados y comunidades no es satisfactorio y sus gestiones, por tanto, no son sostenibles. (Mejía et al., 2016)

En muchas zonas rurales del Perú, aunque existan sistemas de agua, no se dispone de acceso a agua segura para consumo humano. Las causas de esta situación son múltiples, pero la más común es el deterioro de la infraestructura a causa de la ausencia de operación y mantenimiento adecuados por parte de las organizaciones encargadas de administrar estos sistemas. (Fondo Nacional de Compensación y Desarrollo Social, 2020)

De acuerdo con el Gobierno Regional de Puno (2021), en las zonas rurales de la región, el sistema de abastecimiento de agua que predomina es el sistema de gravedad sin tratamiento (89.89%). Además, solo el 34.83% de sistemas de abastecimiento de agua trabajan en estado “bueno”, 47.01% trabajan en estado “regular”, el 2.17% en estado



“malo”, y de los que no se posee información son el 17.55%. No se precisa información con respecto a la calidad del agua. Además, se estima S/. 5.96 por mes en promedio de cuota familiar. Y solo el 46.53% de organizaciones comunales reciben capacitaciones en administración, y 53.49% reciben capacitaciones en operación del sistema.

Actualmente, se estima que, de un total de 39 organizaciones comunales, que son las únicas registradas a nivel distrital en Ilave: 30 son Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS), 5 son Comité de Agua y 4 son Asociación de Usuarios. Además de que solo una de dichas organizaciones comunales, cuenta con los documentos de gestión mínimos. En cuanto a limpieza, operación, mantenimiento y cloración del sistema, más del 50% lo hace con una frecuencia limitada de entre 7 a 12 meses; respecto a la gestión económica y financiera, en 26 de estas localidades no se cobra cuota familiar, y el 100% posee problemas en el pago, de acuerdo a datos obtenidos del Sistema de Diagnóstico de Agua y Saneamiento (DATASS). (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2022)

La Municipalidad Provincial de El Collao, a través del Área Técnica Municipal (ATM), es responsable de proporcionar apoyo técnico a las JASS, que gestionan el servicio de saneamiento rural en el Centro Poblado Mulla Contihueco, el cual podría no estar siendo administrado adecuadamente. (Municipalidad Provincial de El Collao, 2023)

De acuerdo a la visita en campo realizada, el centro poblado cuenta con un sistema de agua potable por gravedad sin tratamiento con una antigüedad superior a 30 años, financiado por OESBRI PROCAN y modificaciones realizadas hace 15 años por la ONG Intervida, según las inscripciones encontradas en los reservorios y la información brindada por el presidente de la JASS.



Si la gestión del servicio de saneamiento rural en el Centro Poblado Mulla Contihueco continúa siendo inadecuada, podría resultar en varias consecuencias negativas. La infraestructura obsoleta podría fallar, ocasionando interrupciones en el suministro de agua, lo que agravaría las condiciones de vida y podría forzar a la población a recurrir a fuentes de agua no seguras, afectando la salud de la comunidad. Además, la falta de una gestión eficiente y técnica adecuadas podrían resultar en la pérdida de recursos financieros invertidos en cualquier mejora realizada en el futuro.

Ante esta situación, es importante realizar la evaluación del sistema de agua potable actual y conocer cómo influye la gestión de los servicios en la sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable en dicha localidad, a modo de proporcionar a las entidades responsables información para que desarrollen las acciones correspondientes que coadyuven a la calidad de vida de la población del Centro Poblado Mulla Contihueco.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿Cuál es el nivel de sostenibilidad actual del sistema de agua potable en el Centro Poblado Mulla Contihueco – Ilave – El Collao?

1.2.2. Problemas Específicos

¿Cuál es el estado actual del sistema de agua potable del Centro Poblado Mulla Contihueco del distrito de Ilave?

¿Cuál es la capacidad actual de gestión de los servicios de agua potable del Centro Poblado Mulla Contihueco del distrito de Ilave?



1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La importancia de este estudio radica en la evidencia de que actualmente, en las zonas rurales de este distrito, el servicio de agua potable exhibe regularidades y en algunos casos, baja calidad. Esta situación afecta directamente en la calidad de vida de los residentes, limitando sus condiciones básicas de bienestar, por lo que existe una clara necesidad de mejorar las condiciones de calidad y el suministro de agua en la zona de estudio.

El presente estudio contribuirá al conocimiento del nivel de sostenibilidad del servicio de agua potable en contextos rurales similares, ofreciendo recomendaciones específicas para la mejora de la infraestructura y procesos de gestión.

Esta investigación no solo busca diagnosticar y evaluar el estado actual del servicio de agua potable en Mulla Contihueco, sino que también aspira a proponer soluciones tangibles que puedan replicarse en otros centros poblados rurales del distrito de Ilave. Además, al establecer una unidad reguladora efectiva, se podría asegurar un suministro de agua más confiable y de mayor calidad para todas las comunidades rurales, mejorando así su calidad de vida de manera sustancial.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el nivel de sostenibilidad del sistema de agua potable del Centro Poblado Mulla Contihueco – Ilave – El Collao.



1.4.2. Objetivos específicos

Determinar el nivel de sostenibilidad del estado actual del sistema de agua potable con la metodología SIRAS del Centro Poblado Mulla Contihueco del distrito de Ilave.

Determinar el nivel de sostenibilidad de la capacidad actual de gestión de los servicios de agua potable con la metodología SIRAS del Centro Poblado Mulla Contihueco del distrito de Ilave.

Proponer mejoras en el sistema de agua potable y para la gestión y administración de los servicios a través de la creación de la Unidad de Gestión Municipal rural para el distrito de Ilave.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes internacionales

Smits et al. (2012), realizaron un análisis con el objetivo de determinar cuan eficaz y eficiente es el efecto en el rendimiento que tiene el apoyo de los prestadores rurales de servicios de agua, luego de ejecutado el proyecto y en la calidad de servicio en 40 sistemas de agua, en 3 departamentos de Colombia. Esta investigación de nivel descriptiva de diseño no experimental, obtuvo como resultado que casi todos los proveedores de servicios de saneamiento de áreas rurales recibían algún tipo de apoyo de entidades externas, empero, el apoyo estructurado sobre el apoyo puntual obtuvo un desempeño mejor. En conclusión, para lograr la sostenibilidad se requiere de exigencias normativas, estudios de caso preliminares de diferentes contextos similares, además, que se mantenga el equilibrio con los indicadores utilizados a nivel general en el servicio de agua, y finalmente, que la infraestructura de servicio sea apropiada.

Hernández (2013), realizó una investigación, con el objetivo de evaluar y optimizar 14 sistemas de agua potable y saneamiento en el municipio de Suchitoto, Cuscatlán, Colombia; debido a que al menos 52% de los sistemas de agua potable reportaron pérdidas económicas, baja eficiencia en el personal, inadecuado servicio y problemas de salud en los usuarios. En esta investigación de tipo descriptivo, de enfoque cualitativo y diseño no experimental, utilizó la metodología SIASAR (Sistema de Información de Agua Potable y Saneamiento



Rural) para realizar un diagnóstico de la situación actual de los 14 sistemas seleccionados. Como resultados se obtuvieron que, 11 sistemas se encuentran en categoría A, que significa que están en buenas condiciones, y 3 sistemas requieren de asistencia técnica inmediata. En conclusión, la sostenibilidad de estos sistemas de agua rurales, se calificaron como estables.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Flores & Huisa (2020), realizaron una investigación, con el objetivo de definir la sostenibilidad de los sistemas de agua potable del centro poblado de Ayacocha – Huancavelica. Este estudio de tipo descriptiva, enfoque cuantitativo diseño no experimental, utilizó la metodología SIRAS para su desarrollo. Se obtuvo como resultado, en cuanto a infraestructura, un puntaje de 3.41 (en proceso de deterioro) y, la gestión administrativa, un puntaje de 2.93, siendo medianamente sostenible. Finalmente, la sostenibilidad de la operación y mantenimiento se puntuó con 2.50, resultando no sostenible. En conclusión, el puntaje total fue de 3.06, que representa un sistema deteriorado, ya que la JASS realiza una gestión que no asegura la calidad de agua.

Mamani & Torres (2018), en su investigación, con el fin de evaluar el nivel de sostenibilidad del sistema de agua potable y saneamiento básico de la localidad de Laccaicca, Apurímac. Su investigación del tipo descriptivo-correlacional, de diseño no experimental, consistió en visitas de campo, y el principio del SIRAS 2010, basada en la elaboración de encuestas a los usuarios y a la Junta Directiva de la JASS. Como resultado, se obtuvo una sostenibilidad de 3.66 puntos. En conclusión, el sistema de agua potable básico de Laccaicca se calificó como sostenible.



Alanya et al. (2021), realizaron mediante su tesis de grado, la propuesta para la creación e implementación de la Unidad de Gestión Municipal al interior de la Municipalidad Distrital de San Salvador – Calca - Cusco, con el objetivo de garantizar la prestación efectiva de los servicios en condiciones de calidad y sostenibilidad. Para el desarrollo de su tesis del tipo aplicada y diseño experimental, elaboró la documentación de gestión pertinente, la reestructuración organizacional y del régimen de cuota familiar. También se llevó a cabo un análisis económico proyectando procesos, costos y riesgos para la implementación de la UGM. Finalmente, como conclusión se planteó cumplir con el plan formulado de implementación estrictamente, a fin de lograr a futuro el incremento de cobertura y ser la oficina que gestione a todos los sistemas de los poblados del municipio.

Díaz et al. (2019), efectuaron la investigación, con el objetivo de proponer la creación de una UGM para la Municipalidad Distrital de Yanaquihua – Condesuyos – Arequipa; así como la reformulación e implementación de los instrumentos de gestión dentro de dicha municipalidad. A través de una metodología del tipo aplicada, dentro de la modalidad de investigación propuesta, con diseño descriptivo-correlacional; se obtuvieron los datos mediante una revisión documental de campo, informes institucionales, documentos legales y estratégicos propios de la entidad municipal, planteando como metas a mediano plazo la satisfacción con el servicios de agua, la continuidad del servicio de agua potable en el 80% de los usuarios y la UGM tendrá un margen operativo positivo, con un incremento porcentual con respecto al año anterior. Como conclusión, en general se obtuvo que la Municipalidad Distrital de Yanaquihua desde el año 2016, fue prestando el servicio de agua y saneamiento en forma directa, el cual no



lo hace de forma adecuada, y existe la necesidad de implementar la creación de la UGM, de manera que se garantice la sostenibilidad.

Delgado & Falcón (2019), en su tesis, establecieron como objetivo principal evaluar la sostenibilidad de sistema de agua potable de Chongoyape – Chiclayo – Lambayeque. Esta investigación del tipo descriptivo-explicativo y enfoque cuantitativo y cualitativo, utilizó la metodología SIRAS, que determina cuantitativamente los tres factores determinantes de la sostenibilidad: estado del sistema, operación-mantenimiento y la gestión de los servicios. Como resultado obtuvieron, un índice de sostenibilidad total de 2.98, lo que la califica como medianamente sostenible. En conclusión, se debería desarrollar un plan para evitar que con el tiempo se presenten deficiencias en parámetros de calidad del servicio, y la infraestructura del sistema.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2003), realizó un estudio con el propósito de obtener información situacional de los sistemas de agua potable y saneamiento en las comunidades rurales del país, en los aspectos de infraestructura, gestión de los servicios y prácticas sanitarias del usuario; la metodología de la investigación fue descriptiva, diseño no experimental, y consistió en realizar encuestas a un total de 70 comunidades rurales de siete departamentos, para determinar bajo indicadores establecidos, el nivel de sostenibilidad de los servicios sanitarios de dichas localidades. Los resultados obtenidos fueron: solo el 30% de los sistemas implementados fueron sostenibles, el 30% se encontraban colapsados, y el 40% restantes, rumbo al deterioro total. Finalmente, se llegó a la conclusión de que la falta de una gestión adecuada de las comunidades y de los dirigentes responsables del sistema de agua es el factor que más afecta la sostenibilidad de los servicios de agua.



Hilares (2018), en su tesis planteó como objetivo determinar si existe relación entre el saneamiento básico rural y la sostenibilidad en los pobladores de la comunidad de Marcahuasi – Abancay. La metodología de la investigación fue de nivel correlacional, de enfoque cuantitativo y de diseño no experimental. Para tal fin utilizó como instrumento un cuestionario de preguntas con alternativas ordinales a 60 pobladores, obteniendo como resultado un coeficiente de 0,581, que, en la escala del Rho de Spearman, representa una moderada correlación entre el saneamiento básico rural y sostenibilidad en los pobladores; se llegó a la conclusión, de que la sostenibilidad del proyecto no se garantizará en el tiempo y recomienda que la ejecución de un proyecto de saneamiento básico rural es fundamental para tener una buena calidad de vida.

Espinoza (2021), realizó la investigación, con el objetivo de conocer la relación entre la calidad del servicio y la gestión del sistema de agua potable en la localidad de Celendín, departamento de Cajamarca; para lo cual mediante una metodología investigación del tipo aplicada no experimental, realizó encuestas conformadas por 175 preguntas a 191 habitantes de la localidad de Celendín, obteniendo como resultado un valor estadístico de Pearson de 0.876, concluyendo así, que si existe relación entre ambas variables, y que con una adecuada gestión del servicio, la calidad de este podría mejorar y obtener indicadores más satisfactorios.

Villasante & Caballero (2021), elaboraron una tesis con el objetivo de determinar el índice de sostenibilidad del sistema de saneamiento básico de la localidad Anchicha – Chacoche – Abancay. Esta investigación de nivel descriptiva, no experimental de diseño transversal, utilizó para el efecto, la metodología propuesta por PROPILAS, la que consiste en encuestas y entrevistas



a los usuarios. Se obtuvieron los siguientes resultados: el estado del sistema obtuvo 2.25 puntos (mal estado), la gestión de los servicios obtuvo 2.42 puntos (malo) y la operación y mantenimiento obtuvo 2.37 puntos (malo). En conclusión, el sistema de saneamiento en el poblado de Anchicha se calificó como no sostenible y se encontró en mal estado.

Fustamante del Águila (2021), en su tesis estableció como objetivo determinar la relación entre la gestión municipal y el desarrollo sostenible del agua y saneamiento en el distrito de Andoas – Datem del Marañón - Loreto. Esta investigación de nivel correlacional, enfoque cuantitativo y diseño no experimental, tuvo como población estudiada 62 trabajadores, a quienes se le realizaron encuestas. Como resultado se obtuvo, el nivel de la gestión municipal es regular (69.4%), y sus dimensiones fueron regulares: desarrollo organizacional (72.6%), finanzas municipales (66.1%), gobernabilidad democrática (75.8%) y servicios y proyectos (67.7%). El nivel de desarrollo sostenible de agua y saneamiento es malo (51.6%), y sus dimensiones obtuvieron un resultado malo: dimensión gestión del entorno (53.2%), la gestión social (51.6%), la gestión institucional (54.8%) y la gestión ambiental (50.0%). En conclusión, la relación de las dimensiones de la gestión municipal con el desarrollo sostenible de agua y saneamiento es directa y medianamente positiva, determinado mediante el Rho de Spearman un valor de 0.683.

Chucos (2020), en su trabajo de investigación, estableció como objetivo determinar la sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el Anexo de Santa Rosa de Tistes, en Junín. La metodología de la investigación fue del nivel descriptivo-correlacional y enfoque cuantitativo. Se desarrolló en base a una recopilación en campo utilizando la metodología de diagnóstico de PROPILAS, a



través de encuestas y fichas de evaluación utilizando formatos diseñados para evaluar diversos aspectos como la condición del sistema, operaciones y mantenimiento, y gestión administrativa. Como resultado, los sistemas de agua potable en dicha localidad se encuentran en estado deficiente (2.30 de puntaje), no cumple con el nivel esperado de servicio en criterios de calidad y eficiencia, en conclusión, no es considerado sostenible.

2.1.3. Antecedentes regionales

Sucasaire (2021), en su tesis, estableció como objetivo determinar el nivel de sostenibilidad del sistema de agua del poblado de Acocollo – Puno. Esta investigación de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, de nivel descriptivo, utilizó la metodología SIRAS 2010, consistente en realizar encuestas con formatos preestablecidos a los usuarios y organización comunal de la localidad. Como resultado se obtuvo que el estado del sistema se puntuó con 3.09, el componente gestión se puntuó en 2.74 puntos, y el componente operación y mantenimiento en 2.63 puntos, por lo que el índice de sostenibilidad resultó ser de 2.89 puntos. Se concluyó que el sistema de dicha localidad es medianamente sostenible y se encuentra en estado regular.

Chagua (2019), realizó una investigación, con el objetivo analizar la sostenibilidad de la provisión del servicio de agua potable del sector Tutacani – Juli – Puno. Esta investigación del tipo descriptivo, diseño no experimental – transversal, utilizó la metodología del PROPILAS, la que consiste en recolectar datos compuestos por tres componentes: encuestas para usuarios, guía para entrevistas a directivos y responsables de la prestación de los servicios, y una guía para recolección de datos de campo. Se obtuvo como resultado un índice de



sostenibilidad de 2.73. En conclusión, el servicio de agua se encontró en proceso de deterioro leve.

Condori (2015), efectuó una investigación, con el objetivo de evaluar la situación de la calidad del estado actual del servicio de agua potable de Atuncolla – Puno, y determinar el nivel de sostenibilidad, a través de esta tesis del tipo descriptivo, por su finalidad aplicada, y diseño no experimental, basada en el Programa de Agua y Saneamiento del 2003, del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Consiste en realizar entrevistas y encuestas a usuarios, así como la verificación in situ del sistema. Como resultado se obtuvo que, en cuanto a continuidad y cantidad del servicio, se encuentra colapsado (solo 1.5 h/día, 12.5 l/vivienda/día), en cuanto a la gestión del servicio es deficiente. En conclusión, la calidad del servicio de agua potable de Atuncolla en su conjunto no es sostenible y se encuentra en deterioro leve.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Sistema de abastecimiento de agua potable

2.2.1.1. Definición

Según la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) (2000), se entiende como sistema de abastecimiento de agua potable, a todas las estructuras, instalaciones, tuberías, equipos, accesorios y servicios diseñados para abastecer de agua potable a un grupo de personas.

Jiménez (2014), indica que: “Un sistema de abastecimiento de agua potable proporciona a los habitantes agua en cantidad y calidad adecuadas

para satisfacer sus necesidades vitales, ya que los seres humanos estamos compuestos en un 70% de agua”.

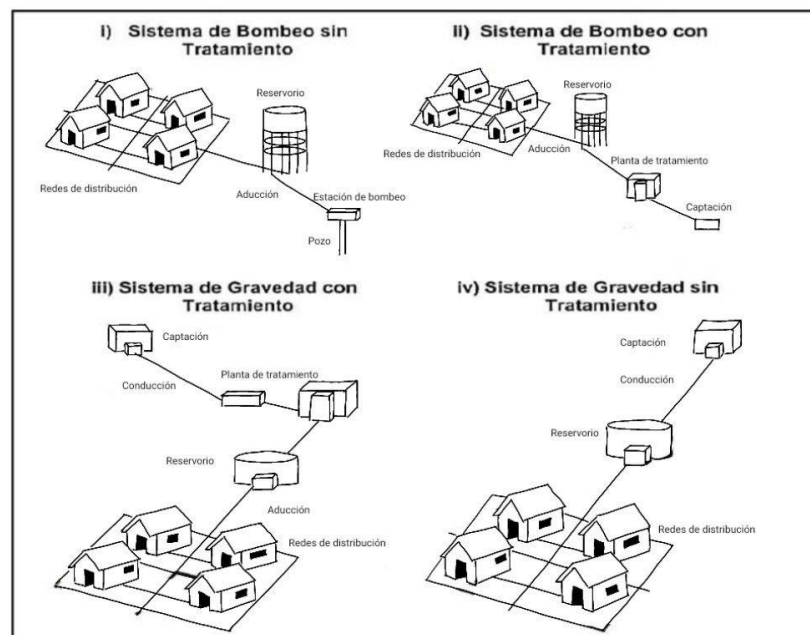
Además, se consideran sistemas de agua potable rural aquellos que suministran agua a la población que reside en áreas rurales, de acuerdo con la ubicación específica de cada zona. (Chagua, 2019)

2.2.1.2. Tipos de sistema de agua potable

El Programa Nacional de Saneamiento Rural (PRONASAR) (2004), establece que existen dos opciones técnicas en abastecimiento de agua para las zonas rurales: Los sistemas convencionales y los no convencionales. Dentro de los convencionales podemos encontrar los que observamos en la Figura 1.

Figura 1

Sistemas de agua potable en zonas rurales



Nota: El gráfico representa los tipos de sistema de agua potable existentes en zonas rurales.

Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias de Ambiente (CEPIS) (2004)

Para satisfacer la demanda poblacional, un sistema de agua potable está compuesto por: captación y conducción de agua, planta de tratamiento, almacenamiento de agua, estaciones de bombeo y redes de distribución de agua potable. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2021)

Tabla 1

Componentes de los sistemas de agua potable rural convencional

Componente	Gravedad sin tratamiento (SGST)	Gravedad con tratamiento (SGCT)	Bombeo sin tratamiento (SBST)	Bombeo con tratamiento (SBCT)
Pozo			X	
Caseta de bombeo			X	X
Captación	X	X		
Línea de impulsión			X	X
Línea de conducción	X	X		
Cámara rompe presión	X	X		
Sedimentador	X	X		X
Pre filtro grava		X		X
Pre filtro lento		X		X
Reservorio	X	X	X	X
Línea de aducción	X	X	X	X
Red distribución	X	X	X	X
Conexiones domiciliarias	X	X	X	X
Lavaderos	X	X	X	X

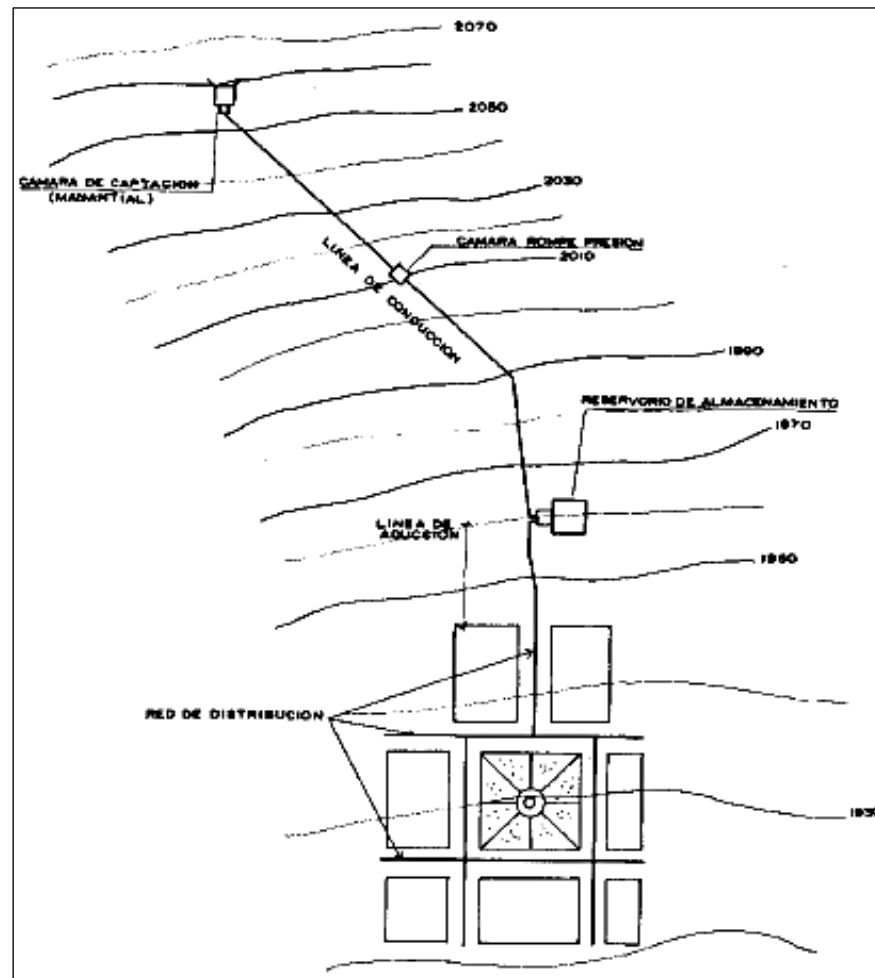
Nota: (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2003)

Por otro lado, en sistemas de agua potable rurales, las fuentes de agua son en la gran mayoría manantiales ubicados en la parte alta de los poblados, cuyo caudal garantiza la calidad, cantidad y presiones

requeridas. Este sistema de agua potable es el de gravedad sin tratamiento, y no requiere de estructuras complicadas. (Agüero, 1997)

Figura 2

Sistema de agua potable por gravedad sin tratamiento



Fuente: Agüero (1997)

2.2.1.3. Componentes de sistema de agua potable

a. Captación

Según Agüero (1997), la captación de un sistema de agua debe ser ubicada en la parte alta del poblado, con dimensiones mínimas y de



construcción sencilla para proteger adecuadamente el agua contra la contaminación causada por agentes externos.

Según el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias de Ambiente (CEPIS) (2004), las fuentes de abastecimiento de agua pueden ser:

- Agua de lluvia. Cuando no es posible obtener agua de buena calidad.
- Aguas superficiales. Constituidas por arroyos, ríos, lagos, etc.
- Aguas subterráneas. Constituidas por manantiales, galerías filtrantes y pozos. (CEPIS, 2004)

Para establecer cual tipo de fuente de abastecimiento se utilizará, deben considerarse criterios de disponibilidad, requerimiento poblacional y calidad del agua. (Condori, 2015)

Según la Norma OS.010 (2021), considera los siguientes ítems respecto a captación en manantiales:

- La estructura de captación se diseñará para obtener la máxima extracción del agua de afloramiento.
- Para el diseño, es necesario incluir válvulas, accesorios, tubería de limpieza, sistema de rebose y tapa con todas las medidas sanitarias adecuadas.
- Al comienzo de la tubería de conducción se colocará una canastilla correspondiente.
- Se debe garantizar que la zona de captación esté adecuadamente protegida para prevenir la contaminación del agua.



- Deberá tener canales de drenaje en la parte superior y alrededor de la captación para evitar la contaminación por las aguas superficiales. (RNE OS.010, 2021, p.5)

- **Criterios de diseño**

- **Determinación del ancho de la pantalla.** De acuerdo con el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018), señala que “es esencial conocer tanto el número de orificios como el diámetro correspondiente para calcular el ancho de la pantalla, lo que facilitará el flujo del agua desde la captación hacia la cámara húmeda” (p. 62).

$$Q_{\text{máx}} = V_2 * Cd * A$$

$$A = \frac{Q_{\text{max}}}{V_2 * Cd}$$

Donde:

$Q_{\text{máx}}$: Caudal máximo de la fuente en l/s

Cd : Coeficiente de descarga (0.6 a 0.8)

G : Aceleración de la gravedad

h : Carga sobre el centro del orificio (m)

V_{2t} : Velocidad de paso teórica

$$V_{2t} = Cd * \sqrt{(2gh)}$$

V_2 : Velocidad de paso

A : Área de la tubería necesaria para la descarga en m^2

$$A = \frac{Q_{\text{max}}}{\sqrt{(2gh)} * Cd} = \frac{\pi D^2}{4}$$



El valor de D será definido mediante:

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

Según lo sugerido por Agüero (1997), se aconseja utilizar diámetros (D) de 2 pulgadas o menos. En caso de obtener diámetros mayores, será preciso incrementar la cantidad de orificios (NA) (p.41).

$$NA = N_{orificios}$$

$$NA = \left(\frac{\text{Área del diámetro teórico}}{\text{Área del diámetro asumido}} \right) + 1$$

$$NA = \left(\frac{Dt}{Da} \right)^2 + 1$$

El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018), indica que una vez determinado el número de orificios y calculado el diámetro de la tubería de entrada, se puede calcular el ancho de la pantalla (b) aplicando la ecuación correspondiente. (p. 62).

$$b = 2(6D) + N_{orificios} * D + 3D * (N_{orificios} - 1)$$

- **Determinación de la longitud entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda.** Agüero (1997), explica que H_f representa la pérdida de carga que se utilizará para calcular la distancia entre el punto de afloramiento y la caja de captación (L).

$$H_f = H - h_o$$



Donde:

H : Carga sobre el diseño del orificio en m

h_o : Pérdida de carga en el orificio en m

$$h_o = 1.56 * \left(\frac{V_2^2}{Cd}\right)$$

V_2 : Velocidad de paso

Cd : Coeficiente de descarga (0,8)

L : Longitud entre afloramiento y captación

$$L = \frac{Hf}{0.30}$$

- **Cálculo de la altura de la cámara.** De acuerdo con el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018), para calcular la altura de la cámara húmeda, se consideran los elementos que figuran en:

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

Donde:

A : Altura mínima de 10 cm.

