



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES**

**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
“COCHAS LA MERCED” Y PROPUESTA DE MODELO  
DE GESTIÓN.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIEROS EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**AUTORES:**

Cevallos Benavides Héctor Germán  
Vallejos Suarez Stalin Omar

**DIRECTOR:**

Blgo. Jorge Renato Oquendo Andino, MSc.

**Ibarra, junio 2