B : Diámetro de la canastilla de salida

D : Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua del afloramiento

E : Borde libre de mínimo 30 cm

C : Se recomienda una altura mínima de 30cm(p. 63)

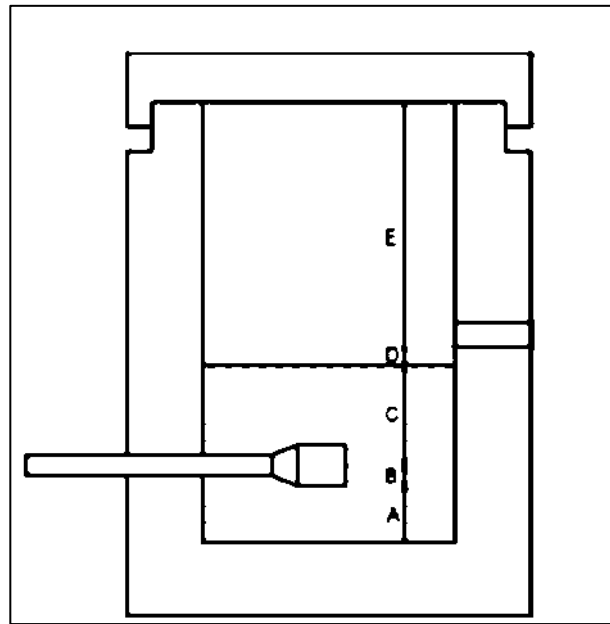
$$C = 1.56 * \frac{Qmd^2}{2gA^2}$$

Q_{md} : Caudal máximo diario en m^3/s

A : Área de la tubería en m^2

Figura 3

Detalle de cámara húmeda

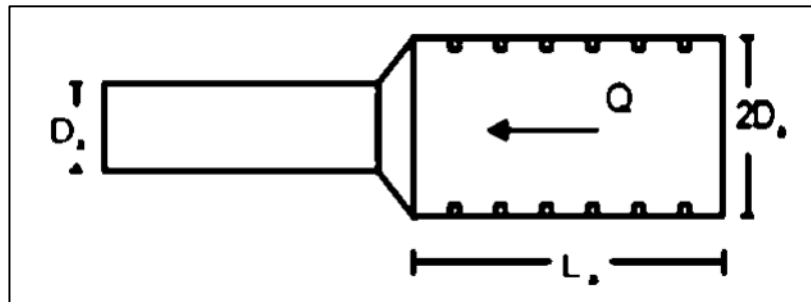


Fuente: Programa Nacional de Saneamiento Rural (2012)

- **Dimensionamiento de la canastilla.** El diámetro de la canastilla debe ser el doble del diámetro de la tubería de salida hacia la línea de conducción (D_c); el área total de las ranuras (A_t) debe ser el doble del área de la tubería de la línea de conducción; y que la longitud de la canastilla (L) debe estar comprendida entre más de $3 D_c$ y menos de $6 D_c$. (Agüero, 1997, p. 43)

Figura 4

Representación de la canastilla



Fuente: Programa Nacional de Saneamiento Rural (2012)

Diámetro de la canastilla:

$$D_{canastilla} = 2D_a$$

Longitud de la canastilla:

$$L > 3D_a$$

$$L < 6D_a$$

Siendo las medidas recomendadas para el ancho de la ranura 5mm y para el largo de la ranura 7mm.

$$A_t = 2Ac$$

A_t debe ser menor que el 50% del área lateral de la granada (A_g).

$$A_g = 0.5D_gL$$

Una vez que se tenga la información sobre el área total de las ranuras y el área individual de cada una, se procede a establecer el número de ranuras.

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = \left(\frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}} \right)$$



- **Tubería de limpia y rebose.** De acuerdo con el (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018b), se establece que ambas tuberías presentan un diámetro idéntico y se aconseja alcanzar pendientes que oscilen entre el 1% y el 1.5%, utilizando la siguiente fórmula:

$$D = \left(\frac{0.71 * Q^{0.38}}{hf^{0.21}} \right)$$

D: Diámetro en pulgadas

Q: Gasto máximo de la fuente en l/s

hf : Pérdida de carga unitaria en m/m

b. Línea de conducción

Se denomina línea de conducción a las estructuras y elementos que transportan el agua desde la captación hasta el reservorio o planta de tratamiento. (RNE OS.010, 2021, p.5)

Según las características topográficas del terreno y otros elementos de diseño, se pueden incluir otras estructuras complementarias a lo largo del recorrido, tales como:

- **Cámara distribuidora de caudales.** Estructura que sirve para distribuir el caudal de agua a dos o más sectores de acuerdo con el número de usuarios. (SANBASUR, 2008)
- **Pase aéreo.** Tubería de fierro galvanizado que se construye cuando en el recorrido de la línea de conducción se presentan quebradas profundas, ríos, acantilados, y zonas rocosas que imposibilitan construir zanjas. (SANBASUR, 2008)



- **Válvula de aire.** Estas válvulas sacan el aire atrapado en las tuberías con la finalidad de facilitar el paso de agua, y pueden ser automáticas o manuales. (Agüero, 1997)
- **Cámara rompe presión tipo VI.** Estructura colocada cuando el desnivel del terreno entre la captación y el reservorio es considerable, sirve para romper la presión del agua. (SANBASUR, 2008)
- **Válvula de purga.** Reducen el área de flujo de agua permitiendo la limpieza de las tuberías de los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción cuando hay una topografía accidentada. (Agüero, 1997)

Además, el la Norma OS. 010 (2016), indica que la conducción por gravedad con uso de tuberías debe tener las siguientes consideraciones:

- El diseño de la conducción se realizará en consideración a las condiciones topográficas, geotécnicas y climáticas del área.
- La velocidad mínima es de 0,60 m/s, no debe producir depósitos ni erosiones.
- La velocidad máxima admisible será en tubos PVC, 5 m/s. (p.06)

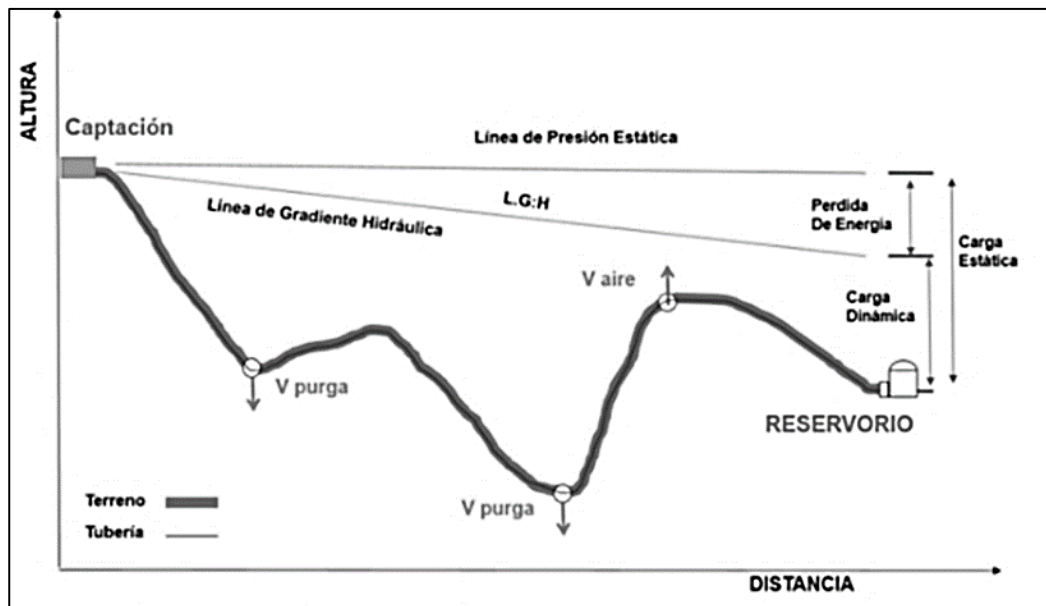
- **Criterios de diseño**

- **Caudal de diseño.** La Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (2018) establece que la línea de conducción debe tener la capacidad de transportar al menos el caudal máximo diario, Q_{md} . (p.30)
- **Carga estática y dinámica.** El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018b), especifica que “la carga estática máxima

tolerable es de 50 metros y la carga dinámica mínima es de 1 metro. Además, se establece que la tubería no debe sobrepasar la línea de gradiente hidráulico (LGH) en ningún punto de su recorrido.” (p.05)

Figura 5

Línea de gradiente hidráulico



Fuente: Programa Nacional de Saneamiento Rural (2018)

- **Diámetro.** El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018), indica que “el diseño del diámetro debe garantizar velocidades mínimas de 0,6 m/s y máximas de 3,0 m/s. Además, especifica que el diámetro mínimo de la línea de conducción es de 25 mm (1 pulgada) en el caso de sistemas rurales” (p.11).
- **Dimensionamiento de la tubería.** El CEPIS (2004), establece que, al dimensionar la tubería, respecto a la línea de gradiente hidráulico (LGH), debe mantenerse siempre por encima del terreno, permitiendo cambios en el diámetro en puntos críticos



para mejorar la pendiente y en cuanto a la pérdida de carga unitaria (h_f), se emplean ecuaciones de Hazen y Williams para diámetros mayores a 2 pulgadas, y ecuaciones de Fair Whipple para diámetros menores a 2 pulgadas. (p. 09)

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

$$H_f = 10.674 * \left[\frac{Q^{1.852}}{(C^{1.852} * Q^{4.86})} \right] * L$$

Siendo:

H_f : pérdida de carga continua, en m

Q : Caudal en m^3/s

D : diámetro interior en m

L : Longitud del tramo en m

C : Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

C : 120 (Acero sin costura)

C : 100 (Acero soldado en espiral)

C : 140 (Hierro fundido dúctil con revestimiento)

C : 100 (Hierro galvanizado)

C : 140 (Polietileno)

C : 150 (Polietileno)

Para tuberías de diámetro igual o inferior a 50 mm, Ecuación de Fair-Whipple:

$$H_f = \frac{676,745 * \left[\frac{Q^{1.751}}{D^{4.753}} \right]}{L}$$



Donde:

H_f: Pérdida de carga continua en m

Q: Caudal en l/min

D: Diámetro interior en mm

L: Longitud en metros

- **Velocidad.** El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018), señala que, “a menos que existan circunstancias excepcionales debidamente fundamentadas, las velocidades de circulación del agua para los caudales de diseño deben seguir estas pautas: La velocidad mínima no debe ser inferior a 0,60 m/s, mientras que la velocidad máxima permitida es de 3 m/s, pudiendo llegar hasta los 5 m/s si se justifica adecuadamente” (p. 76).
- **Cálculo de presión.** El CEPIS (2004), indica que “en la línea de conducción, la presión representa la energía gravitacional contenida en el agua” (p. 09).

Para calcular la línea de gradiente hidráulico (LGH), se empleará la ecuación de Bernoulli.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + H_f$$

Siendo:

Z: Cota altimétrica en m

P/γ: Altura de carga de presión

V: Velocidad del fluido en m/s

H_f: Pérdida de carga de 1 a 2



Si, $V_1 = V_2$ y P_1 está a la presión atmosférica, la expresión sería:

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

El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018), establece que “la presión estática máxima en la tubería no debe exceder el 75% de la presión de trabajo indicada por el fabricante, y debe ser compatible con las presiones de servicio de los accesorios y válvulas utilizadas” (p. 77).

Además, según el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018), “las pérdidas de carga localizadas ΔH_i en las piezas especiales y válvulas se calcularán utilizando la siguiente expresión”:

$$H_i = K_i \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

ΔH_i : Pérdida de carga en m

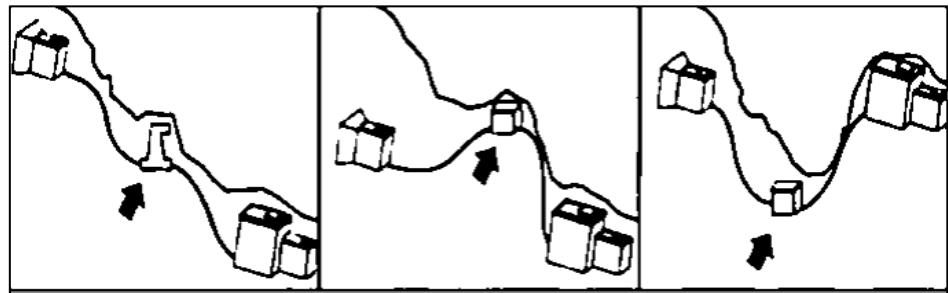
K_i : Coeficiente según el tipo de pieza o válvula

V : Máxima velocidad de paso en m/s

g : Aceleración de la gravedad en m/s^2

Figura 6

Línea de conducción



Nota: En la figura se observa cuando es necesario instalarse válvulas rompe carga, válvulas de aire y válvulas de purga. Fuente: Programa Nacional de Saneamiento Rural (2018)

c. Reservorio

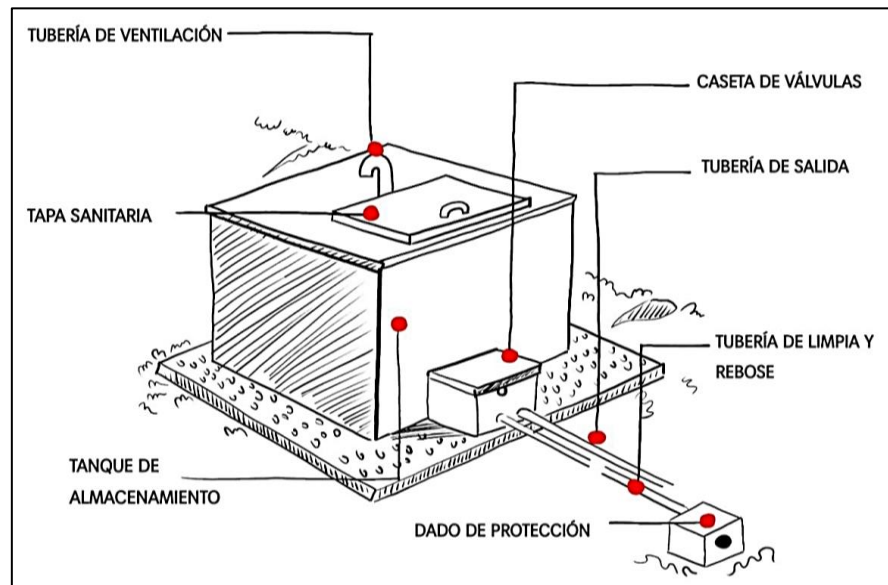
Es una estructura de concreto armado, que sirve para almacenar y realizar el tratamiento de cloración de agua, a ser distribuida hacia toda la comunidad (SANBASUR, 2008).

La función principal de los sistemas de almacenamiento de agua, de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones (2021), es “proporcionar agua apta para el consumo humano a las redes de distribución, manteniendo las presiones adecuadas y asegurando una cantidad suficiente para compensar las variaciones en la demanda”.

De acuerdo a las consideraciones para el diseño de reservorios de acuerdo a la Norma OS0.30 (2021), debe realizarse un diseño eficiente de los sistemas de entrada y salida de agua, incluyendo válvulas, tuberías y otros componentes para controlar el flujo y la distribución del agua.

Figura 7

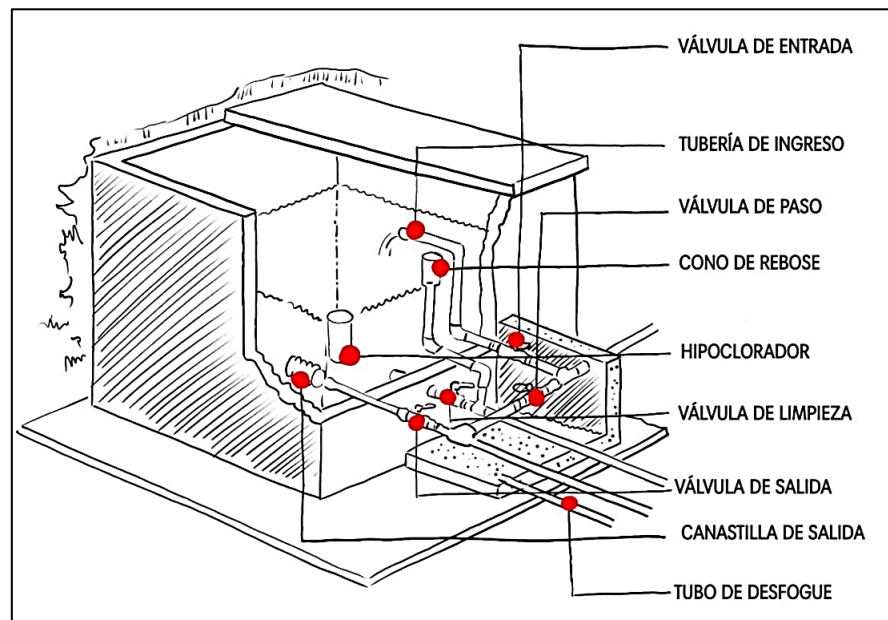
Partes externas de un reservorio rural



Fuente: SANBASUR (2008)

Figura 8

Partes internas de un reservorio rural



Fuente: SANBASUR (2008)



- **Criterios de diseño hidráulico**

- **Variaciones de consumo.** Fernández (2023), menciona que, debido a la falta de estudios en zonas rurales remotas, se utiliza un coeficiente de variación de 1,3 para el consumo máximo diario y de 2,0 para el máximo horario. Por lo tanto:

K1: Coeficiente de variación máximo diario (Se considera 1,3)

K2: Coeficiente de variación máximo horario (Se considera 2,0)

Vreg: Volumen de almacenamiento por regulación (Se considera 25% de la demanda diaria promedio anual)

La Norma OS0.30 (2021), establece la presencia del volumen de almacenamiento por reserva, el cual se emplea en situaciones de suspensión en la fuente de abastecimiento o emergencias, siempre y cuando esté debidamente justificado.

- **Caudales de diseño y almacenamiento.** El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018), indica que “para calcular los valores de los caudales promedio, máximo diario y máximo horario anuales, es necesario utilizar las siguientes fórmulas”:

Caudal promedio anual (Qp):

$$Qp = \left(\frac{((P20 * Reg + Ep * RegEp + Es * RegEs) / 86400)}{(1 - Vrs)} \right)$$

Donde:

P20: Población futura



Reg: Dotación de acuerdo a la zona

Ep: Alumnos de educación primaria

RegEp: Dotación educación primaria

Es: Alumnos de educación secundaria

RegEs: Dotación educación secundaria

Vrs: Volumen de almacenamiento por reserva en m³

Caudal máximo diario anual (Q_{md}):

$$Q_{md} = Q_p * K1$$

Caudal máximo horario anual (Q_{mh}):

$$Q_{mh} = Q_p * K2$$

- **Dimensionamiento.** Al calcular la altura total interna inicial de un reservorio, es esencial considerar sus dimensiones internas de largo y ancho. Además, recomienda que la distancia vertical entre el eje de salida y el punto de toma sea de 10 cm por encima del fondo del reservorio para prevenir la entrada de sedimentos. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, p. 63)

Según Agüero (1997), la proporción entre la base de la pared (b) y la altura del agua (h) debe estar dentro del rango de 0.5 a 3.0.

$$j = \frac{b}{h}$$

La Norma ISO.10 (2021), establece que la distancia vertical entre el eje del tubo de ingreso de agua y el techo del reservorio (K)



variará en función del diámetro del tubo de entrada de agua y de los dispositivos de control, y no debe ser inferior a 0.20 m.

La Norma ISO.10 (2021), establece que la distancia vertical entre el eje de ingreso de agua y el eje del tubo de ingreso de rebose (L) debe ser el doble del diámetro del primero y nunca menor a 0.15 m. Además, la distancia vertical entre el eje del tubo de rebose y el nivel máximo de agua (M) debe ser igual al diámetro del tubo y nunca inferior a 0.10 m. (p. 10)

El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018), establece que “la altura total interna (H) del reservorio se calcula como la suma de la altura útil de agua (h) junto con los valores previamente mencionados. Por tanto, se emplea la siguiente fórmula”:

$$H=h+(K+L+M)$$

d. Red de distribución

Transporta el agua desde el reservorio o planta de tratamiento, hasta el punto de conexión del servicio. Su objetivo principal es garantizar la calidad y cantidad del agua y mantener las presiones adecuadas durante su distribución. (Bhardwaj & Metzgar, 2001)

Según la Norma OS. 050 (2021), “para el diseño de redes de distribución de agua para consumo humano en localidades mayores de 2000 habitantes”, se deben seguir las siguientes consideraciones:



- **Caudal de diseño.** Según la Norma OS0.50 (2021), “la red de distribución se calculará con la cifra que resulte mayor al comparar el gasto máximo horario con la suma del gasto máximo diario más el gasto contra incendios para el caso de habilitaciones en que se considere demanda contra incendio” (p.2).

- **Análisis hidráulico.** La Norma OS0.50 (2021), indica que:
 - “- Las redes de distribución se proyectarán, en principio, en circuito cerrado formando malla. Su dimensionamiento se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red.
 - Para el análisis hidráulico del sistema de distribución, podrá utilizarse el método de Hardy Cross o cualquier otro equivalente.
 - Para el cálculo hidráulico de las tuberías, se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizará en el caso de una tubería de PVC un coeficiente de fricción de 150” (p. 02).

- **Diámetro mínimo.** La Norma OS0.50 (2021), indica que:
 - “- El diámetro mínimo será de 75 mm para uso de vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial.
 - En casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tuberías de 50 mm de diámetro, con una longitud máxima de 100 m si son alimentados por un solo extremo o de 200 m si son alimentados por los dos extremos, siempre que



la tubería de alimentación sea de diámetro mayor y dichos tramos se localicen en los límites inferiores de las zonas de presión.

- En los casos de abastecimiento por piletas el diámetro mínimo será de 25 mm” (p. 03).

- **Velocidad.** La Norma OS0.50 (2021), indica que:

“- La velocidad máxima será de 3 m/s.

- En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s” (p. 03).

- **Presiones.** La Norma OS0.50 (2021), indica que:

“- 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 mínima será 3,50 m a la salida de la pileta” (p. 03).

- **Ubicación.** La Norma OS0.50 (2021), indica que:

“- En las calles de 20 m de ancho o menos, se proyectará una línea a un lado de la calzada y de ser posible en el lado de mayor altura, a menos que se justifique la instalación de 2 líneas paralelas.

- En las calles y avenidas de más de 20 m de ancho se proyectará una línea a cada lado de la calzada.
- La distancia mínima entre los planos verticales tangentes más próximos de una tubería de agua para consumo humano y una



tubería de aguas residuales, instaladas paralelamente, será de 2 m, medido horizontalmente.

- La distancia entre el límite de propiedad y el plano vertical tangente más próximo al tubo no será menor de 0.80 m” (p. 04).

También se contempla estructuras complementarias como:

- **Válvula de control.** Se colocan en la red de distribución y sirven para regular el caudal de agua, por sectores y para realizar el mantenimiento y/o reparaciones. (SANBASUR, 2008)
- **Válvula de paso.** Sirve para controlar o regular la entrada de agua al domicilio, para mantenimiento o reparaciones. (SANBASUR, 2008)
- **Válvula de purga.** Son colocadas en la parte más baja de la red de distribución, y sirven para eliminar el agua durante el proceso de limpieza y desinfección. (SANBASUR, 2008)

La Norma OS0.50 (2021), indica que:

- “- La red de distribución estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud.
- Se proyectarán válvulas de interrupción en todas las derivaciones para ampliaciones.
- Las válvulas deberán ubicarse, en principio, a 4 m de la esquina o su proyección entre los límites de la calzada y la vereda.



- Las válvulas utilizadas tipo reductoras de presión, aire y otras, deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.
 - Toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección y operación.
 - Deberá evitarse los «puntos muertos» en la red, de no ser posible, en aquellos de cotas más bajas de la red de distribución, se deberá considerar un sistema de purga” (p. 04).
- **Criterios de diseño.** El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018), especifica en la Norma Técnica los siguientes criterios de diseño:
 - “- Las redes de distribución se diseñarán para el caudal máximo horario (Qmh).
 - La velocidad mínima en ningún caso podrá ser inferior a 0,30 m/s. En general se recomienda un rango de velocidad de 0,5 – 1,00 m/s. La velocidad máxima admisible será de 3 m/s.
 - La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no será menor de 5 - 8 m.c.a. y la presión estática no será mayor de 50 m.c.a.
 - Los diámetros mínimos de las tuberías principales para redes cerradas deben ser de 25 mm (1”), y en redes abiertas, se admite un diámetro de 20 mm ($\frac{3}{4}$ ”) para ramales.
 - Las conexiones domiciliarias se realizarán en diámetros de 15 o 20 mm ($\frac{1}{2}$ ” o $\frac{3}{4}$ ”) y las conexiones de las piletas públicas en 20 mm como mínimo” (p.127).



Hay dos enfoques de diseño para las redes:

- **Diseño de red mallada.** Según el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018), “para calcular los caudales en redes malladas se emplea el método de densidad poblacional, que distribuye el caudal total de la población entre los "i" nodos proyectados” (p.128).

El caudal en el nudo es:

$$Q_i = Q_p * P_i$$

Donde:

Qi: Caudal en el nudo “i” en l/s

Qp: Caudal unitario poblacional en l/s-hab.

$$Q_p = \frac{Q_t}{P_t}$$

Qt: Caudal máximo horario en l/s

Pt: Población total del proyecto en hab.

Pi: Población del área de influencia del nudo “i” en hab.

El diseño de redes cerradas para sistemas de saneamiento rural, deben cumplir dos condiciones esenciales: la conservación de flujo en los nodos y la uniformidad de la pérdida de carga a lo largo de las trayectorias. Estas condiciones generan un sistema de ecuaciones que pueden resolverse usando diferentes métodos de balanceo matemático. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018)



El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018) establece que, “tanto en redes cerradas como en las ramificadas, se debe adjuntar una memoria de cálculo que detalle los diversos escenarios evaluados, como el caudal mínimo, caudal máximo, presión mínima y presión máxima”.

- **Diseño de red ramificada.** De acuerdo con la Norma Técnica de Diseño para Sistemas de Saneamiento en Áreas Rurales (2018), en el diseño de redes ramificadas se calculará el caudal por cada rama utilizando el método de probabilidad. Este método se fundamenta en el número de puntos de suministro y en el coeficiente de simultaneidad.

El caudal por ramal es:

$$Q_{ramal} = k \sum Qg$$

$$K = \frac{1}{\sqrt{(x - 1)}}$$

Donde:

Q ramal: Caudal de cada ramal en l/s

K: Coeficiente de simultaneidad, entre 0,20 y 1

x: Número total de grifos en el área que abastece cada ramal

Qg: Caudal por grifo (l/s), > 0,10 l/s



2.2.1.4. Demanda de agua

a. Período de diseño

Para el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018), el periodo de diseño es el “tiempo durante el cual la infraestructura deberá cumplir su función satisfactoriamente”. Este período se establece con el fin de garantizar que la infraestructura sea capaz de satisfacer las necesidades de suministro de agua de manera eficiente y confiable durante su vida útil prevista. (p. 08)

El Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural, PRONASAR (2004), afirma: “Los periodos de diseño máximos recomendables, son de 20 años de capacidad para las fuentes de abastecimiento y de obras de captación, pozos, plantas de tratamiento de agua de consumo humano, reservorio y redes de tuberías”. (p.08)

b. Población de diseño

Se refiere al número de personas para las cuales se dimensiona y diseña la infraestructura del sistema de abastecimiento de agua. Esta cifra se utiliza para determinar la capacidad necesaria de la infraestructura para satisfacer la demanda de agua potable de manera efectiva durante el periodo de diseño establecido. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018b)

Según Vierendel (2009), el método aritmético para el cálculo de la población de diseño, puede ser usado cuando la población se encuentra en franco desarrollo.



Se recomienda el método aritmético, debido a que, supone que el crecimiento de la población es uniforme, o comparable a una progresión lineal. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018)

El crecimiento poblacional está expresado mediante la siguiente fórmula:

$$P_f = P_a * (1 + r * \frac{n}{1000})$$

Donde:

P_f : Población futura

P_a : Población actual

r : Tasa de crecimiento

n : Período de diseño

c. Dotación de agua

Según el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, (2018b) se refiere a “la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades diarias. Esta cantidad depende de la opción técnica adoptada para la disposición de excretas y de las características específicas del área donde se implemente el proyecto”.

- **Caudal promedio (Q_p).** Representa el consumo diario promedio anual, necesario para dimensionar el sistema de abastecimiento de agua y garantizar un suministro confiable a los usuarios. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018)

$$Q_p = \frac{P_f * D_f}{86400}$$



Donde:

Q_p : Caudal medio diario u promedio en l/s

P_f : Población futura en hab.

D_f : Dotación futura en l/hab./día

- **Caudal máximo diario (Q_{md})**. Se refiere al caudal calculado en el día de mayor consumo, evaluado a partir de una serie significativa de registros recopilados durante el año. Para estimar este caudal, se multiplica el caudal promedio por un coeficiente conocido como coeficiente de variación diaria máxima $K1$. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018)

$$Q_{md} = K1 * Q_p$$

Donde:

Q_{md} : Caudal máximo diario L/s

$K1$: Coeficiente de caudal máximo diario (1.3)

Q_p : Caudal promedio en L/s

- **Caudal máximo horario (Q_{mh})**. Se determina como el caudal más alto durante la hora de mayor consumo del día, basándose en una serie relevante de registros recopilados durante el año. Para calcular este valor, se utiliza el coeficiente de variación horario máximo $K2$. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018b)

$$Q_{mh} = K2 * Q_p$$

Donde:

Q_{mh} : Caudal máximo horario l/s



K2: Coeficiente de caudal máximo horario (2.0)

Qp: Caudal promedio en l/s

2.1.2. Sostenibilidad

Según la Real Academia Española (2014), define como sostenibilidad a “la utilización de los recursos naturales que permita satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades”.

Por lo que se entiende, como el manejo prudente de los recursos en el ámbito ambiental, social y económico; a fin de garantizar la permanencia de estos recursos en el tiempo.

La sostenibilidad busca asegurar la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones, sin renunciar a los tres pilares fundamentales: la protección del medio ambiente, el desarrollo social y el crecimiento económico. (Acciona, 2016)

2.1.1.1. Sostenibilidad en sistemas de agua potable

En el caso de servicios de agua, es sostenible cuando su periodo de diseño proyectado cumple con un nivel adecuado en calidad y eficiencia. (Soto, 2014)

Para Lockwood & Smits (2011), la sostenibilidad es “la prestación de un cierto nivel de servicio de agua por un periodo de tiempo indefinido”.

Casas (2014), señala que: “el objetivo del análisis de sostenibilidad en sistemas de agua potable es verificar su eficacia operativa y asegurarse



de identificar los factores que favorecen su continuidad, así como aquellos que podrían representar riesgos”. La sostenibilidad del proyecto de abastecimiento de agua depende significativamente de la contribución de entidades institucionales, como el gobierno local, los usuarios y sus respectivas organizaciones.

2.1.1.2. Tipos de sostenibilidad

De acuerdo al Compendio SIRAS (2010), los tipos de sostenibilidad que se esperan lograr en agua potable y saneamiento básico son:

- **Sostenibilidad Técnica.** Adecuada infraestructura que cumpla con características modernas y manejables.
- **Sostenibilidad Social.** Adecuado uso de los recursos hídricos a través de autogestión que promueva el uso consciente del agua.
- **Sostenibilidad Económica.** Adecuadas técnicas administrativas de los fondos para el mantenimiento, asegurando la calidad y continuidad del servicio.
- **Sostenibilidad Ambiental.** Adecuadas prácticas que reduzcan el impacto ambiental.
- **Sostenibilidad Institucional.** Fortalecimiento de una institución encargada del monitoreo de la continuidad de los servicios.

(Compendio SIRAS, 2010)

2.1.1.3. Metodologías para determinar la sostenibilidad

La sostenibilidad técnica en ámbitos de abastecimiento de agua potable está basada en el mantenimiento físico, funcional y operativo de la

infraestructura sanitaria construida. Además, en asegurar la continuidad, cantidad y calidad del agua, aún en condiciones adversas. (AECID, 2015)

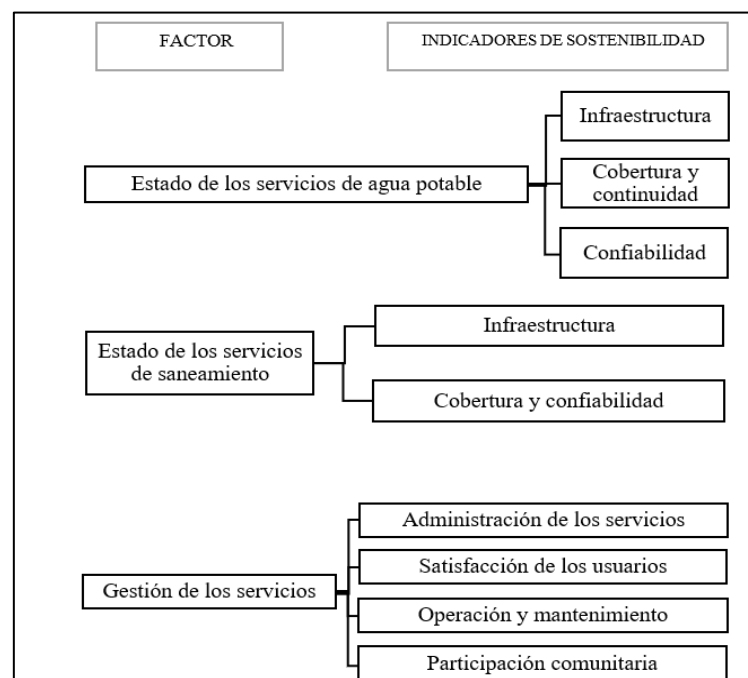
a. Metodología Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

En el 2003, el Viceministerio de Construcción y Saneamiento del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en su publicación Estudios de base para la implementación de proyectos de agua y saneamiento en el área rural, realizó un análisis de la sostenibilidad de los servicios de agua y saneamiento en 70 comunidades rurales del Perú. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2003)

La metodología utilizada consiste en analizar los factores que se muestran en la Figura 9, en cada una de las comunidades estudiadas:

Figura 9

Factores e indicadores de la metodología MVCS



Fuente: Chagua (2019)

Tabla 2*Pesos para estimar el índice de sostenibilidad - MVCS*

Factor	Peso del indicador	Peso del factor
Estado de los servicios de agua potable	- Infraestructura (1)	4
	- Cobertura (1)	
	- Calidad del agua o confiabilidad (1)	
	- Continuidad (1)	
Estado de los servicios de saneamiento	- Infraestructura (0)	0
	- Cobertura (0)	
Gestión de los servicios	- Administración de los servicios (1)	4
	- Operación y mantenimiento (1)	
	- Participación comunitaria (1)	

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento – MVCS (2003)

Tabla 3*Índices para el estado operativo y nivel de sostenibilidad - MVCS*

Estado operativo	Nivel de sostenibilidad	Índice
Bueno	Sostenible	100 – 76%
Regular	En proceso de deterioro leve	75 – 56%
	En proceso de deterioro grave	
Malo	En proceso de deterioro grave	50- 26%
No operativo	Colapsado	0-25%

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento – MVCS (2003)

El índice de sostenibilidad, utilizando esta metodología, consiste en calificar cada uno de los factores analizados de la Figura 9, asignándole un valor de acuerdo con la Tabla 2. Posteriormente, se calcula el promedio aritmético de estos valores, para obtener el índice de cada indicador. Luego, se calcula el promedio aritmético de los índices de los indicadores, de donde se obtiene el índice de los factores; por último, se determina el



promedio ponderado de los índices de los factores con los pesos de la Tabla 2, para obtener el índice de sostenibilidad en base a la Tabla 3.

b. Metodología SIRAS 2010

En el año 2006, el Viceministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, creó el Sistema de Información Sectorial en Agua y Saneamiento (SIAS) – Perú, cuya finalidad fue la de organizar una base de datos actualizada de los principales indicadores del sector saneamiento. (Compendio SIRAS, 2010)

En consecuencia, CARE Perú, a través del Proyecto Piloto para Fortalecer la Gestión Regional y Local en Agua y Saneamiento en el Marco de la Descentralización (PROPILAS), con el financiamiento y apoyo técnico de la Cooperación Suiza en Perú y los Andes (COSUDE) (2002 -2008), elaboró este sistema de información con el propósito de procesar, analizar y distribuir información actualizada sobre agua y saneamiento a nivel regional. (Compendio SIRAS, 2010)

La metodología del Sistema de Información Regional de Agua y Saneamiento (SIRAS), es una importante herramienta para la toma de decisiones en la planificación, monitoreo y evaluación de los servicios de agua y saneamiento rural. (Compendio SIRAS, 2010)

- **Factores de sostenibilidad**
 - Estado de infraestructura
 - Gestión de servicios
 - Operación y mantenimiento

Para determinar la sostenibilidad, a estos factores se les asigna un peso de acuerdo con la Tabla 4.

Tabla 4

Pesos considerados para el índice de sostenibilidad SIRAS

Factor	Peso
Estado de la infraestructura	50%
Gestión de servicios	25%
Operación y mantenimiento	25%

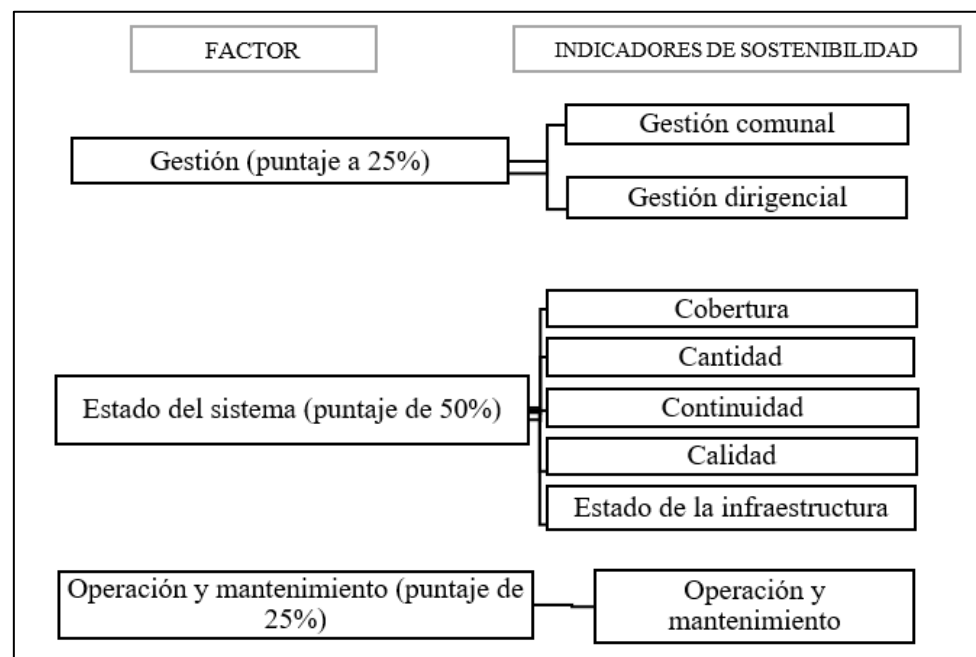
Fuente: Compendio SIRAS (2010)

- **Indicadores de sostenibilidad**

Los indicadores de sostenibilidad, para cada uno de los factores antes mencionados, se detallan en la Figura 10.

Figura 10

Factores e indicadores de la metodología SIRAS



Fuente: Compendio SIRAS (2010)

Tabla 5

Alcance de los indicadores

Factor	Indicador	Alcance
Estado de la infraestructura	Cobertura	Porcentaje de viviendas con servicio
	Cantidad de agua	Cantidad de agua que recibida
	Continuidad del servicio	Porcentaje de viviendas con servicio continuo
	Calidad del agua	Contenido de cloro y turbidez de agua
	Estado de la infraestructura	Estado de conservación y operativo de los componentes del sistema
Operación y mantenimiento	Plan de operación y mantenimiento	Existe y se ejecuta un plan de operación y mantenimiento
	Ejecución del plan de mantenimiento	Participación en la ejecución
	Limpieza del sistema	Frecuencia de limpieza
	Cloración	Frecuencia de cloración del agua
	Conservación del área de influencia de la captación	Prácticas para la conservación de la fuente de agua
	Servicios de gasfitería	Existencia de servicios de gasfitería
	Herramientas para la operación y mantenimiento	Existencia de herramientas para la operación y mantenimiento
Gestión de los servicios	Entidad de gestión	Existencia de una entidad de gestión
	Expediente técnico	Posee el expediente técnico de obra
	Instrumentos de gestión	Tipos de instrumentos de gestión que se manejan
	Cuota familiar	Existencia, monto y porcentaje de morosidad de la cuota familiar
	Junta directiva	Número de reuniones, frecuencia de renovación, número de mujeres en la directiva.
	Capacitaciones	Frecuencia de cursos de capacitación
	Inversiones	Número de inversiones de ampliación del sistema de agua realizadas

Fuente: Sanga (2014)



- **Niveles de sostenibilidad**

- **Sistemas sostenibles.** Son aquellos cuya infraestructura se encuentra en adecuadas condiciones, y está en la capacidad de ofrecer un servicio de alta calidad, cantidad y continuidad. Cuentan, además, con una óptima administración, capacidad de gestión y eficiente mantenimiento periódico. (Compendio SIRAS, 2010, p. 05)
- **Sistemas medianamente sostenibles.** Son aquellos cuya infraestructura está en proceso de deterioro. No cuentan con una eficiente administración, operación y mantenimiento, no existe un manejo económico adecuado, y necesitan pronta atención antes de pasar a ser no sostenibles. (Compendio SIRAS, 2010, p. 05)
- **Sistemas no sostenibles.** Son aquellos que tienen fallas significativas tanto en la infraestructura sanitaria, así como la calidad del servicio en cantidad, continuidad y calidad, afectando de esta manera a la cobertura. Deficiente capacidad organizacional y manejo económico. (Compendio SIRAS, 2010, p. 05)
- **Sistemas colapsados.** Son aquellos sistemas que se encuentran en completo abandono, ya no operan, ni poseen junta directiva, requieren de una urgente reformulación de expediente técnico. (Compendio SIRAS, 2010, p. 05)

La metodología SIRAS asigna puntajes a cada pregunta de los formatos que contiene este compendio, para ello toma en cuenta las variables que influyen en la sostenibilidad de los servicios de agua y saneamiento rural.

Los resultados están sobre la base de un rango de cualificación que van desde 1 al 4, considerando categorías que van desde muy malo hasta bueno. (Compendio SIRAS, 2010, p. 20)

Los puntajes que son asignados para cada pregunta de dichos formatos se muestran en el Anexo 4.

Tabla 6

Índices para el estado operativo y nivel de sostenibilidad – Metodología SIRAS

Estado operativo	Nivel de sostenibilidad	Índice
Bueno	Sostenible	3.51-4.00
Regular	En proceso de deterioro leve	2.51-3.50
Malo	En proceso de deterioro grave	1.51-2.50
Muy malo	Colapsado	1.00-1.50

Nota: Compendio SIRAS (2010)

c. Metodología del Programa Nacional de Saneamiento Rural – PNSR

El Programa Nacional de Saneamiento Rural – PNSR del Viceministerio de Construcción y Saneamiento, fue creado el 07 de enero del 2012 con D.S. N°002-2012-VIVIENDA (2012), cuyo objetivo

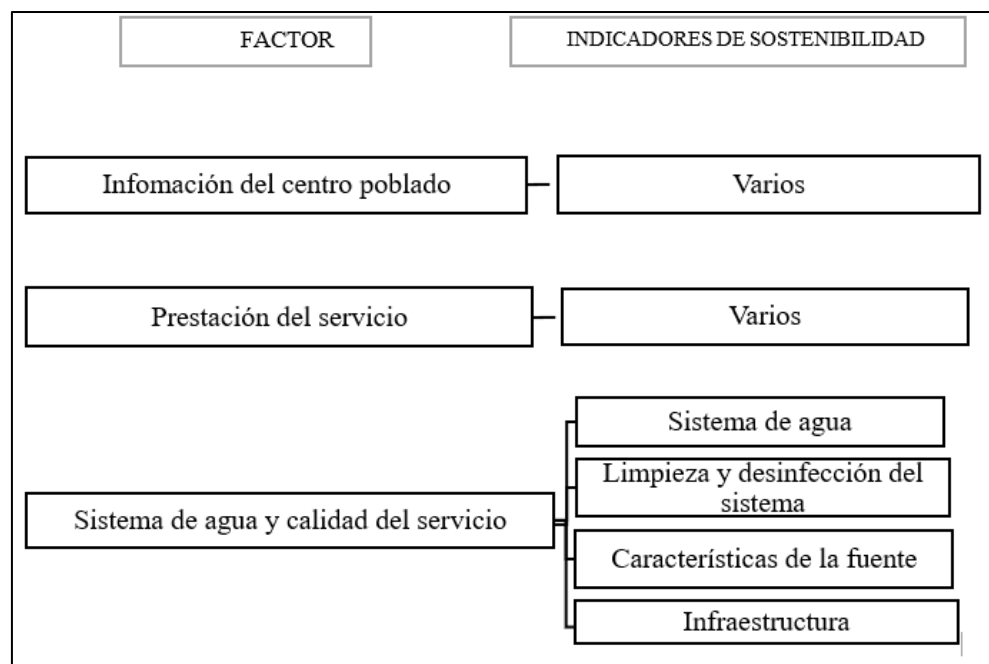
principal es cubrir las necesidades de servicios de saneamiento y agua potable en las zonas rurales del país.

Para lo cual ha impulsado una serie de procesos para identificar y analizar el estado situacional de los sistemas de agua rurales. Estas herramientas se encuentran en el Módulo IV, evaluación del estado sanitario de la infraestructura. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018)

La metodología utilizada consiste en analizar los factores que se detallan en la Figura 11, en cada una de las comunidades estudiadas:

Figura 11

Factores e indicadores de la metodología del PNSR



Fuente: Chagua (2019)

Esta metodología verifica el sistema de abastecimiento de agua, elabora fichas de diagnóstico y costeo, y un plan de mantenimiento. Se



puntuía de 80 a 100; un puntaje en este rango indica estado operativo regular, de lo contrario, sistema colapsado. (PNSR, 2018)

2.1.3. Estado operativo del sistema de agua potable

El estado operativo de un sistema de agua potable se refiere a la condición actual en la que se encuentra dicho sistema en términos de su funcionamiento y capacidad para suministrar agua potable de manera segura y eficiente a los usuarios. (Viessman Jr. et al., 2018)

Según el Compendio SIRAS (2010), los factores que influyen en el estado operativo de un sistema de agua potable son la calidad y cantidad de agua, la cobertura y continuidad del servicio y el estado de la infraestructura de abastecimiento de agua.

2.1.3.1. Cobertura del servicio de agua

Se entiende por cobertura de agua potable, a todos aquellos usuarios que poseen una conexión domiciliaria dentro de sus viviendas, o excepcionalmente acceso al recurso hídrico desde una pileta pública. (CONAGUA & BID, 2016)

Según Pérez-Foguet et al. (2011), la cobertura de servicio de agua potable es un indicador clave para medir el acceso a servicios básicos de agua potable, y es fundamental para evaluar el progreso hacia el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible relacionados con el agua y el saneamiento.

2.1.3.2. Cantidad de agua

Es aquella necesaria para garantizar la demanda de agua para la población futura. En proyectos de agua potable rural se deben realizar aforos en meses de estiaje y lluvias, a fin de determinar caudales mínimos. El caudal mínimo de agua debe ser mayor que el consumo máximo diario. (Agüero, 1997)

Como indica Agüero (1997), “el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable debe prever el crecimiento poblacional entre un tiempo prudencial de 10 a 40 años”.

Tabla 7

Consumo típico del agua con fines domésticos

Tipo de sistema de abastecimiento de agua	Consumo típico de agua (l/hab./día)	Rango de consumo de agua (l/hab./día)
Punto de agua comunal		
Pozo o fuente de agua del poblado		
Distancia considerable (>1000m)	7	5-10
Distancia media (500-1000m)	12	10-15
Distancia tan pequeña (<50m)	20	15-25
Fuente pública comunal		
Distancia pequeña (<250m)	30	20-50
Punto de agua domiciliario		
Conexión de patio		
Grifo en el patio de la casa	40	20-80
Conexión a casa		
Grifo simple	50	30-60
Grifo múltiple	120	70-250

Fuente: Lossio (2012)



2.1.3.3. Continuidad del servicio de agua

Es el porcentaje de tiempo durante el que se dispone de agua para consumo humano diario, semanal y estacional. (Mora-Alvarado, 2018)

Según Chaves & Corral (2017), la continuidad del servicio de agua potable es un aspecto clave en la gestión eficiente de los sistemas de abastecimiento de agua, ya que asegura la satisfacción de las necesidades básicas de la población y contribuye al desarrollo socioeconómico sostenible de las comunidades.

2.1.3.4. Calidad de agua

El agua potable es aquella que cumple los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua apta para consumo humano, establecidos en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano. (Ministerio de Salud, 2011)

Para Lampoglia et al. (2008), el agua potable debe estar libre de microorganismos que causen enfermedades, libre de compuestos perjudiciales para la salud, color olor y sabor aceptables, y exenta de compuestos que causen corrosión a las líneas de distribución.

Según la Organización Mundial de la Salud (2011), la calidad del agua se define como un “análisis y evaluación continuo y completo de salud pública, seguridad y aceptación de los sistemas de suministro y consumo de agua”.

Según el CEPIS (2004), “para lograr este propósito, el agua debe cumplir estándares de calidad físico, químico y microbiológico del agua,

de tal forma que el agua pueda estar libre de organismos que originen enfermedades o daños fisiológicos perjudiciales.”

• **Parámetros que afectan la calidad del agua potable.** Las principales características que debe tener el agua para consumo humano son:

- Debe encontrarse libre de organismos patógenos, o compuestos que incidan en la salud humana.
- Incolora, inodora e insípida
- Que no cause corrosión o incrustaciones a las redes de distribución, ni que manche la ropa al contacto con ella. (Lossio, 2012)

Los límites máximos permisibles para que se pueda considerar el agua como apta para el consumo humano, se muestran en las Tablas 8, 9 y 10:

Tabla 8

Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

Parámetros		Unidad de medida	Límite máximo permisible
Bacterias	Coliformes	UFC/ 100 mL a 35°C	0 (*)
Totales			
E. Coli		UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
Bacterias	Coliformes	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
Termotolerantes o Fecales			
Bacterias Heterotróficas		UFC/100 mL a 35°C	500
Virus		UFC / mL	0



Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0

Nota: UFC = Unidad formadora de colonias

Fuente: Ministerio de Salud (2010)

Tabla 9

Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Olor	-	Aceptable
Sabor	-	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
Conductividad (25°C)	µmho/cm	1500
Sólidos totales disueltos	mgL-1	1000
Cloruros	mg Cl - L -1	250
Sulfatos	mg SO4 = L-1	250
Dureza total	mg CaCO3 L-1	500
Amoniaco	mg N L-1	1,5
Hierro	mg Fe L-1	0,3
Aluminio	mg Al L-1	0,2
Cobre	mg Cu L-1	2,0
Zinc	mg Zn L-1	3,0
Sodio	mg Na L-1	200

Nota: UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: Ministerio de Salud (2010)

Tabla 10*Límites Máximos Permisibles de parámetros químicos inorgánicos*

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límites máximo permisible
Antimonio	mg Sb L-1	0,020
Arsénico	mg As L-1	0,010
Bario	mg Ba L-1	0,700
Boro	mg B L-1	1,500
Cadmio	mg Cd L-1	0,003
Cianuro	mg CN- L -1	0,070
Cloro	mg L -1	5
Clorito	mg L -1	0,7
Clorato	mg L -1	0,7
Cromo total	mg Cr L-1	0,050
Flúor	mg F- L-1	1,000
Mercurio	mg Hg L-1	0,001
Níquel	mg Ni L-1	0,020
Nitratos	mg NO3 L -1	50,00
Nitritos	mg NO2 L-1	3,00 exposición corta 0,20 exposición larga
Plomo	mg Pb L-1	0,010
Selenio	mg Se L-1	0,010
Molibdeno	mg Mo L-1	0,07
Uranio	mg U L-1	0,015

Fuente: Ministerio de Salud (2010)

2.1.3.5. Estado de la infraestructura

El estado de la infraestructura de abastecimiento de agua es la evaluación en campo de todos los componentes y accesorios que comprenden un sistema de dotación de agua, para de este modo aplicar medidas de mantenimiento o correctivas. (PNSR, 2018)



2.1.4. Capacidad de gestión del servicio de agua potable

2.1.4.1. Gestión de los servicios de agua

La gestión de los servicios comprende la administración del sistema tanto en los aspectos organizacionales, económicos e interinstitucionales; se subdivide en gestión comunal y gestión dirigencial. (Aliaga, 2014)

La gestión de los servicios de saneamiento y agua potable son aquellas acciones que se realizan comunitariamente para alcanzar un objetivo institucional que garantice el agua potable en forma continua y en cantidad adecuada a todos los usuarios. (Lossio, 2012)

De acuerdo con el (Compendio SIRAS, 2010), con respecto a la gestión en zonas rurales, se refiere a:

- **Gestión comunal.** Aquella que involucra a la población en la operación y el mantenimiento, administración de cuotas familiares, participación en asambleas, control de calidad de agua y conexiones domiciliarias. (Compendio SIRAS, 2010, p. 06)
- **Gestión dirigencial.** Aquella donde una organización legalizada se encarga desde el manejo técnico de los servicios hasta el manejo económico, pueden ser comités distritales, provinciales o mesas de concentración. (Compendio SIRAS, 2010, p. 06)

a. Administración del servicio de agua

Las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS), pueden ser entidades públicas, cuando dependen del gobierno central o



municipalidades, privadas, cuando dependen de personas naturales o jurídicas, o mixtas, cuando dependen de ambos. Su conformación se basa en la Ley General de Servicios de Saneamiento y su Reglamento. (OTASS, 2017)

La inasistencia del estado en gran cantidad de comunidades rurales del Perú, así como la ausencia de entes rectores del sector agua y saneamiento, ha motivado que sea la población misma la que organice y autogestione sus propios sistemas de agua potable; en muchas ocasiones sin capacitación, asistencia técnica y apoyo del gobierno local. (Sangay, 2014)

Esto ha conducido a que la Superintendencia de Servicios de Agua y Saneamiento (SUNASS), mediante la Resolución de Superintendencia N°643-99-SUNASS, apruebe la directiva acerca de organización y funcionamiento de asociaciones comunales o unidades municipales que se encarguen de una adecuada gestión del recurso hídrico.

- **Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS).** Es una organización comunal formal que se encarga de forma exclusiva a la prestación de los servicios de saneamiento en uno o más centros poblados rurales. (Chucos, 2020)

Es decir, es aquella organización escogida por la comunidad, responsable de la administración, operación y mantenimiento del agua potable.

Esta reconocida conforme a la Ley General de Servicios de Saneamiento, la cual establece que los servicios de saneamiento rurales



deben estar a cargo de; una JASS, comité o asociación (D.S. N°023 – 2005/VIVIENDA Artículo 4, numeral 18).

Está conformada por una Asamblea General, que a su vez está integrada por todos los usuarios que conforman el Padrón de Usuarios; el Consejo Directivo, que está constituido por un presidente, un secretario, un tesorero, y dos vocales, integrados obligatoriamente por hombres y mujeres; y por un Fiscal, quien es miembro de la Asamblea General, escogido democráticamente para supervisar, fiscalizar y defender los intereses de la Organización Comunal. (Water For People, 2016)

Decreto Legislativo N° 1280 que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento; indica que las organizaciones comunales son constituidas sin fines de lucro y adquieren capacidad y personería jurídica de derecho privado.

- **Unidad de Gestión Municipal (UGM).** La SUNASS (2023), se refiere como Unidad de Gestión Municipal (UGM) al: “órgano de la municipalidad distrital competente que brinda el servicio de saneamiento de forma directa”.

Decreto Legislativo N° 1280 que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento establece una Unidad de Gestión Municipal como una modalidad directa de prestación de servicios de saneamiento en el ámbito rural.

Asimismo, es una unidad orgánica de la municipalidad competente, conformada con la finalidad de brindar servicios de saneamiento en



pequeñas ciudades en el ámbito urbano, y de comunidades rurales, en el ámbito rural, donde no opere una empresa prestadora. (Díaz et al., 2019)

2.1.4.2. Operación y mantenimiento del sistema

La operación de un sistema de agua potable se refiere al conjunto de acciones y procesos necesarios para asegurar el funcionamiento continuo y eficiente del sistema, incluyendo el suministro de agua potable a los usuarios y el mantenimiento adecuado de la infraestructura. Este proceso implica llevar a cabo actividades como el monitoreo de la calidad del agua, la operación de equipos de bombeo y tratamiento, la distribución del agua a través de la red de tuberías, y la gestión de emergencias y situaciones imprevistas. (Chaves & Corral, 2017)

Para una adecuada operación es necesario tener trabajadores u operadores capacitados en el manejo del sistema, considerando horas de trabajo, remuneración, responsabilidades, y continuidad en el servicio. (CONAGUA & BID, 2016)

El mantenimiento se realiza con la finalidad de prevenir o corregir deterioros que se produzcan en los componentes del sistema. (Banco Mundial, 1999)

Para Agualimpia & Fondo Multilateral de Inversiones (2013), existen dos tipos de mantenimiento:

- **Mantenimiento preventivo.** Acciones permanentes de frecuencia predeterminada en las estructuras para prevenir daños o fallar en el sistema. (p. 09)



- **Mantenimiento correctivo.** Acciones que se efectúan para reparar daños existentes por el mal funcionamiento del sistema que no fue posible evitarse durante el mantenimiento preventivo. (p. 09)



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación es de enfoque cuantitativo. Así mismo, de acuerdo a su finalidad es aplicada de nivel descriptivo, transversal y de diseño no experimental.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

Para el presente estudio, se consideró como población el sistema de agua potable del Centro Poblado Mulla Contihueco del distrito de Ilave-El Collao, y adicionalmente, los habitantes de dicha localidad, agrupados en 158 familias.

3.2.2. Muestra

Se consideró como muestra, el sistema de agua potable del Centro Poblado Mulla Contihueco del distrito de Ilave – El Collao y, se escogió una muestra representativa no probabilística y por conveniencia, constituida por 48 familias para realizar encuestas de comportamiento familiar.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

La técnica empleada consistió en la observación, según lo descrito por Núñez (2008), quien define la observación como el registro sistemático y válido de datos e información derivada de los hechos observados. Los instrumentos utilizados incluyeron la información documental proporcionada por la JASS, así como los Formatos N°01,

N°02 y N°03 establecidos en el Compendio SIRAS 2010 por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

3.4. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE ESTUDIO

3.4.1. Localización

El Centro Poblado Mulla Contihueco, se ubica en la región Puno, provincia de El Collao, en el distrito de Ilave, como se aprecia en la Figura 12. Y, además se presentan las coordenadas UTM del centro de la localidad en la Tabla 11.

Figura 12

Ubicación de la zona de estudio



Nota: Elaborado por el equipo de trabajo

Tabla 11

Coordenadas UTM del centro poblado Mulla Contihueco

Coordenadas UTM: Zona 19 South				
Descripción del sitio	Norte	Este	Altitud	
Centro Poblado Mulla Contihueco	821605.00	442238.00	3810-4000 m.s.n.m.	

Nota: Elaboración propia

Figura 13

Centro Poblado Mulla Contihueco



Nota: Elaboración propia

3.4.2. Accesibilidad

Tabla 12

Acceso al Centro Poblado Mulla Contihueco

Tramos		Tipo de Vía	Estado	Longitud (km)	Tiempo (horas)
Lima	Arequipa	Pavimento	Regular	1020	15
Arequipa	Juliaca	Pavimento	Regular	264	5
Juliaca	Puno	Pavimento	Regular	45	1
Puno	Ilave	Asfalto	Regular	54	1
Ilave	CP. Mulla Contihueco	Asfalto - Trocha	Regular	13	0.5

Nota: Elaboración propia



3.4.3. Características físicas

3.4.3.1. Clima

Las condiciones climáticas en el área de investigación son diversas, oscilando entre frías y secas, con heladas intensas de mayo a agosto y vientos fuertes en este último mes. La temperatura promedio varía de 10°C a -8°C durante estos periodos. (SENAMHI, 2023)

3.4.3.2. Caracterización morfológica

Su morfología se caracteriza por presentar superficies mayormente horizontales o ligeramente onduladas, con laderas de pendientes suaves. La topografía es suave, con un sistema de drenaje variable de dendrítico, subparalelo y en sumidero, junto con quebradas que muestran relieve moderado en las áreas más bajas y terreno abrupto y accidentado en las zonas altas. (INGEMMET, 2000)

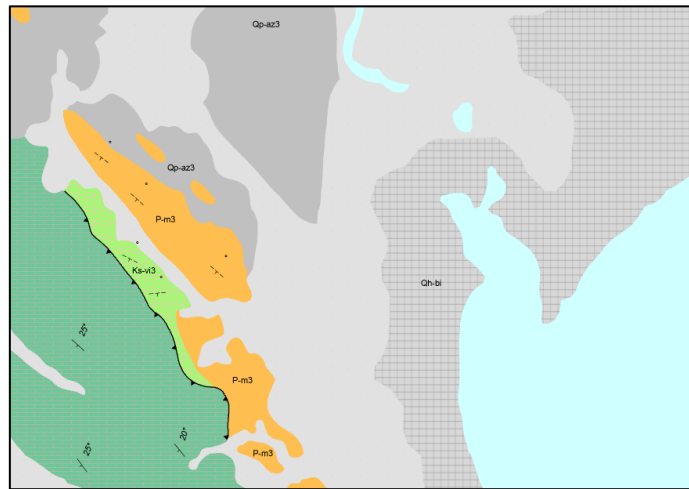
3.4.3.3. Condición geológica

El lugar de estudio está conformado mayormente por lutitas de color rojo y gris con estratificación fina, areniscas rojas cuarzo-feldespáticas, clastos subredondeados volcánicos y cuarcitas con intercalación de lutitas.

Su estratigrafía, como se muestra en el mapa geológico de la zona está constituida por la Formación geológica Vilquechico (Ks-vi) en la parte alta, Formación Muñani (P-m) y depósitos aluviales (Q-al) en la parte baja del centro poblado.

Figura 14

Mapa geológico de la zona de estudio



Fuente: INGEMMET (2022)

3.4.3.4. Recursos hídricos

Las principales fuentes de agua identificadas en la zona de estudio son fuentes manantiales; entre las que encontramos Negro Phujo, Ciscu Laya Parqui y Jipiña Laya Phujo.

3.5. ASPECTOS POBLACIONALES, SOCIOECONÓMICOS Y OTROS

3.5.1. Aspectos poblacionales

La localidad de centro poblado de Mulla Contihueco está compuesto por un total de 263 habitantes, agrupados en 158 familias, con un promedio de 1.66 personas por núcleo familiar.

3.5.2. Aspectos sociales

3.5.2.1. Educación

El centro poblado de Mulla Contihueco cuenta con dos instituciones públicas de enseñanza básica, la Institución Educativa Inicial N° 306 y la Institución Educativa Primaria N° 70357.

3.5.2.2. Ocupación

Los pobladores del centro poblado de Mulla Contihueco realizan predominantemente actividades agropecuarias, a la construcción civil y al comercio en la ciudad de Ilave.

Figura 15

Actividad ganadera en el Centro Poblado Mulla Contihueco



Nota: Elaboración propia

3.5.2.3. Vivienda

El tipo de uso de las viviendas están destinadas exclusivamente para residencia. La construcción de las viviendas se caracteriza principalmente por el uso de bloquetas de adobe y ladrillo.

Figura 16

Vivienda promedio en el Centro Poblado Mulla Contihueco



Nota: Elaboración propia

3.5.2.4. Niveles de ingresos y pobreza

De acuerdo a un informe publicado por el INEI (2023), el ingreso promedio mensual en zonas rurales del sur del país es del 49% que el de las áreas urbanas.

Asimismo, COMEX PERÚ (2022) , en su publicación indica que en la región de Puno el salario promedio es de 980 soles. A partir de estos datos, se estima que el ingreso mensual promedio ronda los 500 soles, lo que refleja el nivel de pobreza en el que se encuentran las familias del Centro Poblado Mulla Contihueco.



3.5.3. Aspectos económicos

3.5.3.1. Actividad agrícola

En el centro poblado de Mulla Contihueco, la mayoría de la población desarrolla esta actividad, los cultivos predominantes son la papa nativa, haba, quinua, cebada, trigo y pastos mejorados.

3.5.3.2. Actividad pecuaria

En cuanto al desarrollo pecuario, se tiene la existencia de pastos naturales, los que permiten la crianza del ganado vacuno, equino, porcino y ovino.

3.5.4. Servicios disponibles

3.5.4.1. Servicios de agua potable

Según el padrón de usuarios proporcionado por el presidente de la JASS en el centro poblado Mulla Contihueco, 104 familias tienen conexiones domiciliarias de agua potable, mientras que 54 familias carecen de dicha conexión.

3.5.4.2. Servicios de electricidad

Las viviendas del centro poblado de Mulla Contihueco Hirpani cuentan en su mayoría con servicio de energía eléctrica, sin embargo, los alrededores de la parte alta no cuentan con este servicio.



3.5.5. Salud e higiene

3.5.5.1. Salud

El centro de salud más cercano al centro poblado de Mulla Contihueco, se encuentra ubicado en el centro poblado Santiago Mucho el que se encuentra a 1.8 km de la localidad.

3.5.5.2. Higiene

Las visitas realizadas en campo han demostrado que la población del Centro Poblado Mulla Contihueco, no posee hábitos adecuados de higiene. En su mayoría no hacen un adecuado almacenamiento del agua para consumo, no desinfectan las frutas y verduras antes de consumirlas, etc.

3.6. SISTEMA DE AGUA POTABLE EXISTENTE

El Centro Poblado Mulla Contihueco, tiene un sistema de abastecimiento de agua potable dividido en dos sectores, el reservorio del Sector 1 tiene una antigüedad superior a los 30 años, el cual fue ejecutado en 1990 por OESBRI PROCAN, como indican las inscripciones realizadas en los componentes. El reservorio del Sector 2 tiene una antigüedad de 15 años, el cual fue ejecutado por INTERVIDA.

Figura 17

Reservorio del Sector 1



Nota: Se observa inscripciones sobre el reservorio, indicando que fue financiado por OESBRI-PROCAN en 1990.

Figura 18

Reservorio del Sector 2



Nota: Se observa inscripciones sobre el reservorio, indicando que fue financiado por INTERVIDA

Las cotas en donde actualmente se encuentra asentada la población va desde los 3818 m.s.n.m. hasta los 3855 m.s.n.m. y las captaciones existentes se ubican a 3880



m.s.n.m. y 3928 m.s.n.m. La línea de conducción actual, tiene una longitud total de tubería de 1,049.15 ml y red de distribución, 3833 ml. El sistema existente es por gravedad sin tratamiento, y está conformado por los componentes descritos en las Tablas 13 y 14.

Tabla 13

Componentes del Sector 1 del sistema de agua potable existente

Estructura	Coordenadas		Altitud m.s.n.m.
	ESTE	NORTE	
Captación Negro Phujo	440810.88	8211883.34	3875.00
Reservorio 1	440818.90	8212006.80	3860.00

76 conexiones domiciliarias

Nota: Elaboración propia

Tabla 14

Componentes del Sector 2 del sistema de agua potable existente

Estructura	Coordenadas		Altitud m.s.n.m.
	ESTE	NORTE	
Captación Ciscu Laya Parqui	441125.00	8211090.00	3913.55
Reservorio 2	441514.18	8211109.96	3890.00

28 conexiones domiciliarias

Nota: Elaboración propia

El sistema de agua potable existente del Centro Poblado Mulla Contihueco se presenta en el Anexo 9.



3.7. PERÍODO DE DURACIÓN DE ESTUDIO

En la presente investigación el tiempo de estudio es transversal, por lo que se llevó a cabo en un tiempo único. La recolección de datos se desarrolló en los meses de julio, agosto y septiembre del 2022.

3.8. MATERIALES

3.8.1. Instrumentos de recolección utilizados

a. Información documentaria adicional

- Información documental proporcionada por la JASS

b. Formatos N°01, N°02 y N°03 del Compendio de Sistema de Información Regional de Agua y Saneamiento (SIRAS), 2010

- Formato N°01: Estado del sistema de abastecimiento de agua

Este formato se subdivide en seis partes: Ubicación, Cobertura del servicio, Cantidad de agua, Continuidad del servicio, Calidad del agua y Estado de la infraestructura. (Compendio SIRAS, 2010). Este formato fue llenado mediante conversación directa con el presidente de la JASS, y la parte correspondiente al estado de la infraestructura, mediante observación directa, como indica dicho documento.

- Formato N°02: Encuesta sobre comportamiento familiar

Esta encuesta fue aplicada a 48 familias; encuestando de preferencia a la madre de familia o hija mayor de 18 años. Esta información fue recogida mediante diálogo directo, y observación, con la finalidad de evaluar el comportamiento familiar en la vivienda encuestada. (Compendio SIRAS, 2010)



- **Formato N°03: Encuesta sobre gestión de los servicios (Consejo directivo)**

Esta encuesta fue aplicada en una reunión con el presidente de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento del centro poblado de Mulla Contihueco, de quien se obtuvieron datos sobre gestión de los dirigentes, administración del sistema y la operación y mantenimiento de este. (Compendio SIRAS, 2010)

3.9. PROCEDIMIENTO DE DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN

3.9.1. Investigación de campo

a. Información proporcionada por la JASS

La Junta Administradora de Servicios de Saneamiento, presidida por el Sr. Miguel Condori Amachi, proporcionó la siguiente información:

- Padrón de Usuarios. Dato que permitió saber la cantidad exacta de familias habitantes, y cuántas poseen servicios de abastecimiento de agua, y cuántos carecen de este servicio.
- Planos de sistema de agua potable existente del centro poblado Mulla Contihueco.

b. Inspección del estado operativo del sistema para determinar la sostenibilidad

Para el desarrollo de esta tarea, se realizó un recorrido guiado a través de todos los componentes del sistema de agua potable del centro poblado de Mulla Contihueco – Ilave – El Collao. Durante esta tarea, también se desarrollaron las encuestas y entrevistas, tanto con las familias habitantes como con el presidente



de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento. Del mismo modo, se identificaron características físicas de la localidad, las que permiten tener una visión más amplia de la zona geográfica y estado socioeconómico en el que se encuentra el centro poblado.

Durante la investigación en campo se desarrollaron las siguientes actividades correspondientes al recojo de datos:

- Verificación del estado de los componentes de la infraestructura del sistema de agua potable existente.
- Encuestas a 48 familias habitantes del Centro Poblado Mulla Contihueco a fin de saber su situación actual respecto a saneamiento básico y comportamiento familiar.
- Aforo de caudal de las principales fuentes manantiales que abastecen el sistema de agua potable del centro poblado.

3.9.2. Investigación en gabinete

3.9.2.1. Determinación de la sostenibilidad del estado operativo del sistema de agua potable

Para determinar la sostenibilidad del estado operativo del sistema, se procesó la información obtenida durante la investigación de campo a través de entrevistas estructuradas y observación directa mediante el Formato N°01 del Compendio SIRAS 2010, cuyas preguntas comprenden las siguientes variables:



a. Cobertura

De acuerdo con el Compendio SIRAS 2010, la cobertura de servicios de agua se establece como el número de viviendas con conexión domiciliaria, respecto al número total de viviendas. Esta información se obtuvo a través del promedio del total de habitantes sobre el número de familias, este dato corresponde a 1.66 miembros por familia.

Para determinar el indicador de cobertura se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Indicador de cobertura} = \frac{\text{Personas atendibles}}{\text{Personas atendidas}}$$

Tabla 15

Puntajes asignados para el indicador cobertura

Personas atendibles / Personas atendidas	Índice	Puntaje
> 1	Bueno	4
= 1	Regular	3
< 1	Malo	2
Personas atendidas = 0	Muy malo	1

Fuente: Compendio SIRAS (2010)

Donde, el número de personas atendibles se determina mediante la siguiente expresión:

$$N^{\circ} \text{ de personas atendibles} = \frac{P17 * 86,400}{D}$$

Donde:

P17: Resultado del caudal de la fuente en época de sequía.



D: Dotación, calculada mediante la Tabla 16.

Tabla 16

Cuadro la dotación, según la altitud correspondiente

Altitud	Dotación (l/persona/día)
Costa o Chala 0-500 m.s.n.m.	70
Yunga 500 – 2.300 m.s.n.m.	50
Quechua 2.300 – 3.500 m.s.n.m.	50
Jalca 3.500 – 4.000 m.s.n.m.	50
Puna 4.000 – 4.800 m.s.n.m.	50
Selva Alta Selva Baja 1.000 – 80 m.s.n.m.	70

Nota: Tomado del Formato N° 01 del Compendio SIRAS 2010

Asimismo, para determinar el número de personas atendidas, se utiliza la siguiente expresión:

$$N^{\circ} \text{ de personas atendidas} = P16 * P9$$

b. Cantidad

Se refiere a la dotación diaria por persona por vivienda, expresado en litros por habitante por día. Esta cantidad se calcula mediante el siguiente procedimiento:

Para el volumen ofertado, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Vo = P17 * 86,400$$

Donde:

Vo: Volumen ofertado



P17: Resultado del caudal de la fuente en época de sequía.

Para el volumen demandado, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Vd = Pob * Dot * 1.3$$

Donde:

Vd: Volumen demandado

Pob: Población total

Dot: Dotación de acuerdo con la Tabla 16

De acuerdo con el resultado obtenido, se puede clasificar el factor cantidad como:

Tabla 17

Puntajes asignados para el indicador cantidad

Volumen ofertado y volumen demandado	Índice	Puntaje
Vo>Vd	Bueno	4
Vo=Vd	Regular	3
Vo<Vd	Malo	2
Vo=Vd	Muy malo	1

Fuente: Compendio SIRAS (2010)

c. Continuidad

La continuidad está referida por la cantidad de horas por día que se presta el servicio sin interrupciones. Se considera un servicio continuo a aquel que cumple con 24 horas al día los siete días de la semana.

El factor continuidad, se clasifica de la siguiente manera:



- Es bueno, si es todo el año y las 24 horas, con un puntaje de 4 puntos.
- Es regular, si es por horas solo en sequías, con un puntaje de 3 puntos.
- Es malo, si es por horas todo el año, con un puntaje de 2 puntos.
- Es muy malo, si es solo por unos días por semana, con un puntaje de 1 punto.

d. Calidad

De acuerdo con el Compendio SIRAS 2010, el factor calidad del agua, se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Indicador de calidad} = \frac{P23 + P24 + P25 + P26 + P17}{5}$$

Donde:

Ind.Cal: Indicador de calidad

P23: Pregunta referida a la colocación de cloro

P24: Pregunta referida al nivel de cloro residual

P25: Pregunta referida a las características del agua consumida

P26: Pregunta referida al análisis bacteriológico

P27: Pregunta referida a la supervisión de la calidad de agua

El indicador calidad se califica de acuerdo a los siguientes puntajes:

- 4 puntos: bueno
- 3 puntos: regular
- 2 puntos: malo
- 1 punto: muy malo



e. Estado de la infraestructura

El Compendio SIRAS 2010, indica que, para determinar el índice de estado de infraestructura, se calcula un promedio de todos los indicadores obtenidos que conformen el sistema de agua potable.

Para el caso del Centro Poblado Mulla Contihueco, se determinará con la siguiente expresión:

$$I.E.I. = \frac{C + LC + R + LAyRD + CD}{5}$$

Donde:

I.E.I: Indicador del estado de infraestructura

C: Indicador de captación

LC: Indicador de línea de conducción

R: Indicador de reservorio

LA: Indicador de línea de aducción

RD: Indicador de red de distribución

CD: Conexiones domiciliarias

3.9.2.2. Determinación de la sostenibilidad de la capacidad actual de gestión del sistema de agua potable

Para determinar la sostenibilidad de la capacidad actual de gestión del sistema, se procesó la información obtenida durante la investigación de campo mediante el Formato N°03 del Compendio SIRAS 2010.

a. Gestión de los servicios

Se evaluaron aspectos de la gestión documental y dirigencial, como los instrumentos de gestión, participación comunitaria, gestión administrativa y económica, capacitaciones e inversiones. Esta información fue recopilada a través de diálogo con el presidente de la JASS como representante del consejo directivo, conformado por los miembros que figuran en la Tabla 18.

Tabla 18

Consejo Directivo de JASS del Centro Poblado Mulla Contihueco (2022-2024)

Nombres y Apellidos	DNI	Cargo	Entrevistado
Miguel, CONDORI AMACHI	1783918	Presidente	X
Antonio, GARCIA MAMANI	45648392	Secretario	
Mario, CAMATICONA LAYME	44461318	Tesorero	
María Concepción, CONDORI CONDORI	1861741	Vocal	
Diana Carolina, MAQUERA PILCO	46534833	Fiscal	
Isidoro, CURASI CONDORI	1837497	Gasfitero	
Agripina, MAMANI CCAÑI	80175412	Promotor de salud	

Nota: Elaboración propia

Figura 19

Entrevista con el presidente de la JASS



Nota: Elaboración propia

El puntaje asignado a cada pregunta realizada es establecido de acuerdo con la Tabla 19.

Tabla 19

Puntajes asignados a cada indicador de sostenibilidad en la gestión del servicio

Pregunta	Elemento/Indicador	Índices (puntaje asignado)			
		4	3	2	1
81	Responsable de administración del servicio de agua	JASS, Junta Administradora	Núcleo ejecutor/Comité	EPS/Municipalidad	Nadie
83	Expediente técnico	JASS	Comunidad/Núcleo ejecutor	EPS/Municipalidad	Nadie / No existe



Pregunta	Elemento/Indicador	Índices (puntaje asignado)			
		4	3	2	1
84	Instrumentos de gestión	Reglamento y estatutos. Libros de actas. Recibos de pago. Padrón de asociados. Libro de caja	Por lo menos 3 de las cinco anteriores	Por lo menos 1 de las cinco anteriores	Ninguno
85	Número de asociados en el padrón	Si es el 100% de usuarios		Si es menor al 100% de usuarios	Ningún usuario
86	Cuota familiar	Existe una cuota familiar		No existe una cuota familiar	
87	Monto de cuota familiar	Mayor a S/. 3.00	Entre S/. 1.10 – S/ 3.00	Entre S/. 0.10 - S/. 1.10	No pagan
88	Porcentaje de usuarios que pagan cuota familiar	90% - 100%	51%- 89%	10%- 50%	0% - 10%
89	Veces que se reúne la junta directiva con los usuarios	Mensual o 3 veces por año	1 o 2 veces por año	Solo cuando es necesario	No se reúnen
90	Tiempo de renovación de Junta Directiva	A los dos años	A los tres años	Al año o más de tres años	No hay junta directiva
91	El modelo de piletta fue escogido por:	Familia o esposa	Esposo	Proyecto	No tienen
92	Número de mujeres que participan en la Directiva del Sistema	Dos mujeres o más		Una mujer	Ninguna
93	Capacitación	Si		Solo charlas	No



Pregunta	Elemento/Indicador	Índices (puntaje asignado)			
		4	3	2	1
94	Cursos recibidos	Limpieza, desinfección y cloración. Operación y reparación del sistema. Manejo Administrativo.	Solo dos de los tres temas anteriores.	Solo uno de los tres temas anteriores.	Ningún tema
95	Nuevas inversiones	Sí se realizaron nuevas inversiones			No se realizaron nuevas inversiones

Fuente: Compendio SIRAS (2010)

Se realiza una sumatoria de las preguntas del 81 al 95 y su puntaje se determinó de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Puntaje\ del\ factor\ Gestión = \frac{P81 + \sum\ de\ P83\ al\ P95}{14}$$

Donde:

Pn: Pregunta “n” del Compendio SIRAS 2010

b. Operación y mantenimiento

Se evaluó la capacidad de operación y mantenimiento; en base a si la comunidad posee un plan de mantenimiento, si los usuarios participan de este plan, periodicidad de desinfección y limpieza del sistema, presencia de un gasfitero, prácticas de conservación de agua y existencia de herramientas necesarias.



El puntaje asignado a cada pregunta es asignado de acuerdo con la

Tabla 20.

Tabla 20

Puntajes asignados a cada indicador de sostenibilidad de la operación y mantenimiento

Pregunta	Elemento/Indicador	Índices (puntaje asignado)				
		4	3	2	1	
97	Plan de mantenimiento	Sí, y se cumple	Sí, se cumple a veces	Sí, pero no se cumple	No existe	
98	Participación de los usuarios en dicho plan	Si	Solo la Junta	A veces	No	
99	Periodicidad de limpieza y desinfección	4 o más veces por año	3 veces por año	1 o 2 veces por año	No se hace	
100	Cloración del agua	Entre 15 y 30 días	Cada 3 meses	Más de 3 meses	Nunca	
101	Prácticas para conservar las fuentes de agua	Conservación de la vegetación natural	Zanjas de infiltración y forestación		No existe	
102	Encargado de los servicios gasfitería	de los de	Gasfitero/operador	Directivos	Usuarios	Nadie
103	Remuneración de servicios gasfitería	de	Si			no
104	Herramientas para operación y mantenimiento	para y	Si	Algunas	Son del gasfitero	No

Fuente: Compendio SIRAS (2010)

Se realiza una sumatoria de las preguntas del 97 al 104, cuyo puntaje se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Puntaje } O \text{ y } M = \sum \frac{\text{de } P97 \text{ al } P104}{8}$$

3.9.2.3. Determinación de la sostenibilidad de la provisión del servicio de agua potable

a. Análisis del comportamiento familiar frente al servicio prestado

El Compendio SIRAS (2010) indica que para conocer acerca de la realidad actual de los usuarios en cuanto a educación sanitaria, se debe realizar una encuesta a cada núcleo familiar elegido por conveniencia, mediante el Formato N°02, de dicho compendio. Para este fin, se realizaron encuestas a 48 familias del centro poblado Mulla Contihueco.

Este formato, está compuesto por veinte preguntas que han sido previamente validadas por CARE-PERÚ, a través del Proyecto PROPILAS.

Figura 20

Entrevista a los pobladores de la zona de estudio



Nota: Elaboración propia

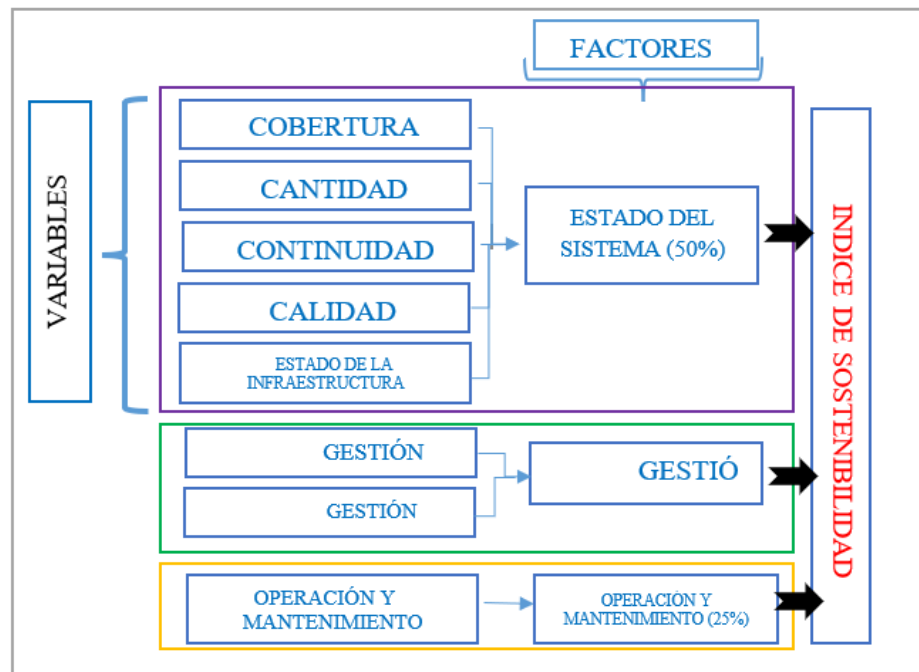
b. Determinación del índice de sostenibilidad

Para determinar el cálculo del índice de sostenibilidad del sistema, se evaluaron los tres factores que contempla el Compendio SIRAS 2010, cuyo Formato N°01 y Formato N°03, permitieron recabar la información pertinente.

El índice de sostenibilidad se obtiene a partir de la Figura 21.

Figura 21

Índice de sostenibilidad



Fuente: Compendio SIRAS (2010)

Para determinar el índice de sostenibilidad, se utilizó la siguiente fórmula, como indica el Compendio SIRAS 2010:

$$\text{ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD} = \frac{(ES * 2) + G + OyM}{4}$$



3.9.2.4. Propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable y para la gestión y administración sostenible del servicio

a. Mejoramiento del sistema de agua potable

- **Dimensionamiento del sistema de agua potable.** Para lograr este propósito, se llevó a cabo un recorrido por todo el centro poblado de Mulla Contihueco, ubicado en el distrito de Ilave, con el fin de establecer los límites exactos de la zona bajo estudio.

En colaboración con el presidente de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento, se solicitó el padrón de habitantes para determinar el número de personas que viven en el área de estudio, así como los planos del sistema de agua potable actual.

- **Estimación de la población futura.** Utilizando la información recopilada, se llevó a cabo la estimación de la población para un período de 20 años, abarcando desde 2022 hasta 2042. Esta proyección se basó en datos demográficos obtenidos de los censos realizados en los años 2007 y 2017 para el área en análisis, lo cual resulta crucial para el diseño del sistema hidráulico.

Tomando en cuenta estos aspectos, se llevó a cabo una estimación hacia el año 2042 utilizando el enfoque aritmético recomendado por la "Norma Técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural" (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018). Este método supone que el crecimiento



de la población es uniforme, o comparable a una progresión lineal, expresada mediante la siguiente fórmula:

$$P_f = P_a * \left(1 + r * \frac{n}{1000}\right)$$

Donde:

P_f : Población futura

P_a : Población actual

r : Tasa de crecimiento

n : Período de diseño

Además, a fin de obtener una estimación adecuada de la población, en caso de que la tasa de crecimiento anual sea nula ($r = 0$), se empleará una población de diseño equivalente a la actual. Si no se dispone de una tasa de crecimiento específica para la región estudiada, se podrá utilizar la tasa de crecimiento de otra población con características similares, o bien, la tasa de crecimiento del distrito rural.

- **Dotación de agua.** Con el propósito de calcular la dotación media de agua necesaria en la zona bajo estudio, se establecieron el caudal medio, el caudal máximo diario y el caudal máximo horario, factores que influyen en el consumo de agua y necesarios para el diseño de los componentes hidráulicos del sistema de abastecimiento de agua.

- **Caudal medio diario**

$$Qp = \frac{P_f * D_f}{86400}$$



Donde:

Q_p : Caudal medio diario u promedio en l/s

P_f : Población futura en hab.

D_f : Dotación futura en l/hab./día

- **Caudal máximo diario**

$$Q_{md} = K1 * Q_p$$

Donde:

Q_{md} : Caudal máximo diario l/s

$K1$: Coeficiente de caudal máximo diario (1.3)

Q_p : Caudal promedio en l/s

- **Caudal máximo horario**

$$Q_{mh} = K2 * Q_p$$

Donde:

Q_{mh} : Caudal máximo horario l/s

$K2$: Coeficiente de caudal máximo horario (2.0)

Q_p : Caudal promedio en l/s

- **Diseño hidráulico.** El diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua para el centro poblado de Mulla Contihueco, se basó en la "Norma Técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural" (RM. N° 192-VIVIENDA, 2018). A su vez, utilizando el software WaterCAD, se llevó a cabo una simulación hidráulica, siguiendo un procedimiento que incluyó la



construcción del dibujo en AutoCAD, el ingreso de información como tipo de tubería y demanda, y la ejecución de la simulación. El objetivo fue verificar si el sistema proporcionaría un abastecimiento adecuado de agua a todas las viviendas del centro poblado, así como garantizar que se cumplieran las presiones requeridas en cada tramo de la red.

El proceso inició con el diseño hidráulico conforme a las directrices establecidas, seguido por la simulación con WaterCAD, basado en un previo cálculo realizado. Se procedió a configurar la información pertinente, como el tipo de tubería, velocidades, caudales y demandas, utilizando el software AutoCAD para la construcción del dibujo y luego importándolo a WaterCAD. La ejecución de la simulación permitió evaluar si el sistema era capaz de satisfacer las necesidades de agua de todas las viviendas del centro poblado, así como verificar la adecuada presión en cada parte de la red, asegurando así su eficacia y funcionalidad.

b. Propuesta de creación de la UGM

- **Antecedentes.** La gestión administrativa y comercial de los servicios de saneamiento está a cargo de la Municipalidad Provincial de El Collao, a través del Área Técnica Municipal, denominada Oficina de Área Técnica Municipal de Agua Potable y los Servicios en Saneamiento Rural, creada mediante la Ordenanza Municipal N°025-2015-CMPCI, el 29 de noviembre del 2015 hasta la fecha, designada como “el área encargada de promover la formación de las organizaciones comunales prestadoras de servicios de saneamiento



(JASS, Comités u otras formas de organización), así como de supervisarlas, fiscalizarlas y brindarles asistencia técnica para asegurar la sostenibilidad de los servicios de agua y saneamiento.

En lo que respecta a la gestión administrativa del servicio de saneamiento, el Área Técnica Municipal ha delegado todas sus responsabilidades a las Juntas Administrativas de Servicios de Saneamiento.

Por lo tanto, actualmente la Junta Administrativa de Servicios de Saneamiento (JASS) del centro poblado de Mulla Contihueco carece de herramientas adecuadas para la gestión, así como de recursos básicos para operación y mantenimiento.

Administrativamente, carecen de varias herramientas, entre las principales: Presupuesto Operativo Anual, ROF, MOF, CAP, Plan de Trabajo, Manual de Operación y Mantenimiento, Manual de Procesos y Procedimientos, Estructura de Costos para calcular tarifas.

Los usuarios del sistema de agua potable del centro poblado de Mulla Contihueco, refieren que, debido a la ausencia de autoridades, no suelen presentar reclamos, siendo ellos mismos quienes buscan soluciones cuando no cuentan con agua potable.

Asimismo, en la gran mayoría de centros poblados y comunidades del distrito de Ilave, no se paga cuota familiar, siendo este el caso del centro poblado de Mulla Contihueco, donde hasta la fecha nunca se ha pagado por este servicio. (DATASS, 2018)

- **Productos y actividades propuestas.** De acuerdo a los objetivos que se pretenden lograr con la propuesta de implementación, así como las estrategias que se utilizarán para cada objetivo, se plantean los siguientes productos necesarios y las actividades esperadas una vez aplicada. Para una mejor comprensión, se incluye la siguiente tabla que resume estos aspectos.

Tabla 21

Productos y actividades de la propuesta de implementación

Medios	Alternativas de Intervención seleccionadas para la implementación	Productos para la implementación	Actividades para la implementación
Fortalecimiento de la institucionalidad de los prestadores	Establecer e implementar estándares de la calidad en la gestión de los prestadores. Supervisión y fiscalización de los prestadores.	1. Ordenanza de la creación de la Unidad de Gestión Municipal. 2. Ordenanza que incorpora la Unidad de Gestión Municipal al ROF. 3. Ordenanza que incorpora en el CAP al personal de la Unidad de Gestión Municipal. 4. Plan Operativo de la Unidad de Gestión Municipal.	1.1. Convocar a sesión de consejo para aprobar la creación de la UGM. 2.1. Convocar a sesión de consejo para aprobar la modificación de ROF incorporando a la UGM. 3.1. Convocar a sesión de consejo para la aprobación de la incorporación en el CAP del personal de la Unidad de Gestión. 4.1. Contratación de una consultoría para la elaboración del POI de la UGM y sus indicadores.



Medios	Alternativas de Intervención seleccionadas para la implementación	Productos para la implementación	Actividades para la implementación
Fortalecimiento de capacidades de los prestadores	Programa de Capacitación y asistencia técnica a la Unidad de Gestión Municipal	5. Plan de capacitación y Asistencia Técnica para la Unidad de Gestión Municipal	5.1. Solicitud de Asistencia Técnica a la SUNASS. 5.2. Elaboración de un plan de fortalecimiento de capacidades de los servidores de la UGM.
Asegurar la sostenibilidad financiera de los prestadores	Regulación económica de los servicios de saneamiento Supervisión y fiscalización a los prestadores	6. Informe técnico para determinar la cuota familiar para el servicio de agua 7. Reglamento del Uso de Agua, Manuales de determinación de Deuda y Cobranza Manual de Prestación del Servicio y Manual de Sistema de Reclamos	7.1. Elaboración de un reglamento y manuales 8.1. Programación de campañas de difusión, orientación y sensibilización sobre el uso de agua e implementación de la nueva cuota familiar

Nota: Programa Nacional de Saneamiento Urbano (Ministerio de Vivienda, 2019)



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADO DE SOSTENIBILIDAD DEL ESTADO OPERATIVO ACTUAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

4.1.1. Cobertura

Para el Centro Poblado Mulla Contihueco, ubicado en una altitud de 3850 m.s.n.m., corresponde una dotación de 50 litros por habitante por día de acuerdo a la Tabla 16 establecida en el Compendio SIRAS, entonces:

Para el sistema de abastecimiento de agua del Sector 1:

$$N^{\circ} \text{ de personas atendibles} = \frac{P17 * 86,400}{D}$$

$$N^{\circ} \text{ de personas atendibles} = \frac{0.13 * 86,400}{50}$$

$$N^{\circ} \text{ de personas atendibles} = 224.64$$

Por otro lado;

$$N^{\circ} \text{ de personas atendidas} = P16 * P9$$

$$N^{\circ} \text{ de personas atendidas} = 125 * 1.66$$

$$N^{\circ} \text{ de personas atendidas} = 207.5$$

Entonces;

$$\text{Indicador de cobertura} = \frac{\text{Personas atendibles}}{\text{Personas atendidas}}$$

$$\text{Indicador de cobertura} = \frac{224.64}{207.5}$$

$$\text{Indicador de cobertura} = 1.08$$

Y, para el sistema de abastecimiento de agua del Sector 2:

$$N^{\circ} \text{ de personas atendibles} = \frac{P17 * 86,400}{D}$$

$$N^{\circ} \text{ de personas atendibles} = \frac{0.12 * 86,400}{50}$$

$$N^{\circ} \text{ de personas atendibles} = 207.36$$

Por otro lado;

$$N^{\circ} \text{ de personas atendidas} = P16 * P9$$

$$N^{\circ} \text{ de personas atendidas} = 33 * 1.66$$

$$N^{\circ} \text{ de personas atendidas} = 54.78$$

Finalmente;

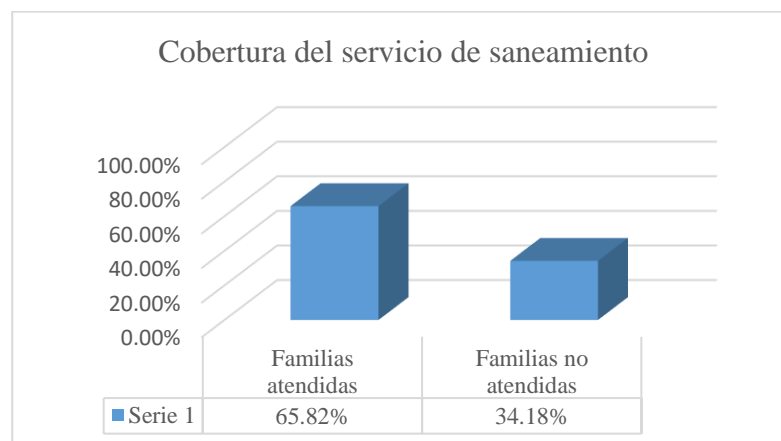
$$\text{Indicador de cobertura} = \frac{\text{Personas atendibles}}{\text{Personas atendidas}}$$

$$\text{Indicador de cobertura} = \frac{207.36}{54.78}$$

$$\text{Indicador de cobertura} = 3.78$$

Figura 22

Cobertura del servicio de saneamiento en porcentaje de familias atendidas y no atendidas





De acuerdo con el gráfico presentado, de la totalidad de la población del Centro Poblado Mulla Contihueco (158 familias); solo 104 familias cuentan conexión domiciliaria, lo que corresponde al 65.82% del total.

Actualmente, de acuerdo al Compendio SIRAS, el sistema de abastecimiento de agua para el Sector 1 puede satisfacer a una población de 224 habitantes, cuando en realidad en el sector al que abastece este sistema debería abastecer a un promedio de 207 habitantes, según el promedio de habitantes calculados entre el número de viviendas, lo que da como resultado un indicador de cobertura de 1.08, correspondiente a un índice bueno, con un puntaje de 4. Por otro lado, el sistema de abastecimiento de agua del Sector 2 puede satisfacer a una población de 207 habitantes, y en el sector de abastecimiento se encontrarían 54 habitantes, lo que da como resultado un indicador de cobertura de 3.78, correspondiente a un índice bueno con un puntaje de 4. El promedio de ambos puntajes es de 4.

4.1.2. Cantidad

Entonces, para el sistema de abastecimiento del Sector 1;

$$V_o = 0.13 * 86,400$$

$$V_o = 11,232 \text{ l/día}$$

Asimismo, para el sistema de abastecimiento del Sector 2;

$$V_o = 0.12 * 86,400$$

$$V_o = 10,368 \text{ l/día}$$

Entonces, para el sistema de abastecimiento del Sector 1;

$$V_d = 125 * 1.66 * 50 * 1.3$$

$$Vd = 13,591.25 \text{ l/día}$$

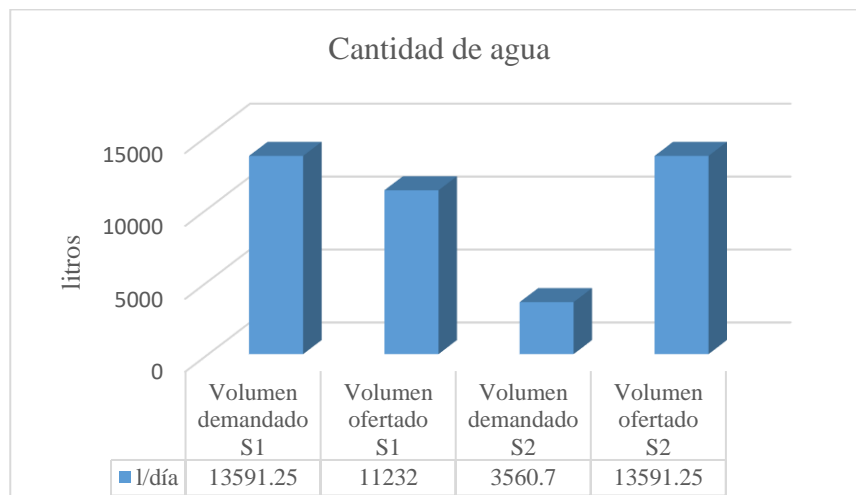
Asimismo, para el sistema de abastecimiento del Sector 2;

$$Vd = 33 * 1.66 * 50 * 1.3$$

$$Vd = 3,560.7 \text{ l/día}$$

Figura 23

Cantidad de agua en volumen de litros demandados por día y volumen oferta



Como se aprecia en la Figura 23 y de acuerdo a los calculado, el volumen demandado para el Sector 1 es de 13,591.25 l/día, y el volumen ofertado, de 11,232 l/día; por tanto, el volumen demandado es mayor al ofertado, por lo que el indicador de cantidad tiene un índice de malo, con lo que obtiene un puntaje de 2.

4.1.3. Continuidad

La continuidad de los servicios en el centro poblado de Mulla Contihueco, ha sido determinada a través de entrevistas con el presidente de la JASS, asimismo se ha constatado en campo, la continuidad del servicio de agua potable, en las viviendas que cuentan con conexiones domiciliarias.

El centro poblado de Mulla Contihueco, existen dos fuentes que actualmente abastecen a los dos sistemas de agua potable existentes.



- **Fuente 1: Negro Phujo (manantial)**

Posee un caudal de 0.13 litros/segundo en época de estiaje, que no se seca en ninguna estación del año.

Por lo tanto, el índice en la fuente de abastecimiento Negro Phujo, tiene un indicador de regular y se califica como le corresponde un puntaje de 3.

- **Fuente 2: Ciscu Laya Parqui (manantial)**

Posee un caudal de 0.12 litros/segundo en estiaje, el cual a veces se seca durante algunos meses en épocas de sequía.

Por lo que, el índice en la fuente de abastecimiento Ciscu Laya Parqui, tiene un indicador de continuidad de malo, por lo que le corresponde un puntaje de 2.

El promedio de ambos puntajes obtenidos de ambas fuentes de abastecimiento será de 2.5.

Además, en los últimos doce meses, una parte de los usuarios informaron que el servicio es constante. Sin embargo, que, en épocas de sequía, el servicio podía estar interrumpido por varios días, entonces le corresponde un puntaje de 3.

Por tanto, el promedio de ambos puntajes obtenidos es el cálculo final para la variable continuidad, lo que corresponde a un puntaje de 2.75.

4.1.4. Calidad

La calidad del agua se ha verificado a través de la consulta al presidente de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento, tal como recomienda la



metodología SIRAS. Para ello se ha verificado criterios como claridad, color y olor.

Según la información recopilada, no cloran el agua, lo que corresponde a un puntaje de 1; por otro lado, el agua que consumen es clara, lo que corresponde un puntaje de 4 puntos; además, no se realizaron análisis bacteriológicos en los últimos doce meses, lo que corresponde un puntaje de 1 punto, y finalmente la calidad de agua es supervisada por la JASS, lo que corresponde un puntaje de 4 puntos.

Por lo que, el promedio de los puntajes obtenidos será el cálculo final para la variable calidad, lo que da finalmente un puntaje de 2.

4.1.5. Estado de la infraestructura

4.1.5.1. Captación

De acuerdo con la información obtenida en campo, el sistema posee dos captaciones, ambas están construidas artesanalmente, sin ningún cerco perimétrico.

Tabla 22

Caudales en las fuentes de agua identificadas

Tipo de fuente	Nombre de la captación	Coordenadas UTM		Altura (m.s.n.m.)	Caudal determinado (l/s)
		Este	Norte		
Manantial	Negro Phujo	440810.88	8211883.34	3880.00	0.13
Manantial	Ciscu Laya Parqui	441125	8211090.00	3913.00	0.12

Nota: Elaboración propia



La metodología SIRAS 2010, indica que el puntaje asignado a este indicador será el promedio del puntaje obtenido en la evaluación del cerco perimétrico y el estado de la infraestructura de cada captación.

El puntaje que obtenga cada captación será de 4 puntos, si esta posee cerco perimétrico en buen estado, de 3 puntos, si posee cerco perimétrico en mal estado, y de 1 punto si no tiene cerco perimétrico.

Por lo tanto, el puntaje asignado para la captación Negro Phujo, es de 1; asimismo, el puntaje asignado para la captación Ciscu Laya Parqui, es de 1; el promedio de ambos nos resulta un puntaje de 1.

El puntaje asignado al estado de la infraestructura será el promedio obtenido de evaluar el estado de las válvulas, estado de cada tapa sanitaria, la estructura, y los accesorios tales como canastilla, tubería de limpia y rebose y dado de protección. Se le asignará un puntaje de 4, si está en buenas condiciones; 3, si está en condiciones regulares; 2 si se encuentra en malas condiciones, y de 1, si es que no tiene.

Por lo tanto, el puntaje obtenido para la captación Negro Phujo, es de 1.5; y el puntaje obtenido para la captación Ciscu Laya Parqui es de 1.25. El promedio de ambos: 1.375 puntos.

Finalmente, el puntaje asignado para el indicador de captación será el promedio del cerco perimétrico y el estado de la infraestructura; entonces el promedio de 1 y 1.375, da como resultado un puntaje de 1.18.

Figura 24

Captación Negro Phujo



Nota: Elaboración propia

Figura 25

Captación Ciscu Laya Parqui



Nota: Elaboración propia

4.1.5.2. Línea de conducción

El estado de la tubería de conducción se encuentra enterrada de forma parcial, por lo que se le asigna un puntaje de 3; además, si tiene

pases aéreos en condiciones regulares, por lo que se le asigna un puntaje de 3 puntos. El promedio de ambos puntajes, y por tanto el indicador de línea de conducción, será de 3 puntos. La longitud total de tubería es de 1,049.15 ml.

Figura 26

Pase aéreo



Nota: Elaboración propia

4.1.5.3. Reservorio

El sistema de agua potable del Centro Poblado Mulla Contihueco, está conformado por dos sistemas de agua potable, con un reservorio de 12 m³ cada uno. El reservorio del Sector 1, no tiene cerco perimétrico, por lo que, de acuerdo con la metodología SIRAS, le corresponde un puntaje de 1. De igual manera, el reservorio del Sector 2, no tiene cerco

perimétrico, por lo que le corresponde igualmente un puntaje de 1. Las coordenadas y altura a la que se encuentran, se describen en las Tablas 13 y 14.

Figura 27

Reservorio del Sector 1



Nota: Elaboración propia

Figura 28

Tapa sanitaria del reservorio del Sector 1



Nota: Elaboración propia

Figura 29

Caseta de válvulas del reservorio del Sector 1



Nota: Elaboración propia

Las condiciones en las que se encuentra la estructura, es la siguiente:

Tabla 23

Puntajes obtenidos en el Reservorio N°1

Descripción	Estado actual	Puntaje
Tapa sanitaria 1	Tapa de concreto, en mal estado, y no tiene seguro.	1.5
Tapa sanitaria 2	Tapa de concreto, en mal estado, y no tiene seguro.	1.5
Reservorio/ Tanque de almacenamiento	Construcción antigua, presenta fisuras en muros.	3
Caja de válvulas	Sí tiene, en estado malo pues se observan fugas.	2
Canastilla	No tiene.	1
Tubería de limpia y rebose	Si tiene, presenta fugas.	2

Descripción	Estado actual	Puntaje
Tuvo de ventilación	Si tiene, en regular estado.	3
Hipoclorador	No tiene.	1
Válvula flotadora	No tiene.	1
Válvula de entrada	Si tiene.	2
Válvula de salida	Si tiene.	2
Válvula de desagüe	Si tiene.	2
Nivel estático	No tiene.	1
Dado de protección	No tiene.	1
Cloración por goteo	No tiene.	1
Grifo de enjuague	No tiene.	1

Nota: Elaboración propia

Por lo tanto, el promedio de todos los puntajes obtenidos para el reservorio N°1, será: 1.63 puntos.

Figura 30

Reservorio del Sector 2



Nota: Elaboración propia

Figura 31

Tapa sanitaria del reservorio del Sector 2



Nota: Elaboración propia

Figura 32

Caseta de válvulas del reservorio del Sector 2



Nota: Elaboración propia

Las condiciones en las que se encuentra la estructura es la siguiente:



Tabla 24

Puntajes obtenidos en el Reservorio N° 2

Descripción	Estado actual	Puntaje
Tapa sanitaria 1	Tapa de metal, de regular estado y sí tiene seguro.	3.5
Tapa sanitaria 2	Tapa de metal, de regular estado y sí tiene seguro.	3.5
Reservorio/ Tanque de almacenamiento	Construcción antigua, presenta fisuras en muros.	3
Caja de válvulas	Sí tiene, en estado malo pues se observan fugas.	2
Canastilla	No tiene	1
Tubería de limpia y rebose	Si tiene, presenta fugas.	2
Tuvo de ventilación	Si tiene, en regular estado.	3
Hipoclorador	No tiene.	1
Válvula flotadora	No tiene.	1
Válvula de entrada	Si tiene.	2
Válvula de salida	Si tiene.	2
Válvula de desagüe	Si tiene.	2
Nivel estático	No tiene.	1
Dado de protección	No tiene.	1
Cloración por goteo	No tiene.	1
Grifo de enjuague	No tiene.	1

Nota: Elaboración propia



Por lo tanto, el promedio de todos los puntajes obtenidos para el reservorio N°2, será: 1.76 puntos.

Finalmente, el indicador de reservorio es el promedio de los puntajes obtenidos para cada reservorio, por lo que da como resultado 1.695 puntos.

4.1.5.4. Red de distribución

La red de distribución del sistema de agua potable del centro poblado de Mulla Contihueco, comprende tuberías que se encuentran completamente cubiertas, por lo que, según la metodología SIRAS, le corresponde un puntaje de 4 puntos.

Esta red de distribución, tiene un total de 3833.8 metros lineales de tendido de tubería, y transporta el agua desde los reservorios ubicados a 3890 m.s.n.m., hasta el punto más bajo del sistema, que está ubicado en la cota 3821 m.s.n.m.

Asimismo, también hay un cruce aéreo, el cual se encuentra en estado regular, por lo que le corresponde un puntaje de 3 puntos.

Finalmente, el promedio de ambos puntajes es el indicador línea de aducción y red de distribución, siendo así un puntaje de 3.5 puntos.

El punto más bajo de la red de distribución de agua potable, actualmente se encuentra en la cota 3818 m.s.n.m., y los reservorios a 3892.00 m.s.n.m. y 3890.00 m.s.n.m.

4.1.5.4. Conexiones domiciliarias

La muestra para determinar el estado de cada conexión domiciliaria del sistema de agua potable del centro poblado de Mulla Contihueco, será el 15% del total de viviendas con conexión domiciliaria, tal como indica el Compendio SIRAS. El 15% corresponde a 16 conexiones domiciliarias. (SIRAS, 2010)

El diagnostico, permite comprobar que, del total de conexiones domiciliarias, el 100 % no tiene pedestal o estructura; asimismo, el 100%, posee válvula de paso en mal estado y finalmente, el 100% tiene un grifo comprado por la misma familia que en todos los casos tiene fugas de agua.

Por lo cual, según la metodología SIRAS, se le asigna a cada conexión un puntaje de 1.67. Entonces, el indicador de conexiones domiciliarias es el promedio de todos los puntajes obtenidos de todas las viviendas, lo que finalmente da un resultado de 1.67 puntos.

Figura 33

Estado de las conexiones domiciliarias en la zona de estudio



Nota: Elaboración propia

Tabla 25

Resumen de los puntajes obtenidos para determinar el índice del estado operativo del sistema

Indicador	Abreviatura	Puntaje obtenido	
Cobertura	Cob	4	
Cantidad	Can	2	
Continuidad	Con	2.75	
Calidad	Cal	2	
ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA	Captación	C	1.18
	Línea de conducción	LC	3
	Reservorio	R	1.69
	Línea de aducción y red de distribución	LAYRD	3.5
	Conexiones domiciliarias	CD	1.67
	IEI	2.21	

Nota: Elaboración propia

El cálculo final para la quinta variable, se reemplazarán los datos consolidados en la Tabla 25; será entonces:

$$I.E.I. = \frac{C + LC + R + LAYRD + CD}{5}$$

Donde:

C: Indicador del estado de la captación

LC: Indicador del estado de la Línea de Conducción

R: Indicador del estado del Reservorio

LAYRD: Indicador del estado de la Línea de Aducción y Red de Distribución



CD: Indicador del estado de las Conexiones Domiciliarias

IEI: Indicador del estado de infraestructura

$$I.E.I. = \frac{1.18 + 3 + 1.69 + 3.5 + 1.67}{5}$$

$$I.E.I. = 2.21 \text{ puntos}$$

Por último, se aplica la fórmula para calcular el nivel de sostenibilidad del estado operativo del sistema:

$$\text{Índice estado operativo (ES)} = \frac{Cob + Can + Con + Ca + IEI}{5}$$

Donde:

Cob: Indicador de cobertura

Can: Indicador de cantidad

Con: Indicador de continuidad

Cal: Indicador de calidad

IEI: Indicador del estado de infraestructura

$$\text{Índice estado operativo (ES)} = \frac{4 + 2 + 2.75 + 2 + 2.2105}{5}$$

$$\text{Índice estado operativo (ES)} = 2.59 \text{ puntos}$$

4.2. RESULTADO DE SOSTENIBILIDAD DE LA CAPACIDAD ACTUAL DE GESTIÓN DE LA PROVISIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

4.2.1. Gestión de los servicios

Los indicadores del factor gestión de los servicios, se realizó mediante los resultados obtenidos a través del Formato N°03, en el cual,



mediante la información brindada por el presidente de la JASS, se pudo constatar lo siguiente:

- La prestación de los servicios de agua potable, están a cargo de la Junta Administradora de los Servicios de Saneamiento – JASS; tal como lo establece la norma.
- El expediente técnico, planteado por el PRONAMACHS, se encuentra dentro del archivo de la Municipalidad Provincial de El Collao.
- A su vez, la Junta Administradora de servicios de Saneamiento – JASS, del centro poblado de Mulla Contihueco, solo cuenta con el Padrón de Usuarios.
- En el centro poblado de Mulla Contihueco, no se realiza el cobro de la cuota familiar, actualmente el servicio es gratuito para todos los usuarios.
- La participación de las damas en la JASS es proporcionada, y la elección de las piletas domiciliarias fue por parte de cada familia.
- La JASS, no se reúne con los usuarios, salvo en ocasiones especiales donde lo amerite. Por ejemplo, la renovación de la directiva, que es cada dos años.
- Nunca se han dado capacitaciones a los miembros de la Junta Directiva, tampoco charlas, lo cual ha incidido desfavorablemente en el mantenimiento, operación y reparación del sistema.
- Por último, no se han realizado nuevas inversiones para la operación y mantenimiento del sistema, únicamente se tiene asignado un monto de S/. 1500 soles mensuales, para reparaciones e imprevistos.



El resultado final de la valoración realizada a todos los indicadores será el promedio de todos los puntajes obtenidos, los cuales se muestran en la Tabla 26.

Tabla 26

Puntajes obtenidos para el factor gestión de los servicios prestados

Pregunta	Descripción de la respuesta	Puntaje
P81	El responsable de la administración del servicio de agua es la JASS reconocida	4
P82	Pregunta sin puntaje, integrantes del Consejo Directivo	-
P83	El expediente técnico lo tiene la Municipalidad	2
P84	El único documento de gestión que posee la JASS, es el padrón de usuarios	2
P85	Personas con conexión domiciliaria: 104 de 158	2
P86	Actualmente no se paga ningún monto por cuota familiar	1
P87	Pregunta sin puntaje: no se paga cuota familiar	-
P88	Pregunta sin puntaje: no se paga cuota familiar	-
P89	La directiva solo se reúne cuando es necesario	2
P90	Periodo de renovación de la Junta Directiva: 2 años	4
P91	El modelo de piletta de conexión domiciliaria fue escogido por cada familia	4
P92	Más de dos mujeres participan en la Directiva del Sistema	4
P93	No se reciben cursos de capacitación	1
P94	Pregunta sin puntaje: no se han recibido cursos de capacitación	-
P95	Se tiene asignado un monto de S/. 1500 para recuperación y reparaciones	4
Promedio de todos los puntajes		2.73

Nota: Elaboración propia

Por lo tanto, el índice de la gestión de los servicios obtuvo una calificación de 2.73.



Este puntaje nos indica que la gestión del servicio realizado por la JASS es regular.

4.2.2. Operación y mantenimiento

Los indicadores del factor operación y mantenimiento del sistema de agua, se realizó mediante los resultados obtenidos a través del Formato N°03, en el cual, mediante la información brindada por el presidente de la JASS, se pudo constatar lo siguiente:

- No existe un plan de operación y mantenimiento, por lo cual no hay una planificación ni programación de dichas tareas. A causa de ello, los usuarios no participan en estas actividades.
- El mantenimiento del sistema, el que consiste en la limpieza y desinfección de este, no se realiza nunca, a pesar de ser un aspecto fundamental.
- La cloración del sistema no es realizada nunca, por lo cual los usuarios siempre han recibido el agua tal y como se extrae de la fuente de captación.
- No se considera ningún trabajo de protección y conservación de las fuentes de agua.
- La Junta Directiva, contempla dentro de ella, a un gasfitero, sin embargo, no se cuenta con su presencia en ningún evento imprevisto o reparación, siendo los mismos usuarios quienes, de acuerdo con sus necesidades, reparan sus conexiones.



El resultado final de los puntajes asignados a todos los indicadores será el promedio de todos los puntajes obtenidos, los cuales se muestran en la Tabla 27:

Tabla 27

Puntajes obtenidos para el factor operación y mantenimiento del sistema

Pregunta	Descripción de la respuesta	Puntaje
P97	Actualmente no existe un plan de mantenimiento para el centro poblado de Mulla Contihueco	1
P98	Pregunta sin respuesta: no se realiza mantenimiento	-
P99	No se realiza limpieza de los componentes del sistema de agua potable del centro poblado	1
P100	No se realiza la cloración del agua	1
P101	No tienen prácticas de conservación de las fuentes de agua	1
P102	Cuando se requieren reparaciones en las conexiones domiciliarias, son los usuarios quienes se encargan de resolver sus propias necesidades	2
P103	El servicio de gasfitería no es remunerado	1
P104	No se cuentan con herramientas para la operación y mantenimiento	1
Promedio de todos los puntajes		1.14

Nota: Elaborado por el equipo de trabajo

Por lo tanto, el índice de la operación y mantenimiento obtuvo una calificación de 1.14.

Este puntaje nos indica que la operación y mantenimiento realizados por la JASS, se encuentra colapsado.

Figura 34

Interior del reservorio del Sector 1



Nota: Elaboración propia

4.3. RESULTADO DE SOSTENIBILIDAD DEL SERVICIO DE AGUA DEL CENTRO POBLADO MULLA CONTIHUECO

4.3.1. Resultado de las encuestas de comportamiento familiar

Se realizaron encuestas a 48 usuarios, en base al Formato N°02, del Compendio SIRAS 2010. Esta información se adjunta de forma adicional para conocer el comportamiento familiar actual, en el que se realizaron preguntas referentes a saneamiento rural, las cuales arrojaron los siguientes resultados:

Figura 35

Pregunta número 60, encuesta del comportamiento familiar

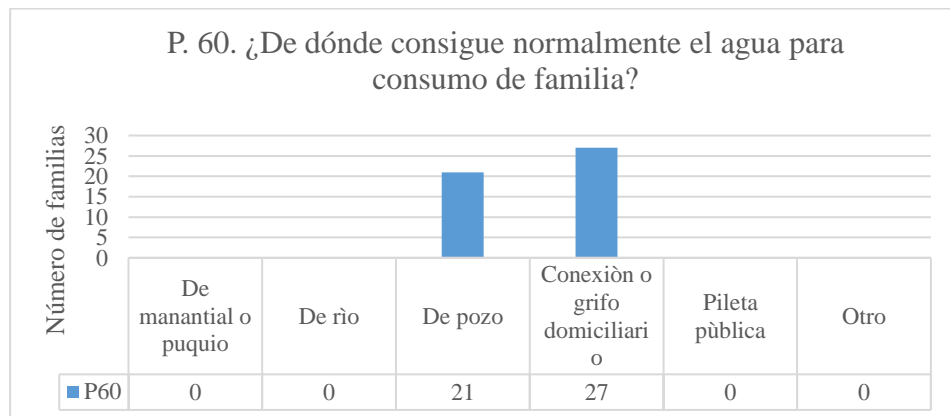


Figura 36

Pregunta número 61, encuesta del comportamiento familiar

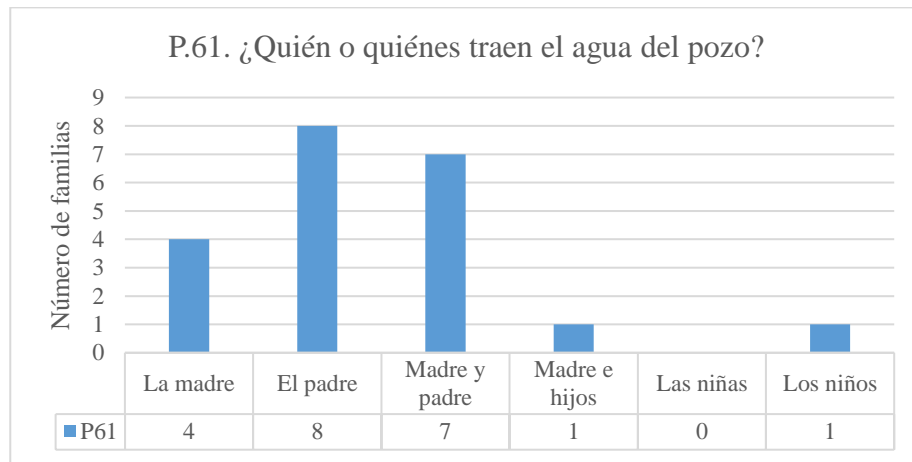


Figura 37

Pregunta número 62, encuesta del comportamiento familiar

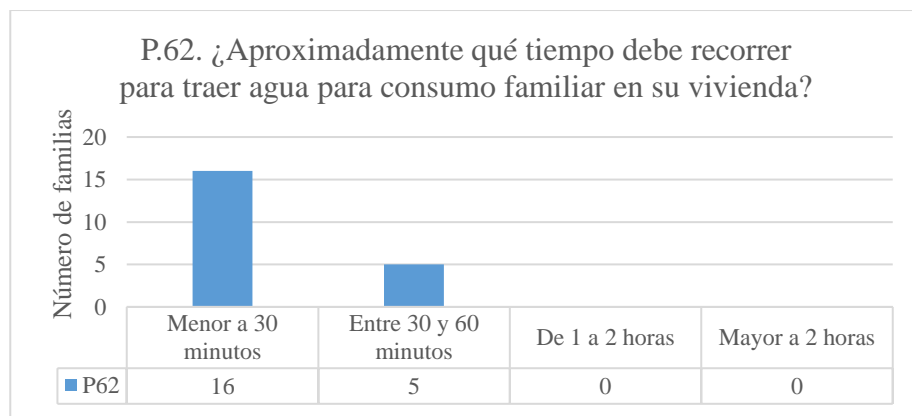


Figura 38

Pregunta número 63, encuesta del comportamiento familiar

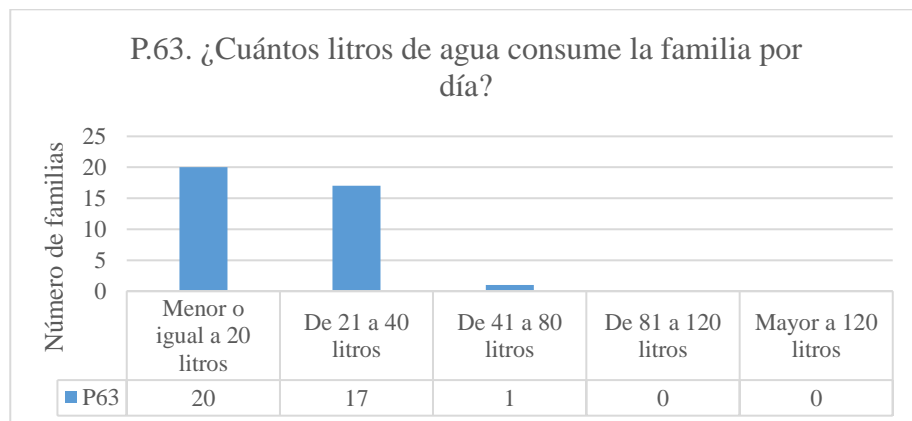


Figura 39

Pregunta número 64, encuesta del comportamiento familiar

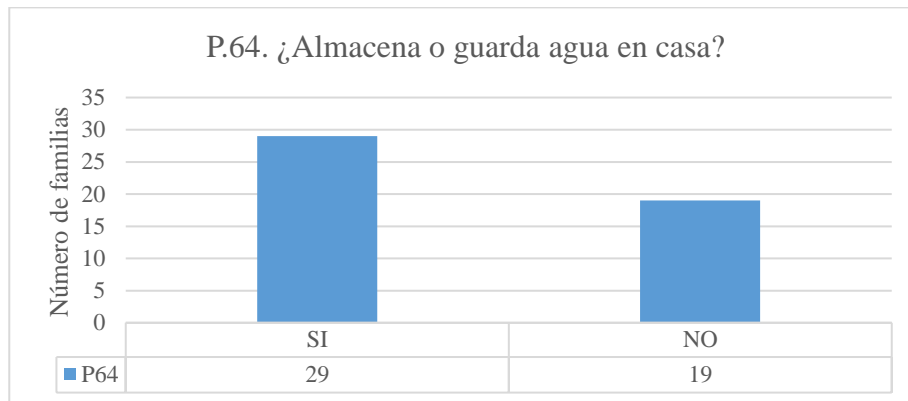


Figura 40

Pregunta número 65, encuesta del comportamiento familiar

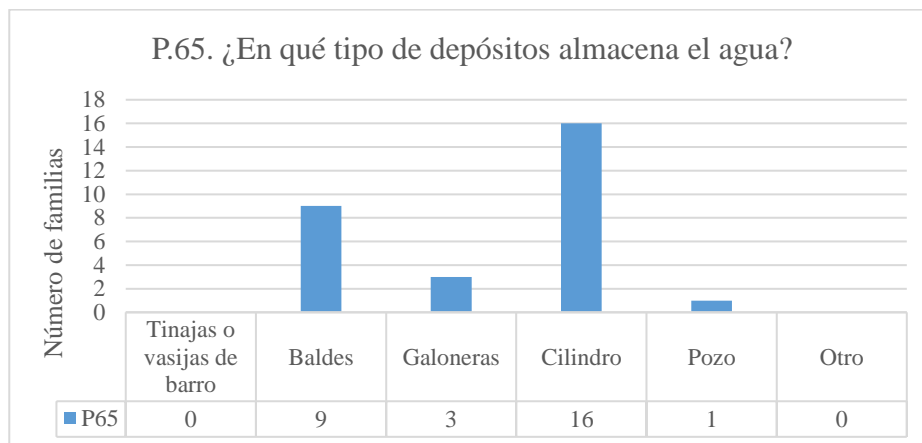


Figura 41

Pregunta número 66, encuesta del comportamiento familiar

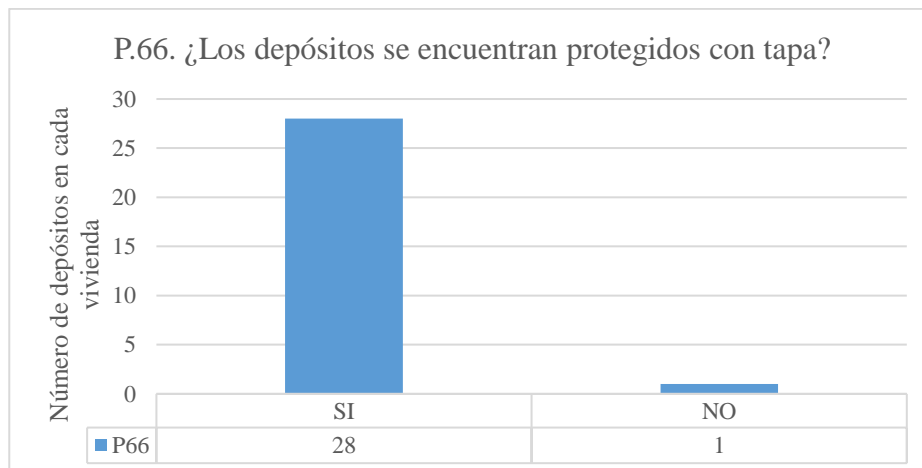


Figura 42

Pregunta número 67, encuesta del comportamiento familiar

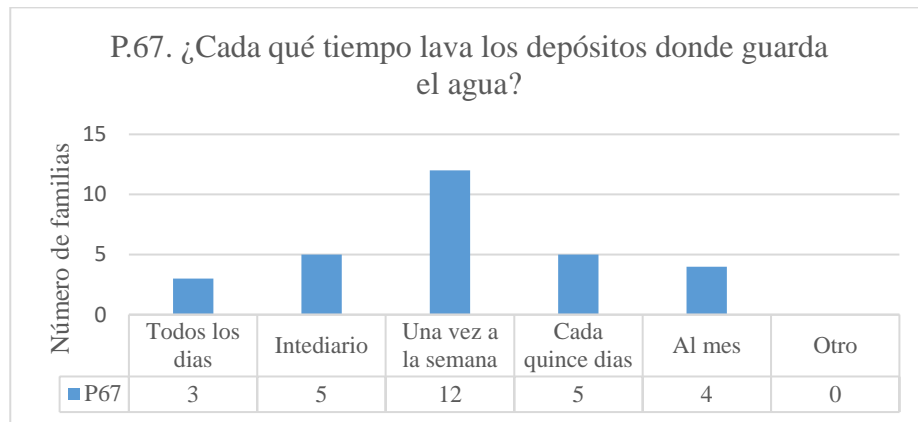


Figura 43

Pregunta número 68, encuesta del comportamiento familiar

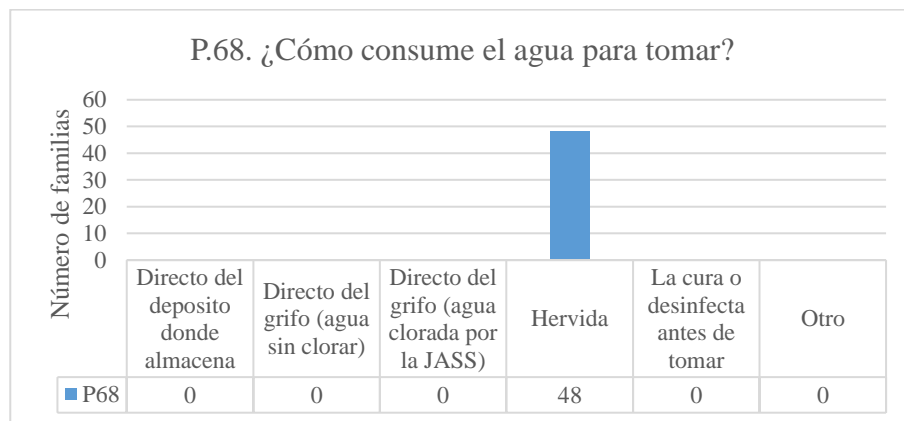


Figura 44

Pregunta número 70, encuesta del comportamiento familiar

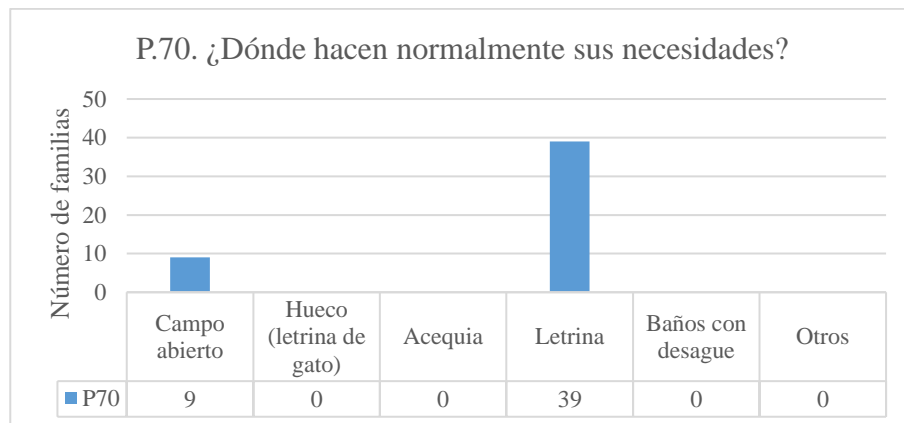


Figura 45

Pregunta número 71, encuesta del comportamiento familiar

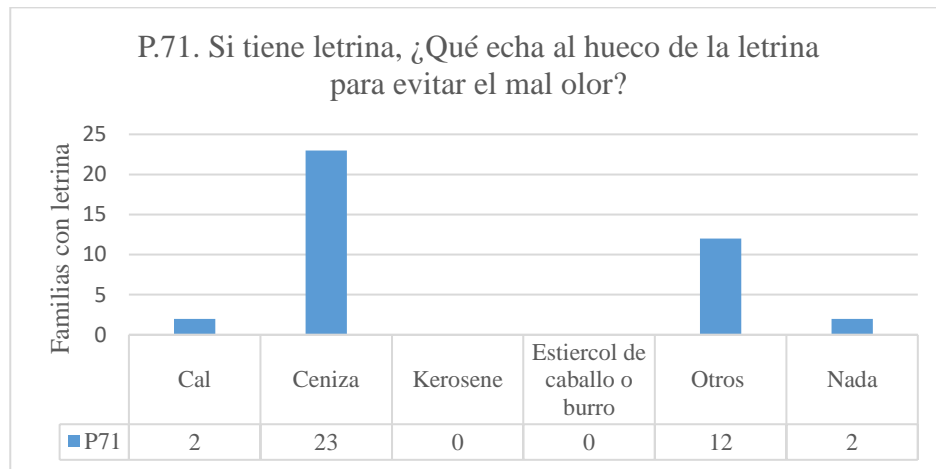


Figura 46

Pregunta número 72, encuesta del comportamiento familiar

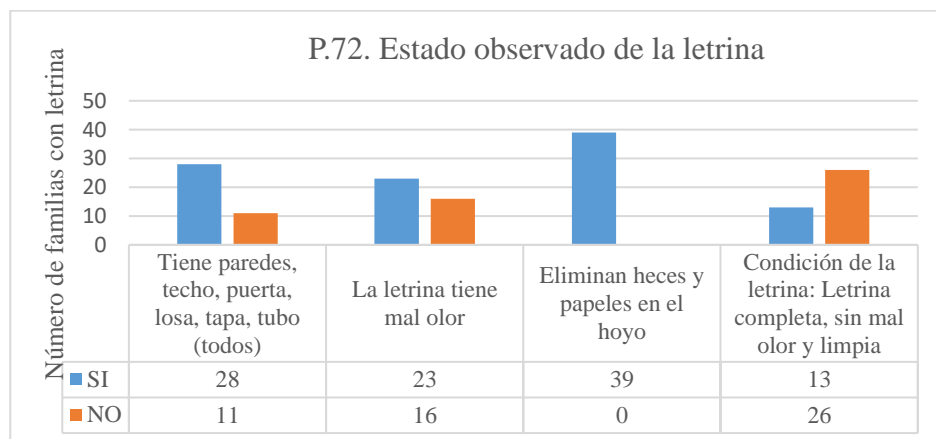


Figura 47

Pregunta número 73, encuesta del comportamiento familiar

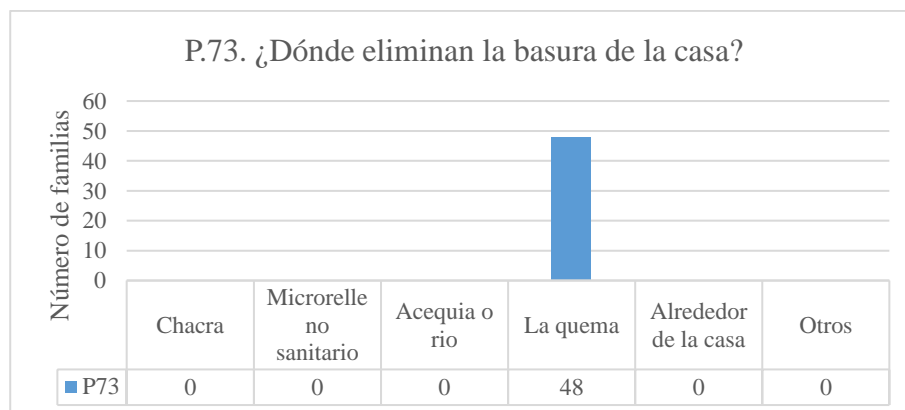


Figura 48

Pregunta número 74, encuesta del comportamiento familiar

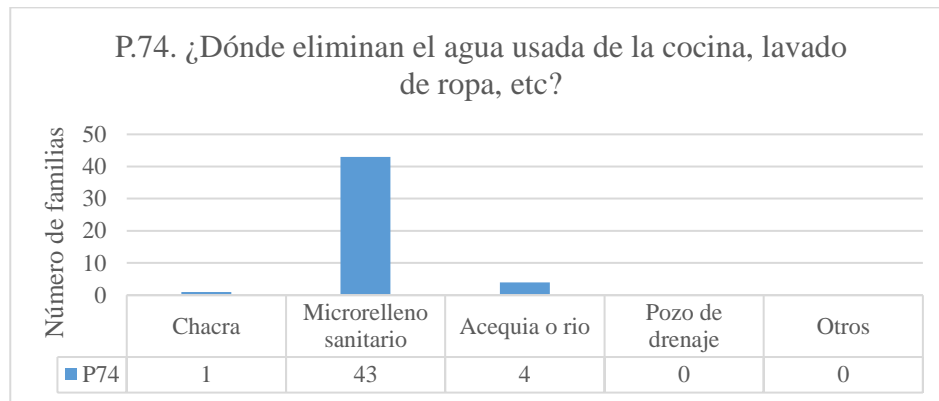


Figura 49

Pregunta número 75, encuesta del comportamiento familiar

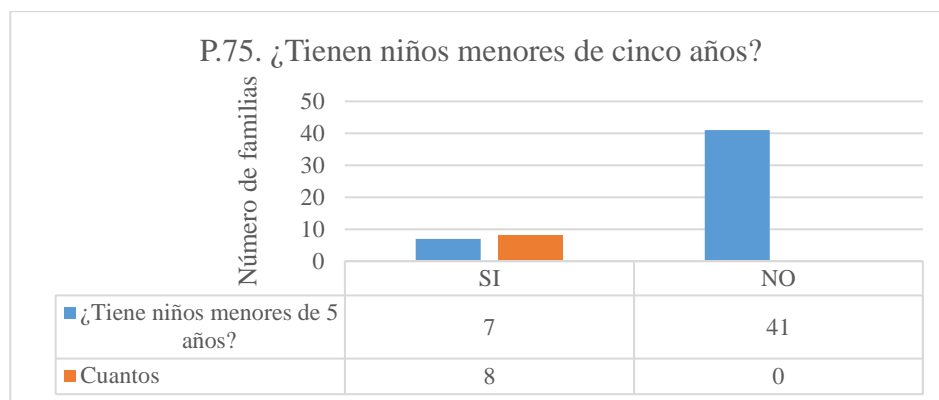


Figura 50

Pregunta número 76, encuesta del comportamiento familiar

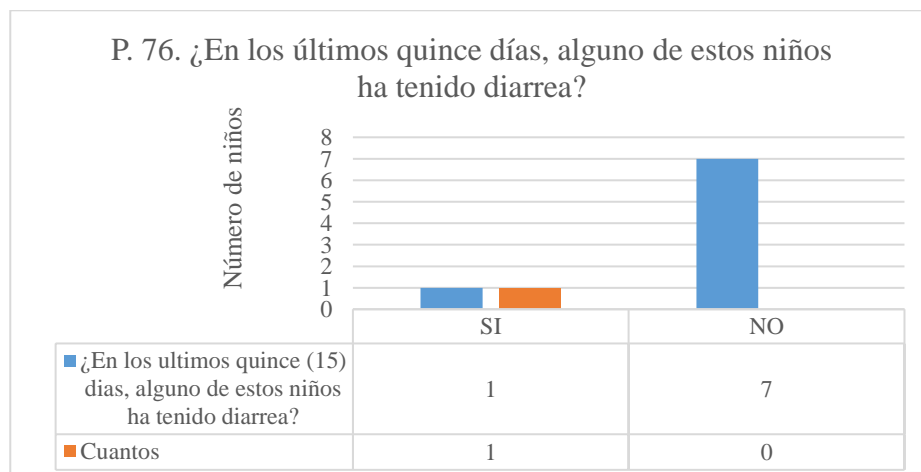


Figura 51

Pregunta número 77, encuesta del comportamiento familiar

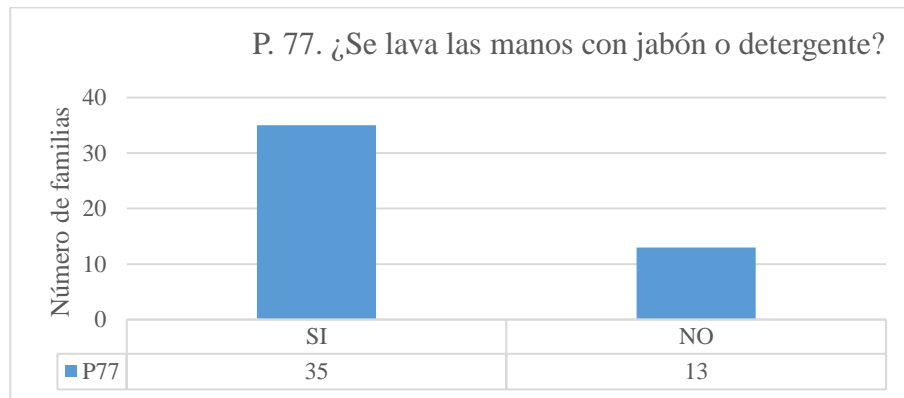


Figura 52

Pregunta número 78, encuesta del comportamiento familiar

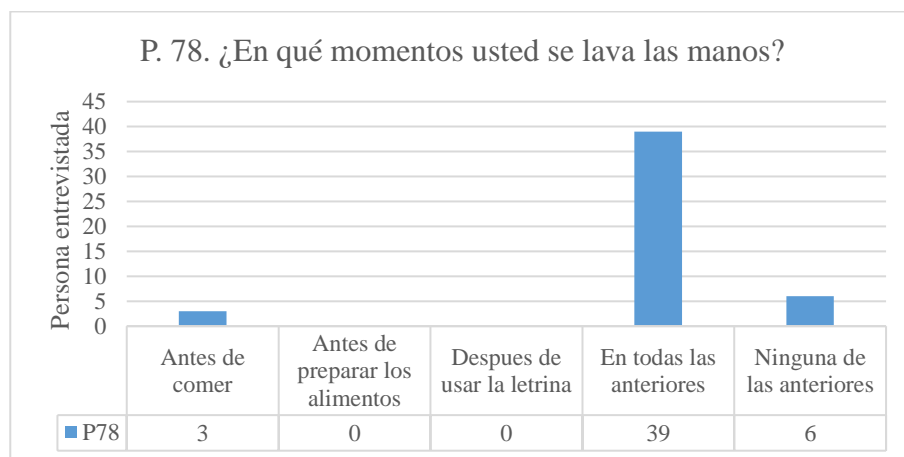
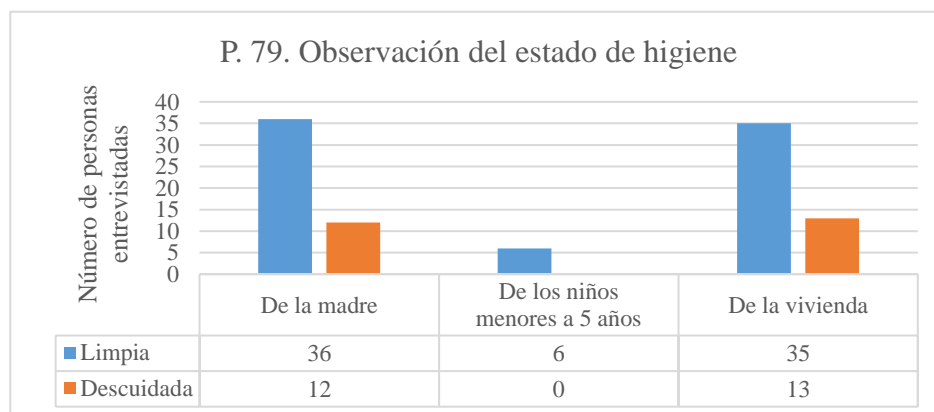


Figura 53

Pregunta número 79, encuesta del comportamiento familiar



4.3.2. Resultado de la sostenibilidad del sistema de agua potable

En base a lo determinado anteriormente, la sostenibilidad de la provisión de los servicios de agua potable, realizado mediante la metodología SIRAS (2010), se calcula a través de los datos consolidados en la siguiente tabla:

Tabla 28

Resumen de los puntajes obtenidos para determinar el índice de sostenibilidad del sistema de agua potable

Factor	Abreviatura	Puntaje obtenido
Estado operativo del sistema	ES	2.59
Gestión del servicio	G	2.73
Operación y mantenimiento del sistema	OyM	1.14

Nota: Elaborado por el equipo de trabajo

Estos datos se procesan en la siguiente fórmula:

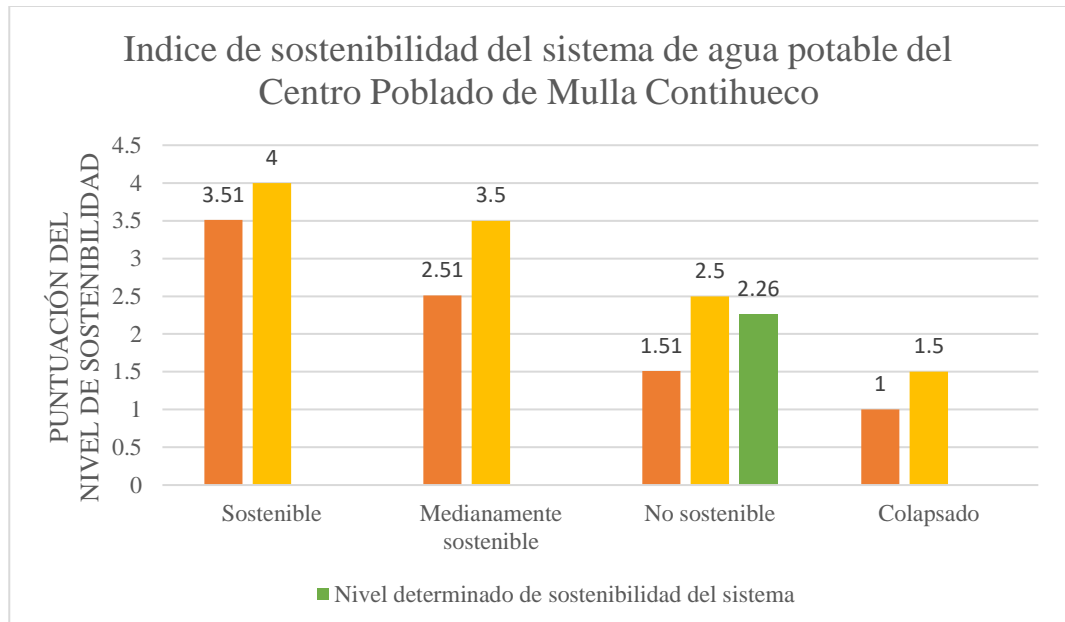
$$INDICE DE SOSTENIBILIDAD = \frac{(ES * 2) + G + OyM}{4}$$

$$INDICE DE SOSTENIBILIDAD = \frac{(2.59 * 2) + 2.73 + 1.14}{4}$$

$$INDICE DE SOSTENIBILIDAD = 2.26$$

Figura 54

Índice de sostenibilidad de la provisión del servicio de agua potable de la zona de estudio



El objetivo general de la presente investigación es evaluar el sistema del agua potable para la gestión adecuada de los servicios de agua potable mediante la metodología SIRAS, siendo la finalidad de esta metodología determinar cuantitativamente el nivel de sostenibilidad de la provisión del servicio de agua potable. De esta manera, el índice de la sostenibilidad para la provisión del servicio de agua potable en el Centro Poblado Mulla Contihueco es de 2.26, que corresponde un sistema que se encuentra en estado malo, donde el nivel de sostenibilidad se define como en proceso grave de deterioro, debido al deterioro de su infraestructura, así como el inadecuado e ineficiente gestión de los servicios manejado por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento.

El índice de sostenibilidad obtenido de acuerdo con lo que indica el Compendio SIRAS (2010), se observa en la Figura 54.



Por tanto, el sistema de agua potable del centro poblado de Mulla Contihueco es NO SOSTENIBLE.

4.4. RESULTADO DE LA PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE

4.4.1. Mejoramiento del sistema de agua potable

4.4.1.1. Demanda y dotación de agua

a. Población futura

Para estimar la población futura de cada sector del centro poblado, se emplearon los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y la Junta de Administración de Servicios de Saneamiento (JASS). La JASS suministró el número de familias hasta el año 2022 y la densidad poblacional promedio por vivienda, establecida en 1.66 habitantes.

La población actual indicada en el padrón de viviendas del centro poblado es de 125 en el Sector 1 y 33 en el Sector 2, y la tasa de crecimiento promedio anual según provincia y distrito, para las zonas rurales de la provincia de El Collao es 0.0 %. (INEI, 2018)

El periodo de diseño máximo recomendable para todos los componentes del sistema de agua potable según el Programa Nacional de Saneamiento Rural (PRONASAR) es de 20 años.

La población futura para ambos sectores, fue obtenida mediante la fórmula de crecimiento aritmético, reemplazando nuestros valores conocidos en la siguiente ecuación:

$$P_{fS1} = 208 * \left(1 + \frac{(0 * 20)}{1000}\right)$$

$$P_{fS1} = 208$$

$$P_{fS2} = 55 * \left(1 + \frac{(0 * 20)}{1000}\right)$$

$$P_{fS2} = 55$$

Se obtiene una población futura de 208 habitantes para el Sector 1 y 55 habitantes para el Sector 2 del centro poblado de Mulla Contihueco.

b. Dotación de agua

En la Tabla 29 se muestra el consumo de agua doméstico, en el ámbito rural, dependiendo del sistema de disposición de excretas, se puede tener en consideración estos valores:

Tabla 29

Análisis de la demanda de agua potable

Región Geográfica	Consumo de agua doméstico, dependiendo del sistema de disposición de excretas utilizado		
	Letrinas sin arrastre hidráulico	Letrinas con arrastre hidráulico	Letrinas con arrastre hidráulico
Costa	50 a 60 l/hab./d	90 l/hab./d	
Sierra	40 a 50 l/hab./d	80 l/hab./d	
Selva	60 a 70 l/hab./d	100 l/hab./d	

Fuente: Norma Técnica de Diseño Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural (2018)



Según la tabla recomendada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, se optó por criterio que la dotación sea 80 l/hab./d.

c. Caudales de diseño

Considerando las limitaciones para determinar las variaciones de consumo en las condiciones actuales, se adoptarán las siguientes variaciones diarias y horarias proporcionadas por el Programa Nacional de Saneamiento Rural (PRONASAR) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2004) para poblaciones de hasta 2000 habitantes:

- Máximo anual de la demanda diaria (K1) = 1.30
 - Máximo anual de la demanda horaria (K2) = 2.00
- **Caudal Promedio Anual (Qp)**

$$Qp = \frac{P_f * D_f}{86400}$$

Teniendo una dotación de 80 l/hab./día y una población futura de 208 y 55 habitantes hallados previamente, reemplazando los valores en la siguiente ecuación, tenemos para el consumo doméstico:

$$Q_{ps1} = \frac{80 * 208}{86400}$$

$$Q_{ps1} = 0.19 \text{ l/s}$$

$$Q_{ps2} = \frac{80 * 55}{86400}$$



$$Q_{ps2} = 0.05 \text{ l/s}$$

Teniendo una dotación de 20 l/alumnos/día para la institución educativa de nivel inicial y primario ubicado en el Sector 1, cuyo número de alumnos total es de 20 más 2 docentes según la Estadística de la Calidad Educativa (ESCALE) del Ministerio de Educación durante el 2020, asumiendo 1 personal de limpieza más, tendríamos un total de 9 personas y reemplazando los valores en la siguiente ecuación, tenemos para el consumo de institución educativa:

$$Q_{ps1} = \frac{20 * 23}{86400}$$

$$Q_{ps1} = 0.005 \text{ l/s}$$

Sumando ambos caudales para los distintos tipos de consumo que tendremos, se tiene:

$$Q_{ps1} = 0.192 + 0.005 \text{ l/s}$$

$$Q_{ps1} = 0.197 \text{ l/s}$$

Realizando la operación, tenemos un caudal promedio anual total de 0.197 l/s para el Sector 1, y de 0.05 l/s para el Sector 2.

- **Caudal Máximo Diario (Qmd)**

$$Qmd = Qp * K1$$

La variación de consumo para este caudal (K1) es de 1.30, reemplazando los valores en la siguiente ecuación, tenemos:

$$Qmd_{s1} = 0.197 * 1.30$$

$$Qmd_{s1} = 0.25 \text{ l/s}$$



$$Qmd_{s2} = 0.05 * 1.30$$

$$Qmd_{s2} = 0.07 \text{ l/s}$$

Realizando la operación, tenemos un caudal máximo diario de 0.25 l/s para el Sector 1 y 0.07 l/s para el Sector 2.

- **Caudal Máximo Horario (Qmh)**

$$Qmh = Qp * K2$$

La variación de consumo para este caudal (K2) es de 2.00, reemplazando los valores en la siguiente ecuación, tenemos:

$$Qmh_{s1} = 0.197 * 2.00$$

$$Qmh_{s1} = 0.39 \text{ l/s}$$

$$Qmh_{s2} = 0.05 * 2.00$$

$$Qmh_{s2} = 0.10 \text{ l/s}$$

Realizando la operación, tenemos un caudal máximo horario de 0.39 l/s para el Sector 1 y 0.10 l/s para el Sector 2.

4.4.1.2. Fuentes de abastecimiento de agua

a. Aforo de fuente de agua

En la actualidad, el suministro de agua en la localidad de Mulla Contihueco se realiza principalmente a través de dos fuentes principales: el manantial Negro Phujo y el manantial Ciscu Laya Parqui. Estos manantiales han sido durante mucho tiempo las principales fuentes de agua para el centro poblado. Para comprobar si el caudal es suficiente se realizó

el aforo de caudal por el método volumétrico (INIA, 1994), el cual consiste en llenar un recipiente con una capacidad conocida y medir el tiempo de su llenado, para este caso se usó un recipiente de 4 litros y se realizó 4 ensayos para obtener un promedio y con ello se pueda obtener un resultado más real.

Tabla 30*Aforo de manantiales existentes*

Medición	Volumen	Tiempo (s)	
		Negro Phujo	Ciscu Laya Parqui
1	4	31	30
2	4	30	32
3	4	30	32
4	4	31	33
Tiempo promedio		30	32
Caudal (l/s)		0.13	0.12

Nota: Elaboración propia

Tabla 31*Resultados de aforo y Q_{md}*

Fuente Manantial	Rendimiento época de estiaje (l/s)	Caudal requerido (l/s)
Negro Phujo	0.13	0.25
Ciscu Laya Parqui	0.12	0.07

Nota: Elaboración propia

Sin embargo, se ha identificado que el manantial Negro Phujo no cuenta con un caudal suficiente para satisfacer la creciente demanda de agua en la zona, siendo de 0.13 l/s, cuando el necesario es de 0.25 l/s. Ante esta situación, se propone una nueva fuente de abastecimiento de agua, el manantial Jipiña Laya Phujo, la cual, tras realizar un tercer aforo de manantial, arrojó los resultados de caudal total mostrados en la Tabla 32.

Además, los resultados de la calidad de agua, se encuentran adjuntos en el Anexo 10.

Tabla 32

Resultados de aforo Jipiña Laya Phujo

Medición	Volumen	Jipiña Laya Phujo
		Tiempo (s)
1	4	24
2	4	21
3	4	25
4	4	23
Tiempo promedio		23
Caudal (l/s)		0.17

Nota: Elaboración propia

El caudal requerido corresponde al máximo diario, lo que significa que el suministro proveniente de las fuentes es adecuado. Sin embargo, aún es necesario llevar a cabo un análisis del balance hídrico, considerando el caudal verificado para un lapso de veinte años, tal como se detalla en la Tabla 33.

Tabla 33

Balance hídrico

Manantia l	Coordenadas UTM		Altura	Caudal aforad o	Deman da de agua	Cauda l acredit ado	Superá vit
	ESTE	NORTE					
Negro Phujo	440810.8 8	8211883. 34	3877.00	0.13	0.25	0.11	0.01
Jipiña Laya Phujo	440611.7 4	8211578. 34	3901.00	0.17		0.15	
Ciscu laya Parqui	441125.4 0	8211090. 52	3914.00	0.12	0.07	0.09	0.02

Nota: Elaboración propia

4.4.1.3. Trazado de línea de conducción y distribución

a. Trazado de la línea de conducción

Las captaciones de ladera proyectadas se han ubicado estratégicamente en función de las coordenadas y alturas indicadas en la Tabla 34. En los planos presentados en el Anexo 14, se detalla el trazado de la línea de conducción, la cual se encarga de transportar el agua captada desde las captaciones hasta la cámara de reunión de caudales, y de ahí al reservorio del Sector 1, así como al reservorio del Sector 2, incluyendo los elementos necesarios de acuerdo a la topografía del terreno. Los datos georreferenciales de estos elementos se encuentran también detallados en la misma tabla mencionada anteriormente.

Tabla 34

Resumen de elementos del sistema de agua potable propuesto

Sector	Longitud de línea de Conducción	Elemento	Coordenada UTM		Altura (m.s.n.m.)
			ESTE	NORTE	
Sector 1	1,097 ml PVC-SAP	Captación Jipiña Laya Phujo	440612	8211578	3899.78
		Captación Negro Phujo	440811	8211883	3875.64
		Cámara de reunión de caudales	440816	82119046	3874.62
		Reservorio 10 m3	441255.51	8211919.57	3870.98
		Cruce de riachuelo	440832	8211963	3874



Sector	Longitud de línea de Conducción	Elemento	Coordenada UTM		Altura (m.s.n.m.)
			ESTE	NORTE	
Sector 2	495 ml PVC-SAP	Captación Ciscu	441125	8211090	3913.55
		Laya Parqui			
		Reservorio 5 m3	441599.06	8211104.36	3877.84
		Cruce aéreo	441360.69	8211056.34	3890

Nota: Elaboración propia

Además, en los planos presentados en los anexos, se muestran los perfiles longitudinales de la línea de conducción, permitiendo visualizar de manera detallada la topografía del terreno y la disposición de la tubería en relación con el relieve. Estos perfiles proporcionan información crucial para el diseño y la construcción adecuada de la línea de conducción.

b. Trazado de línea de distribución

Los reservorios del Sector 1 y el Sector 2, se encuentran ubicados en las coordenadas descritas en la Tabla 34. La línea de distribución conduce el agua desde el reservorio hacia la población con una longitud total de tubería de 11,295 metros lineales. En los planos adjuntados en el Anexo 14 se ve el trazado de la línea de distribución y conexiones respectivas.

Debido a las condiciones topográficas y necesidades propias de diseño hidráulico, se proyectarán 12 cruces de carreteras, 2 cruces de riachuelos, 10 cajas de válvula de purga, 15 cajas de válvula de control y 6 cajas de válvula de aire.

4.4.1.4. Diseño hidráulico de captación de ladera

- **Sector 1.** Manantial Negro Phujo.

Para el diseño necesitaremos los siguientes datos:

- Gasto máximo de la fuente (Q_{\max}): 0.20 l/s
- Gasto mínimo de la fuente (Q_{\min}): 0.17 l/s
- Gasto máximo diario (Q_{md}): 0.13 l/s

a. Determinación del ancho de pantalla

$$Q_{\max} = V_2 * Cd * A$$

$$A = \frac{Q_{\max}}{V_2 * Cd}$$

Velocidad de paso teórica

$$V_{2t} = Cd * \sqrt{2gH}$$

Asumimos valores del coeficiente de descarga y la carga sobre el centro del orificio:

$$V_{2t} = Cd * \sqrt{2gH}$$

$$V_{2t} = 0.08 * \sqrt{2 * 9.81 * 0.40}$$

$$V_{2t} = 2.24 \text{ m/s}$$

Asumimos;

$$V_{2t} = 0.60 \text{ m/s}$$

Por tanto,

$$A = \frac{0.20/1000}{0.60 * 0.8}$$

$$A = 0.00 \text{ m}^2$$



Además, el diámetro de la tubería de ingreso;

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

$$D = 0.023 \text{ m} \cong 0.895 \text{ pulg}$$

Asumimos un diámetro comercial, siguiendo las recomendaciones de asumir uno mayor o igual que 2 pulgadas.

$$D = 2.00 \text{ pulg}$$

Determinamos el número de orificios de la pantalla

$$NA = \left(\frac{Dt}{Da}\right)^2 + 1$$

$$NA = \left(\frac{0.895}{2.00}\right)^2 + 1$$

$$NA = 1.2 \cong 2 \text{ orificios}$$

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

$$b = 2(6D) + N_{orificios} * D + 3D * (N_{orificios} - 1)$$

$$b = 2(6 * 0.051) + 2 * 0.051 + 3 * 0.051 * (2 - 1)$$

$$b = 0.90 \text{ m}$$

Asumimos un ancho de pantalla de 0.90 m.

b. Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda

Sabemos que,

$$H_f = H - h_o$$



Donde la carga sobre el centro del orificio (H) es 0.40 m, además:

$$h_o = 1.56 * \frac{V_2^2}{2g}$$

$$h_o = 1.56 * \frac{0.60^2}{2 * 9.81}$$

$$h_o = 0.029 \text{ m}$$

Por lo tanto, la pérdida de carga;

$$H_f = 0.37 \text{ m}$$

Determinamos la distancia entre el punto de afloramiento y la captación:

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

$$L = \frac{0.37}{0.30}$$

$$L = 1.238 \text{ m}$$

Asumimos;

$$L = 1.25 \text{ m}$$

c. Altura de la cámara húmeda

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

- A: Altura mínima para permitir la sedimentación de arenas. Se considera una altura mínima de 10cm.
- B: Se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.



- D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínima 5cm).
- E: Borde libre, se recomienda mínimo 30 cm.

Por tanto:

$$A = 10.0 \text{ cm}$$

$$B = 2.50 \text{ cm} \cong 1 \text{ pulg}$$

$$D = 10.0 \text{ cm}$$

$$E = 40.0 \text{ cm}$$

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

$$C = 1.56 \frac{v^2}{2g} = 1.56 \frac{Qmd^2}{2gA^2}$$

$$C = 0.000327m \cong 30.00 \text{ cm}$$

Por tanto,

$$Ht = 10 + 2.5 + 30 + 10 + 40$$

$$Ht = 0.93 \text{ m} \cong 1.00 \text{ m}$$

d. Dimensionamiento de la canastilla

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

$$D_{canastilla} = 2 Da$$

$$D_{canastilla} = 2 \text{ pulg}$$



La longitud de la canastilla se recomienda sea mayor a 3 Da y menor que 6 Da, entonces;

$$L = 3 * 1 \text{ pulg} \cong 3 \text{ pulg} \cong 7.62 \text{ cm, mínimo}$$

$$L = 6 * 1 \text{ pulg} \cong 6 \text{ pulg} \cong 15.24 \text{ cm , máximo}$$

Por tanto, la longitud de la canastilla:

$$L = 15.0 \text{ cm}$$

Siendo las medidas de las ranuras:

- Ancho de la ranura: 5 mm (medida recomendada).
- Largo de la ranura: 7 mm (medida recomendada).

Siendo el área de la ranura:

$$Ar = 35 \text{ mm}^2 \cong 0.0000350 \text{ m}^2$$

Determinando el área total de las ranuras:

$$A_{total} = 2A$$

Siendo A, el área de la sección de la tubería de salida;

$$A_{total} = 2 * 0.0020268^2$$

$$A_{total} = 0.0040537 \text{ m}^2$$

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

$$A_g = 0.5 * D_g * L$$

$$A_g = 0.5 * 5.08 * 15$$

$$A_g = 0.119695 \text{ m}^2$$



Por consiguiente, cumple que:

$$A_{total} < A_g$$

Determinando el número total de ranuras:

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

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = 115 \text{ ranuras}$$

e. Cálculo de tubería de rebose y limpia

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1.5%. La tubería de limpia y rebose tienen el mismo diámetro y se calculan mediante la siguiente ecuación:

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

En el caso de la tubería de rebose, el gasto máximo de la fuente es de 0.20 l/s, y la pérdida de carga unitaria en m/m es de 0.015 (valor recomendado), por lo cual:

$$D_{rR} = \frac{0.71 * (0.20)^{0.38}}{(0.015)^{0.21}}$$

$$D_{rR} = 0.92149 \text{ pulg} \cong 1.5 \text{ pulg}$$

En el caso de la tubería de limpieza, el gasto máximo de la fuente es de 0.20 l/s, y la pérdida de carga unitaria en m/m es de 0.015 (valor recomendado), por lo cual:

$$D_{rL} = \frac{0.71 * (0.20)^{0.38}}{(0.015)^{0.21}}$$



$$DrL = 0.92149 \text{ pulg} \cong 1.5 \text{ pulg}$$

Para el caso de las captaciones Jipiña Laya Phujo y Ciscu Laya Parqui del Sector 2, debido a las características similares que poseen, se consideran el mismo diseño hidráulico. Los planos del diseño propuesto se pueden ver en el Anexo 14.

4.4.1.5. Diseño hidráulico de la línea de conducción

Para el desarrollo del diseño de la línea de conducción, tomamos las consideraciones estipuladas en la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural.

El perfil longitudinal de las líneas de conducción se encuentra en el Anexo 14.

a. Tramo: Jipiña Laya Phujo – Cámara de reunión de caudales

La carga disponible:

$$H = \text{Cota inicio} - \text{Cota descarga}$$

$$H = 25.16 \text{ m}$$

Longitud del tramo: 484 m

Dimensionamos la tubería:

- Cálculo de la gradiente hidráulica

$$S = \frac{H}{L}$$

$$S = 0.052 \text{ m/m}$$



- Cálculo de diámetro tentativo

$$D = \left[\frac{10.646}{S} * \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \right]^{\frac{1}{4.87}}$$

$$D = 14.556 \text{ mm}$$

$$D_{\text{comercial}} = 1''$$

- Pérdida de carga unitaria

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

$$H_f = 1.61 \text{ m}$$

Cumple que $H \geq \sum H_f$

b. Tramo: Negro Phujo – Cámara de reunión de caudales

La carga disponible:

$$H = \text{Cota inicio} - \text{Cota descarga}$$

$$H = 1.02 \text{ m}$$

Longitud del tramo: 96.12 m

Dimensionamos de la tubería:

- Cálculo de la gradiente hidráulica

$$S = \frac{H}{L}$$

$$S = 0.012 \text{ m/m}$$

- Cálculo de diámetro tentativo



$$D = \left[\frac{10.646}{S} * \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \right]^{\frac{1}{4.87}}$$

$$D = 20.172 \text{ mm}$$

$$D_{\text{comercial}} = 1 \frac{1}{2}''$$

- Pérdida de carga unitaria

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

$$H_f = 0.05 \text{ m}$$

Cumple que $H \geq \sum H_f$

c. Tramo: Cámara de reunión de caudales – Reservorio 1

La carga disponible:

$$H = \text{Cota inicio} - \text{Cota descarga}$$

$$H = 3.64 \text{ m}$$

Longitud del tramo: 517 m

Dimensionamos de la tubería:

- Cálculo de la gradiente hidráulica

$$S = \frac{H}{L}$$

$$S = 0.007 \text{ m/m}$$

- Cálculo de diámetro tentativo

$$D = \left[\frac{10.646}{S} * \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \right]^{\frac{1}{4.87}}$$



$$D = 22.142 \text{ mm}$$

$$D_{\text{comercial}} = 2''$$

- Pérdida de carga unitaria

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

$$H_f = 0.062 \text{ m}$$

Cumple que $H \geq \sum H_f$

d. Tramo: Ciscu Laya Parqui – Reservorio 2

La carga disponible:

$$H = \text{Cota inicio} - \text{Cota descarga}$$

$$H = 35.71 \text{ m}$$

Longitud del tramo: 495.25 m

Dimensionamos la tubería:

- Cálculo de la gradiente hidráulica

$$S = \frac{H}{L}$$

$$S = 0.721 \text{ m/m}$$

- Cálculo de diámetro tentativo

$$D = \left[\frac{10.646}{S} * \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \right]^{\frac{1}{4.87}}$$

$$D = 11.143 \text{ mm}$$

$$D_{\text{comercial}} = 1''$$



- Pérdida de carga unitaria

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

$$H_f = 0.624 \text{ m}$$

Cumple que $H \geq \sum H_f$

4.4.1.6. Diseño hidráulico del reservorio

a. Volumen de almacenamiento

Para el Sector 1, el volumen de almacenamiento por regulación, considerando el 25% de la demanda diaria promedio anual como indica la norma:

$$V_r = 0.25 * Q_p * \frac{86400}{1000}$$

$$V_r = 0.25 * 0.26 * \frac{86400}{1000}$$

$$V_r = 5.6 \text{ m}^3$$

Asumimos un volumen de almacenamiento por regulación de:

$$V_r = 10 \text{ m}^3$$

Para el Sector 2;

$$V_r = 0.25 * 0.07 * \frac{86400}{1000}$$

$$V_r = 1.5 \text{ m}^3$$

Asumimos un volumen de almacenamiento por regulación de:

$$V_r = 5 \text{ m}^3$$



b. Dimensionamiento

Para el Sector 1, asumimos un ancho interno de 3 m y un largo interno de 3 m.

La altura útil del agua será, por tanto:

$$h = \frac{Vr}{Ai * Li}$$

$$h = \frac{10}{3 * 3}$$

$$h = 1.11 \text{ m}$$

A la altura útil le adicionamos 0.1 m. recomendado por la norma para instalar la canastilla y evitar la entrada de sedimentos.

Comprobando que la relación entre el ancho de la base y la altura, sea un valor entre 0.5 y 3:

$$j = \frac{Ai}{h}$$

$$j = \frac{3}{1.21}$$

$$j = 2.48 \text{ m}$$

Según la Norma IS. 010, “la distancia vertical al techo reservorio y eje tubo de ingreso de agua será de 0.2 m, la distancia vertical entre eje tubo de rebose y eje ingreso de agua de 0.15 m, y la distancia vertical entre eje tubo de rebose y nivel máximo de agua de 0.1 m”.

Dando un total de borde libre de 0.45 m.

La altura total interna será;

$$H = h + BL$$



$$H = 1.21 + 0.45$$

$$H = 1.66 \text{ m}$$

c. Diseño de tuberías de ingreso

Dado que hemos determinado que el diámetro de la línea de conducción del Sector 1 es de 2 pulgadas en todo el tramo, por lo tanto, el diámetro de la tubería que entra al reservorio es también de 2 pulgadas.

De igual manera, el diámetro de la línea de conducción del Sector 2 es de 1 pulgada, por lo que, el diámetro de la tubería que entra al reservorio del Sector 2, será de 1 pulgada.

d. Diseño de tuberías de salida

El diámetro de la tubería de salida es igual al diámetro de la línea de aducción, que para el Sector 1 es de 2.25 pulgadas y para el Sector 2 es de 1.5 pulgadas.

e. Diseño de tubería de limpia y rebose

De acuerdo a lo estipulado en la Norma IS 010, el diámetro de la tubería de rebose debe ser mayor o igual que 2 pulgadas en reservorios de 5 m^2 , por lo que, se considera 3 pulgadas para el reservorio del Sector 1 y 2 pulgadas para el reservorio del Sector 2.

f. Dimensionamiento de la canastilla

Para el Sector 1, se tienen los siguientes datos:



- El diámetro interno de tubería de salida: Como la tubería es de 2", el diámetro interno de esta es $D_{cs}=57.00$ mm
- La longitud de la canastilla: Se adopta que sea 5 veces el diámetro de salida $c = 5$
- Área de ranura de con diámetro de 7mm: $A_r=38.48$ mm²

Hallamos la longitud de la canastilla:

$$L_c = D_{sc} * c$$

$$L_c = 57.00 * 5$$

$$L_c = 285 \text{ mm} \approx 0.285 \text{ m}$$

Hallamos el diámetro de la canastilla:

$$D_c = 2 * D_{sc}$$

$$D_c = 2 * 57.00$$

$$D_c = 114 \text{ mm} \approx 0.114 \text{ m}$$

Hallamos la longitud de circunferencia de la canastilla:

$$p_c = \pi * D_c$$

$$p_c = \pi * 114$$

$$p_c = 358.14 \text{ mm} \approx 0.385 \text{ m}$$

El número de ranuras en el diámetro de la canastilla, espaciados por 15 mm:

$$N_r = \frac{p_c}{15}$$

$$N_r = \frac{358.14}{15}$$

$$N_r = 24 \text{ ranuras}$$



Hallamos el área total de las ranuras:

$$At = 2 * \pi * \frac{Dsc^2}{4}$$

$$At = 2 * \pi * \frac{57.00^2}{4}$$

$$At = 5103.53 \text{ mm}^2$$

Hallamos el número total de ranuras:

$$R = \frac{At}{Ar}$$

$$R = \frac{5103.53}{38.48}$$

$$R = 133 \text{ ranuras}$$

Para el dimensionamiento de la canastilla del reservorio del Sector

2, se tienen los siguientes datos:

- El diámetro interno de tubería de salida: Como nuestra tubería es de 1", el diámetro interno de esta es $Dcs=29.40 \text{ mm}$
- La longitud de la canastilla: Se adopta que sea 5 veces el diámetro de salida $c = 5$
- Área de ranura de con diámetro de 7mm: $Ar=38.48 \text{ mm}^2$

Hallamos la longitud de la canastilla:

$$Lc = Dsc * c$$

$$Lc = 29.40 * 5$$

$$Lc = 147 \text{ mm} \approx 0.147 \text{ m}$$

Hallamos el diámetro de la canastilla:

$$Dc = 2 * Dsc$$



$$Dc = 2 * 29.40$$

$$Dc = 58.8 \text{ mm} \approx 0.588 \text{ m}$$

Hallamos la longitud de circunferencia de la canastilla:

$$pc = \pi * Dc$$

$$pc = \pi * 58.8$$

$$pc = 184.73 \text{ mm} \approx 0.184 \text{ m}$$

El número de ranuras en el diámetro de la canastilla, espaciados por 15 mm:

$$Nr = \frac{pc}{15}$$

$$Nr = \frac{184.73}{15}$$

$$Nr = 12 \text{ ranuras}$$

Hallamos el área total de las ranuras:

$$At = 2 * \pi * \frac{Dsc^2}{4}$$

$$At = 2 * \pi * \frac{29.40^2}{4}$$

$$At = 1357.74 \text{ mm}^2$$

Hallamos el número total de ranuras:

$$R = \frac{At}{Ar}$$

$$R = \frac{1357.74}{38.48}$$

$$R = 35 \text{ ranuras}$$



Los planos de diseño de los reservorios propuestos se muestran en el Anexo 14.

4.4.1.7. Diseño estructural del reservorio

a. Espesor para los muros

De acuerdo a la “Guía de opciones tecnológicas de sistemas de saneamiento para el ámbito rural” del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018; se establece que, “para asegurar un comportamiento adecuado, la norma ACI 350-06 sobre Diseño sísmico de estructuras de hormigón que contienen líquido recomienda un espesor mínimo de muro de 15 a 20 cm (para garantizar al menos 5 cm de recubrimiento) y especifica una separación máxima de 30 cm en el refuerzo”.

Debido a esto, para el diseño del reservorio consideramos un espesor de:

- Reservorio Sector 1: $em = 20\text{ cm}$
- Reservorio Sector 2: $em = 15\text{ cm}$

b. Espesor de la losa de fondo

La “Guía de opciones tecnológicas de sistemas de saneamiento para el ámbito rural” del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018, indica que la altura de espesor de losa fondo y el solado debe ser mínimo 30 cm, por ello se considera:

Reservorio Sector 1: $z = 20\text{ cm}$



$$ef = 25 \text{ cm}$$

Altura total de la cimentación: 45 cm

Reservorio Sector 2: $z = 15 \text{ cm}$

$$ef = 20 \text{ cm}$$

Altura total de la cimentación: 35 cm

c. Espesor de la losa de techo

Se ha determinado que un espesor de 15 cm para la losa del techo es adecuado para la estructura y el volumen que contendrá. Por lo tanto, tenemos:

$$et = 15 \text{ cm}$$

d. Alero de losa de fondo

Para la losa de fondo, consideramos un alero de 15 cm en ambos lados.

4.4.1.8. Diseño hidráulico de la línea de distribución

La red de distribución proyectada utilizará en su integridad tubería de PVC Clase 10 Ø 2.25", 1 ½", 1" y ¾" de una longitud total de 11,295 ml y sus respectivos accesorios.

La línea de aducción y red de distribución se ha diseñado teniendo en cuenta el caudal máximo horario y se ha considerado para su diseño una presión máxima de 50 m.c.a. para la clase 10 para asegurar el correcto funcionamiento.



Se tiene en consideración que la velocidad mínima debe ser de 0.6 m/s y la máxima 3.0 m/s como lo estipula la normatividad vigente.

Se ha proyectado la clase de tubería teniendo en cuenta el tipo de suelo definiendo la profundidad que ira la misma, la cual se considera como mínimo 0.60 m para zonas de bajo tránsito y de mínimo 1.00 m para vías de alto tránsito.

Se ha seleccionado un diámetro que garantiza el caudal y la presión adecuados en todos los puntos de la red. Se utilizarán tuberías con sistema de presión simple fabricadas según la norma NTP-399.002, con una velocidad máxima permitida de 3 m/s.

Los cuadros de tuberías por sectores se encuentran en el Anexo 14.

4.4.1.9. Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias se establecerán según el número de familias, e instituciones.

Para las cajas de paso, se usarán cajas prefabricadas con dimensiones de 0.50x0.30x0.35 m y una tapa termoplástica de 0.20x0.30 m. Estas cajas se ubicarán en terreno plano y elevado para evitar ser afectadas por el flujo de aguas pluviales, con la tapa situada 5 cm por encima del nivel del terreno.

La tubería de acometida será instalada según los planos de cada vivienda. En puntos donde la tubería atraviere depresiones del terreno, se protegerá con dados de concreto.



Las instalaciones de conexión consistirán en la conexión desde la red principal hasta la caja de paso, utilizando dos diámetros diferentes:

- Para conexiones domiciliarias, se utilizará tubería DN 1/2" PVC SP, C -10.
- Para conexiones institucionales, se utilizará tubería DN 3/4" PVC SP, C -10.

4.4.1.10. Resumen de los elementos que integran el sistema de agua potable

La Tabla 35, presenta un resumen detallado de todos los elementos que integran el sistema de agua potable del centro poblado de Mulla Contihueco, indicando las unidades y cantidades proyectadas para cada componente.

Tabla 35

Resumen del sistema de agua potable propuesto

Sistema de Agua Potable Mulla Contihueco		
Descripción	Unidad	Cantidad
Captación de ladera	glb	3.00
Cámara de reunión de caudales	glb	1.00
Línea de conducción	ml	1,592
Reservorio	glb	2.00
Red de distribución		
Tubería PVC SAP Clase10, Ø 2.25"	ml	256
Tubería PVC SAP Clase10, Ø 1 1/2"	ml	2,484
Tubería PVC SAP Clase10, Ø 1"	ml	2,596
Tubería PVC SAP Clase10, Ø 3/4"	ml	2,083
Tubería PVC SAP Clase10, Ø 1/2"	ml	3,876



Descripción	Unidad	Cantidad
Cruce aéreo	und	01
Cruce de carretera	und	12
Cruce de riachuelo	und	03
Válvula de aire	und	06
Válvula de control	und	15
Válvula de purga	und	10
Conexiones de agua potable	glb	158

Nota: Elaboración propia

4.4.1.11. Modelamiento del sistema de agua potable

Utilizando la información disponible, creamos el modelo base en WaterCAD V8i, aprovechando las condiciones reales del área de estudio para desarrollar un modelo exhaustivo que incluyó todos los elementos físicos necesarios. Se implementaron reservorios, tuberías y nudos en el modelo, y debido a las ventajas de las diferencias topográficas presentes en la zona, no fue necesario incluir equipos electromecánicos como electrobombas.

En el cuadro de nodos se muestra los resultados de la gradiente hidráulica, la cual siempre es mayor que la cota del terreno, el cual se puede visualizar en el Anexo 14.

Según los datos presentados en las, observamos que nos encontramos en un escenario común con presiones que no superan los 50 m.c.a. Estas presiones son adecuadas para satisfacer las necesidades de abastecimiento de la población y cumplen con las especificaciones de la Norma OS. 050.

En el cuadro de nodos se presentan las demandas calculadas para cada nodo. Además, se indica el número de conexiones domiciliarias que cada nodo abastecerá. Estos valores de demanda son ingresados en el

software WaterCAD para simular el sistema de agua potable del centro poblado Mulla Contihueco.

4.4.2. Propuesta de creación de UGM

4.4.2.1. Productos para la propuesta para la creación de la UGM

a. Ordenanza de creación de la Unidad de Gestión Municipal

A fin de crear la Unidad de Gestión Municipal, la Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, debe elaborar la documentación pertinente indicando que es preciso la creación de una UGM para el ámbito rural para el distrito de Ilave, la cual tendrá la responsabilidad de regular los servicios de saneamiento en las zonas rurales en dicho distrito.

Esta documentación debe incluir un informe que debe contener como mínimo aspectos generales; base legal; diagnóstico de los servicios de saneamiento en el ámbito rural, donde puede utilizar la presente tesis como referencia; fundamentación de la creación de una Unidad de gestión Municipal; y conclusiones, recomendaciones y anexos.

El gráfico para el procedimiento de la creación de la Unidad de Gestión Municipal se adjunta en el Anexo 11.

b. Ordenanza que incorpora la Unidad de Gestión Municipal con sus funciones en el ROF

A fin de implementar la UGM, en primer lugar, se debe elaborar la documentación que fundamente la modificación de la estructura orgánica y del ROF de la Municipalidad. La oficina de planeamiento y presupuesto

elaborará el informe que sustente la modificación de la estructura orgánica y ROF de acuerdo a la Ordenanza Municipal de la creación de la UGM.

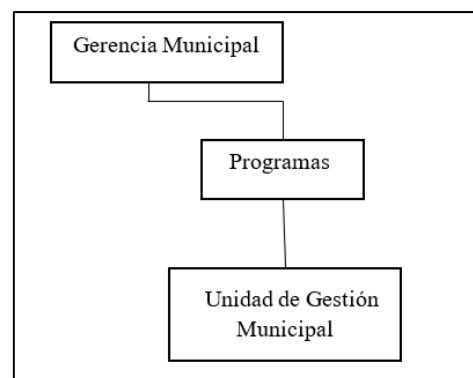
Esta documentación debe tener las siguientes partes mínimamente: Antecedentes; base legal; sustento de la modificación el ROF e incorporación de funciones de la UGM; análisis de consistencia; efectos presupuestales en un horizonte de tres años, el cual debe tener un cuadro comparativo de gastos y relación costo beneficio; conclusiones, recomendaciones y anexos.

La presentación de este informe sigue el mismo procedimiento que para generar la Ordenanza Municipal de creación de la UGM, partiendo desde la Sub-Gerencia de Planeamiento Estratégico y Modernización de la Gestión Pública y Presupuesto Público.

Por lo tanto, se sugiere una revisión a fin de modificar la Estructura Orgánica de la entidad, para adaptarla a las necesidades propuestas, tal y como se detalla en el Anexo 12, y de forma resumida, como se muestra en la siguiente Figura 55.

Figura 55

Estructura orgánica propuesta para la UGM



Nota: Elaboración propia



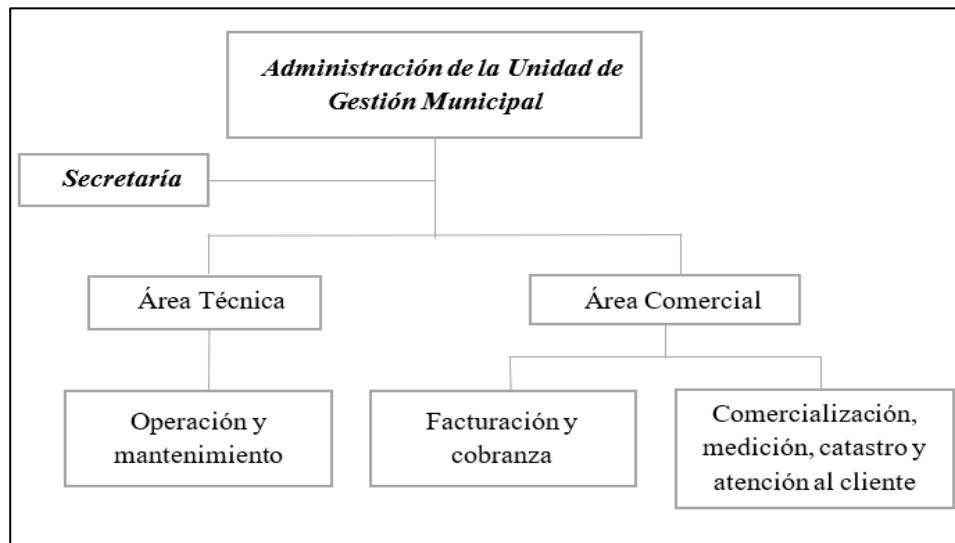
Por lo tanto, a fin de incorporar la UGM al ROF de la Municipalidad Provincial de El Collao – Ilave, se propone atribuir las siguientes funciones:

- Garantizar y velar por el óptimo funcionamiento de los servicios de agua potable rural dentro de la jurisdicción del distrito de Ilave.
- Elaborar el PEA con la participación de usuarios del servicio de agua.
- Elaborar el POA de agua y saneamiento.
- Elaborar y actualizar el cálculo de la cuota de prestación de los servicios de acuerdo con la norma.
- Hacer el informe detallado de la evaluación de los cumplimientos del Plan Operativo Anual.
- Desarrollar permanentemente las actividades de administración, operación, mantenimiento y comercialización de los servicios que garanticen una adecuada gestión de los servicios, viabilizando su optimización.
- Inspeccionar y supervisar las actividades operativas y administrativas para el cumplimiento adecuado de los objetivos del POA.
- Otros que corresponda por mandato legal.

A su vez, se propone la organización interna de la Unidad de Gestión Municipal tal y como se observa a continuación en la Figura 56.

Figura 56

Propuesta de organización interna para la UGM



Nota: Elaboración propia

Con respecto a los recursos humanos que se precisaran con el propósito de garantizar el adecuado funcionamiento, la permanencia de los servicios y el cumplimiento de lo estipulado en la normatividad, donde el instrumento de gestión es el Cuadro de Asignación de Personal (CAP), en el cual se establece con que personal mínimo debe contar esta oficina, y sus respectivas funciones. Se ha propuesto el siguiente cuadro de personal para la UGM rural del distrito de Ilave, como se indica en la Tabla 36.

Tabla 36

Conformación del Equipo para la Unidad de Gestión Municipal

Cargo Estructural y/o funcional	Total
Gerente UGM	01
Área Técnica	
Operador técnico	01
Área comercial	
Contador	01

Nota: Elaboración propia



c. Elaboración del POA de la Unidad de Gestión Municipal

Este documento constituye el marco operativo que establece los lineamientos para la prestación del servicio de agua, será elaborado por la Municipalidad Provincial de El Collao – Ilave, a través de la Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, juntamente con la UGM; y estará compuesto por actividades programadas para los próximos 12 meses, estas actividades serán de dos clases:

- Operación y Mantenimiento, donde se establecen las metas de gestión para cumplir los objetivos de la UGM para los servicios prestados, su inclusión es obligatoria.
- Complementarias a las de operación y mantenimiento, las que se efectúan de acuerdo con las necesidades de la UGM, la adición de estas es opcional.

El POA propuesto se detalla en el Anexo 15.

d. Ordenanza que aprueba la incorporación de la UGM al Plan Estratégico Institucional y al Plan Operativo Institucional de la Municipalidad

Para incorporar la UGM en el PEI y POI de la Municipalidad Provincial de El Collao – Ilave, se debe elaborar un informe que sustente este fin, este informe sigue el mismo procedimiento de los anteriores, dando como producto las ordenanzas municipales correspondientes.

Actualmente la Municipalidad Provincial de El Collao cuenta con un Plan Estratégico Institucional 2019 – 2022, y se espera la incorporación



de la UGM, al PEI 2022 – 2026. Así mismo, el Plan Operativo Institucional actual con el que se cuenta, es el de 2022, en donde se debería incorporar de igual forma, la Unidad de Gestión Municipal.

e. Determinación de la cuota familiar para el servicio de agua

La tarifa que cada usuario debe pagar por la prestación de los servicios de saneamiento se establece con base al Presupuesto Anual estimado. Este presupuesto se desglosa en los costos de prestación de servicios, operación y mantenimiento, administración y comercialización. Adicionalmente, se incluyen reservas para el mejoramiento y la ampliación de los sistemas, la reparación y reposición de equipos, y servicios adicionales como conexiones, reconexiones y otros.

Como parte del presupuesto anual, se estima la cantidad de usuarios y su consumo individual, lo que permite determinar el volumen de agua registrado anualmente, calculado mes a mes. Para calcular este volumen, se considera el número de usuarios proyectado para el año y se distribuye de acuerdo a su consumo promedio, tomando en cuenta si tienen o no medidor. Para ello, se multiplica el número de usuarios por su consumo mensual y se suman los resultados para todo el año proyectado, obteniendo así el volumen registrado anual.

Esta tarifa se calcula dividiendo el gasto total del presupuesto anual estimado por el volumen registrado durante el año.

El cálculo de la cuota familiar fue determinado tomando como referencia la metodología de cálculo de cuota familiar de la SUNASS (RCD 028-2018-SUNASS), se muestra en el Anexo 13.



f. Manual de uso y prestación de servicio de agua

Este documento de gestión establece las normas y responsabilidades de los usuarios en relación con el servicio otorgado. Establece lo derechos y las obligaciones de los usuarios y la UGM, detallando las consecuencias por el uso indebido del agua. Para su aprobación, se elabora una propuesta de reglamento que se somete a consulta en una asamblea de usuarios para validarla.

El manual de prestación de servicio tiene como propósito establecer las actividades destinadas a proveer agua potable a los hogares, las cuales están reguladas por el Reglamento del Uso de Agua. Además, contempla la posibilidad de llevar a cabo acciones como la suspensión temporal del servicio y la reubicación de conexiones de agua y alcantarillado.

g. Plan de acción para fomentar la educación, orientación y concientización a los usuarios del servicio de agua

El principal objetivo de este plan es coadyuvar a la sustentabilidad de los servicios, fortaleciendo la educación sanitaria y practicas saludables y uso consciente de agua que conduzca a la mejoría del comportamiento saludable para mejorar el estilo de vida de las familias del centro poblado de Mulla Contihueco. Teniendo en consideración todos los agentes involucrados, como el sector salud, educación y gobierno local, quienes del mismo modo influirán en el logro de dicha sostenibilidad.

El servicio de difusión consiste en informar a la población acerca de aspectos relacionados con el saneamiento, como deberes y derechos del



usuario, cultura de ahorro de agua, cultura de higiene, procesos para realizar un reclamo, etc.

La UGM debe contar con un servicio de orientación al cliente para atender las consultas, quejas y reclamos de los usuarios del sistema de manera eficiente y oportuna.

Y finalmente, el programa de sensibilización se desarrollará mediante charlas informativas y talleres interactivos con los usuarios del servicio prestado, a fin de instruir técnicamente acerca del sistema de agua potable, la importancia de este, educación sanitaria, el valor del recurso hídrico y la responsabilidad individual en el uso sostenible del agua potable.

Los documentos propuestos para este propósito consisten en un Plan de Capacitación en Educación Sanitaria para los usuarios, y un Plan de Gestión de Servicios de Saneamiento. El Plan de Capacitación en Educación Sanitaria, contempla la realización de una serie de actividades, tales como asambleas, visitas de campo, visitas domiciliarias, talleres, sesiones de capacitación y sesiones demostrativas.

Del mismo modo la propuesta para Plan de Gestión de Servicios de Saneamiento, el cual está dirigido a los responsables de la UGM, contempla actividades como talleres, sesiones educativas, asambleas, visitas guiadas y prácticas en campo. Ambas propuestas se muestran en el Anexo 15.



4.5. DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos de la evaluación del sistema de agua potable del Centro Poblado Mulla Contihueco – Ilave – El Collao, donde se determinó un índice de sostenibilidad del sistema de 2.26, se calificó al sistema como no sostenible.

Esto guarda relación con lo que sostienen Villasante & Caballero (2021) quienes señalan que el sistema de saneamiento básico de la localidad de Anchicha, del distrito Chacoche, provincia de Abancay – Apurímac, no es sostenible. El estado de la infraestructura se calificó con 2.25 (no sostenible), la capacidad de gestión administrativa se calificó con 2.42 (no sostenible) y la operación y mantenimiento se calificó con 2.37 (no sostenible). Esto clasifica al sistema como no sostenible, en estado malo y grave proceso de deterioro. Tanto en la localidad de Anchicha, como en el Centro Poblado Mulla Contihueco es estado situacional de la infraestructura es crítico, puesto que en su gran mayoría presentan daños debido a su antigüedad, faltan elementos estructurales en las captaciones, así como cercos perímetros en cada componente del sistema. Del mismo modo, en cuanto a gestión administrativa no se poseen los documentos mínimos de gestión, no se realizan capacitaciones ni se cuenta con personal especializado. Finalmente, en cuanto a operación y mantenimiento, en ambas localidades no se cuentan con herramientas, la participación de la población usuaria en temas de mantenimiento no es significativa y no tienen ningún plan de mantenimiento para el sistema.

Por otro lado, también guarda relación con lo que sostiene Soto (2014) quien señala que el sistema de agua potable del Centro Poblado Nuevo Perú, del distrito La Encañada - Cajamarca, no es sostenible. El estado de la infraestructura se calificó con 2.39 (no sostenible), la capacidad de gestión administrativa se calificó con 2.57 (medianamente sostenible) y la operación y mantenimiento se calificó con 2.05 (no



sostenible). Esto clasifica al sistema como no sostenible, en estado malo y grave proceso de deterioro. Tanto en el Centro Poblado Nuevo Perú, como en el Centro Poblado Mulla Contihueco, las estructuras de captación son rústicas y en pésimo estado de conservación, así como el caudal insuficiente que conlleva a la insuficiente cobertura de los sistemas de agua potable.

Además, si se toma en cuenta un sistema de agua potable dentro de la región Puno, y en la localidad más próxima a la zona de estudio, en relación con la operación y mantenimiento del sistema, también guarda relación con lo que sostiene Chagua (2019), cuyo análisis de sostenibilidad del servicio de agua potable en el sector Tutacani – Juli, dio como resultado un puntaje de 2.73, calificándolo como medianamente sostenible, en estado regular y en proceso leve de deterioro. Tanto en el sector Tutacani – Juli, como en el Centro Poblado Mulla Contihueco – Ilave, el factor operación y mantenimiento obtuvo un puntaje desfavorable, esto debido a que no existe un plan de mantenimiento en ninguna de estas dos localidades, no hay participación activa de los usuarios, no existe ningún plan de conservación de las fuentes de agua, ni tampoco se cuentan con los recursos ni herramientas necesarias para las actividades de mantenimiento.



V. CONCLUSIONES

- Se concluye que, resultado de la evaluación del sistema de agua potable del Centro Poblado Mulla Contihueco – Ilave – El Collao, se obtuvo un resultado de sostenibilidad de 2.26, que indica un sistema de agua potable no sostenible.
- El nivel de sostenibilidad del estado operativo del sistema de agua potable ha sido evaluado con una puntuación de 2.59, indicando que el estado actual del sistema no es sostenible. La antigüedad de la infraestructura, las precarias condiciones en las que se encuentran los elementos estructurales básicos del sistema, la insuficiente cantidad de agua potable, y la cobertura que no abastece a la totalidad de la población, inciden en este resultado desfavorable.
- El nivel de sostenibilidad de la capacidad actual de gestión ha sido evaluado con una puntuación de 2.73 para la gestión comunal y dirigencial, lo cual indica ser medianamente sostenible en este aspecto. Sin embargo, para la operación y mantenimiento, el puntaje obtenido es de 1.14, indicando que esta área se encuentra en un estado colapsado. Esto se debe a que la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento, ha demostrado ineficiencia en cuanto al cumplimiento de sus funciones, no cuentan con la documentación necesaria, no cuentan con personal adecuado ni capacitado, nunca se ha realizado el procedimiento de cloración de agua en los reservorios, ni cuentan con planes de operación y mantenimiento.
- Se propone:
 - a) Mejorar el sistema de agua potable para el centro poblado mediante un nuevo diseño por gravedad sin tratamiento. Este diseño incluye los siguientes



elementos: La adición de una nueva captación tipo manantial de ladera, una cámara de reunión de caudales, reservorios con capacidades de 10 m^3 y 5 m^3 , una red de distribución que abarca 11,295 ml y 160 conexiones de agua potable. Estas mejoras están diseñadas para optimizar el suministro y la distribución de agua potable en el centro poblado, asegurando un acceso más confiable y eficiente para los habitantes.

- b) La creación de la Unidad de Gestión Municipal para la administración de los servicios de agua potable en las zonas rurales del distrito de Ilave, la cual será autofinanciada mediante cuota familiares; en consecuencia, se han desarrollado los documentos básicos de gestión interna que orienten la eficiencia administrativa y económica en sus procesos, a fin de garantizar la sostenibilidad de los servicios en dicho distrito.



VI. RECOMENDACIONES

- Debido a que el tiempo de antigüedad de la infraestructura de abastecimiento de agua potable supera los 30 años, se recomienda modernizar la infraestructura sanitaria del Centro Poblado Mulla Contihueco a través de una propuesta de mejoramiento de servicios de saneamiento, puesto que, que coadyuvará a la calidad del servicio y estado operativo del sistema, y en consecuencia la sostenibilidad del sistema.
- Se sugiere realizar una actualización del Compendio SIRAS 2010, el cual es una buena herramienta para conocer la sostenibilidad de un sistema de agua rural, sin embargo, debería ser más específica respecto a los parámetros de evaluación.
- Se sugiere utilizar la presente tesis como referencia para elaborar más estudios del estado los sistemas de agua potable rurales que conforma el distrito de Ilave, en relación con la sostenibilidad, para comprobar sus condiciones actuales y así tomar las acciones pertinentes.
- Se recomienda al Área Técnica Municipal, tenga una participación más activa respecto a capacitaciones en operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable dirigido a miembros de la JASS, así como orientaciones y charlas a los usuarios del sistema para mejorar las condiciones de la gestión actuales.
- Se recomienda a la Municipalidad Provincial de El Collao la gestión de la implementación de una Unidad de Gestión Municipal rural para el distrito de Ilave.



- Se sugiere realizar una investigación sobre los mecanismos para implementar un sistema tarifario de autofinanciamiento sostenible en servicios de agua potable de zonas rurales.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acciona. (2016). *Memoria de Sostenibilidad – 2016*. Acciona ONG.
- AECID. (2015). *Sostenibilidad y modelos de gestión de los sistemas rurales de agua potable-Orientaciones para la realización de planes de sostenibilidad en los proyectos de agua en el medio rural*.
- Agüero, R. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales*.
- Alanya, J., Guevara, M., & Quispitupa, R. (2021). *Propuesta de creación e implementación de la Unidad de Gestión Municipal para la prestación del servicio de agua y saneamiento en la Municipalidad Distrital de San Salvador - Calca - Cusco*.
- Aliaga, F. (2014). *Sostenibilidad del sistema de agua potable del Centro Poblado La Paccha, Cajamarca 2014*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Bhardwaj, V., & Metzgar, C. (2001). *Tech Brief – Reservoirs, Towers and Tanks, Drinking water storage facilities*. West Virginia University.
- Casas, J. (2014). *La sostenibilidad del sistema de agua potable del Centro Poblado El Cerrillo del distrito de Baños del Inca - Cajamarca*. UNC.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias de Ambiente (CEPIS). (2004a). *Guía de Diseño para Líneas de Conducción e Impulsión de Sistemas de Abastecimiento de Agua Rural*.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias de Ambiente (CEPIS). (2004b). *Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales*.
- CEPAL. (2011). *RETOS DE LA GESTIÓN SUSTENTABLE DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO EN COMUNIDADES RURALES. CASO DE ESTUDIO DE TACOTALPA, TABASCO*. Naciones Unidas.



- CEPIS. (2004). *GUÍA DE DISEÑO PARA LÍNEAS DE CONDUCCIÓN E IMPULSIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA RURAL*.
- Chagua, R. (2019). *Análisis de la Sostenibilidad del Servicio de Agua Potable del Sector Tutacani - Juli, 2018*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Chaves, R., & Corral, V. (2017). Sostenibilidad y gestión eficiente de sistemas de abastecimiento de agua potable. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*.
- Chucos, R. (2020). *Sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el anexo de Santa Rosa de Tistes, distrito de Chambará, provincia de Concepción, región Junín*. Universidad Peruana del Centro.
- COMEX PERÚ. (2022, April 10). *Desempeño del mercado laboral peruano*.
- Compendio SIRAS. (2010). *Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento*.
- CONAGUA, & BID. (2016). *Sostenibilidad de los servicios de agua potable y saneamiento en comunidades rurales*.
- Condori, F. (2015). *Análisis de la Sostenibilidad del servicio de agua potable en Atuncolla-Puno*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Delgado, C., & Falcón, J. (2019). *Evaluación de Abastecimiento de Agua Potable para Gestionar adecuadamente la Demanda Poblacional utilizando la Metodología SIRAS 2010 en la ciudad de Chongoyape, Chiclayo, Lambayeque, Perú*. Universidad San Martín de Porres.
- Díaz, M., Cordova, J., & Muñoz, K. (2019). *Propuesta de mejora de la administración del servicio público de agua potable en el distrito de Yanaquihua*. Universidad Continental.



- Espinoza, L. (2021). *La calidad del servicio y la gestión del sistema de agua potable en la localidad de Celendín, 2018*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Fernández, S. (2023). *Proyecto Constructivo del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Comunidad Rural de la Laguna Huaypo, Cusco (Perú)*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Flores, M., & Huisa, M. (2020). *Sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el centro poblado de Ayacocha del distrito de Acoria - Huancavelica, 2019*. Universidad Nacional de Huancavelica.
- FONCODES. (2020). *AGUA CON CALIDAD PARA LA POBLACIÓN RURAL 2017-2019*. FONCODES.
- Fustamante del Aguila, M. (2021). *Gestión municipal y desarrollo sostenible del agua y saneamiento en el Distrito de Andoas – 2021*. Universidad César Vallejo.
- GORE Puno. (2021). *Plan Regional de Saneamiento Puno 2021 - 2025* (pp. 30–31). GORE Puno.
<https://www.regionpuno.gob.pe/descargas/planes/seguridadciudadana/PLAN%20REGIONAL%20DE%20SANEAMIENTO%20PUNO%20-2021%20-%202025.pdf>
- Hernández, E. (2013). *Análisis de la sostenibilidad de los operadores de sistemas de agua potable y saneamiento en el municipio de Suchitoto, departamento de Cuscatlán*. Universidad de El Salvador.
- Hilares, M. (2018). *Saneamiento Básico Rural y la Sostenibilidad en los Pobladores de la Comunidad de Marcahuasi, Abancay, 2017*. Universidad César Vallejo.
- INEI. (2018). *Directorio de Comunidades Nativas y Campesinas*.
- INEI. (2023). *Compendio Estadístico, Perú 2023*.



- Jiménez, J. (2014). *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario*. Universidad Veracruzana.
- Lampoglia, T., Agüero, R., & Barrios, C. (2008). *ORIENTACIONES SOBRE AGUA Y SANEAMIENTO PARA ZONAS RURALES*. Asociación Servicios Educativos Rurales.
- Lockwood, H., & Smits, S. (2011). *Supporting Rural Water Supply*. International Water and Sanitation Centre and Aguaconsult.
- Lossio Moira. (2012). *Sistema de de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones*. Universidad de Piura.
- Mamani, W., & Torres, J. (2018). *Sistema de agua potable, saneamiento básico y el nivel de sostenibilidad en la localidad de Laccaicca, distrito de Sañayca, Aymaraes - Apurímac, 2017*. Universidad Tecnológica de Los Andes.
- Mejía, A., Castillo, O., & Vera, R. (2016). *Agua potable y saneamiento en la nueva ruralidad de América Latina* (Vol. 1). Banco de desarrollo de América Latina.
<https://pnsr.desa.ufmg.br/wp-content/uploads/2016/12/Agua-y-saneamiento-en-la-nueva-ruralidad.pdf>
- Ministerio de Salud. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2003). *Estudios de base para la implementación de proyectos de agua y saneamiento en el área rural* (pp. 89–90). Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
<https://www.wsp.org/sites/wsp/files/publications/tarea1.pdf>
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2012). *Guía de Opciones Técnicas para el Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento para Centros Poblados del Ámbito Rural*.



- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2018a). *DATASS: Modelo para la toma de decisiones en saneamiento*. Primera Edición.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2018b). *Norma Técnica de Diseño Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural RM 192*. MVCS.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2022, July 25). *DATASS - Sistema de Diagnóstico sobre Abastecimiento de Agua y Saneamiento en el Ámbito Rural*. <https://datass.vivienda.gob.pe/>
- Mora-Alvarado, D. A. (2018). *Estudio comparativo de cobertura de agua potable entre Panamá y Costa Rica*.
- Municipalidad Provincial de El Collao. (2023). *Reglamento de Organización de Funciones*. <https://www.municollao.gob.pe/r-o-f/>
- Organización Mundial de la Salud. (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano: Vol. 4ta Edición*.
- OTASS. (2017). *NUEVO MARCO NORMATIVO PARA LA MEJORA DE LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS DE SANEAMIENTO*. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
- Pérez-Foguet, A., Giné-Garriga, R., Boni Aristizábal, A., Delgado, O., Homs, N., & Tobías, A. (2011). *Análisis de la cobertura y accesibilidad a los servicios básicos en Cataluña*.
- PNSR. (2018). *Instrumentos técnicos que permiten obtener información de los servicios de saneamiento en el ámbito rural*.
- PRONASAR. (2004). *Criterio para la selección de opciones técnicas y niveles de servicio en sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento en zonas rurales*.
- Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la lengua española* (23a Edición).



- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2021). *Instituto de la Construcción y Gerencia*.
- SANBASUR. (2008). *Manual de capacitación a JASS*.
- Sangay, O. (2014). *Sostenibilidad del sistema de agua potable del centro poblado de Pariamarca, Cajamarca, 2014*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Smits, S., Tamayo, P., Ibarra, V., Rojas, J., Benavidez, A., & Bey, V. (2012). *Gobernanza y sostenibilidad de los sistemas de agua potable y saneamiento rurales en Colombia*. <https://publications.iadb.org/es/gobernanza-y-sostenibilidad-de-los-sistemas-de-agua-potable-y-saneamiento-rurales-en-colombia>
- Soto, A. (2014). *Sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el centro poblado Nuevo Perú, distrito La Encañada - Cajamarca, 2014*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Sucasaire, H. (2021). *Evaluación de sostenibilidad del sistema de agua aplicando metodología SIRAS 2010 y propuesta de optimización del Poblado Acocollo, Puno - 2021*. Universidad César Vallejo.
- SUNASS. (2023). *Unidad de Gestión Municipal (UGM) en ámbito rural*. Unidad de Gestión Municipal (UGM) en ámbito rural
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (2000). *Glosario de términos en gestión de los servicios de saneamiento*.
- Vierendel. (2009). *Abastecimiento de agua y alcantarillado* (4ta. Edición).
- Viessman Jr., W., Perez, E. M., Hammer, M. J., & Chadik, P. A. (2018). *Water supply and pollution control*.



Villasante, R., & Caballero, A. (2021). *Índice de sostenibilidad en el sistema de saneamiento básico en la localidad Anchicha, distrito Chacoche, provincia de Abancay - Apurímac 2018*. Universidad Tecnológica de LOs Andes.

Water For People. (2016). *Guía Metodológica para el fortalecimiento de competencias de las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS)*.



ANEXOS

ANEXO 1: Panel Fotográfico

ANEXO 2: Matriz de Consistencia

ANEXO 3: Matriz de operacionalización de variables e instrumentos

ANEXO 4: Puntajes asignados mediante la metodología SIRAS

ANEXO 5: Formato N° 01 y N° 03 Compendio SIRAS

ANEXO 6: Formato N° 01 y N° 03 Compendio SIRAS en Excel

ANEXO 7: Formato N° 02 Compendio SIRAS Comportamiento Familiar

ANEXO 8: Padrón de Usuarios

ANEXO 9: Plano del sistema de agua potable existente

ANEXO 10: Análisis de calidad de agua certificado por INACAL

ANEXO 11: Procedimiento de Creación de la UGM rural

ANEXO 12: Propuesta de Estructura Orgánica de la UGM rural

ANEXO 13: Cálculo de cuota familiar por la metodología SUNASS

ANEXO 14: Diseño propuesto

ANEXOS 15: Manual de funcionamiento UGM



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo UZ ESTEFANI ZARATE JUAREZ,
identificado con DNI 70284376 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD Y MEJORAMIENTO
DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO
MULLA CONTIHUECO - ILAVE - EL COLLADO, 2022 "

Es un tema original.

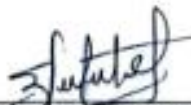
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 25 de Julio del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Liz Stefani Zariate Juarez
identificado con DNI 70284376 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Civil

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Evaluación de la sostenibilidad y mejoramiento del sistema
de agua potable en el Centro poblado de Mulla Contihueco
- Hlave - El Collao, 2022 ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 25 de julio del 20 24

FIRMA (obligatoria)



Huella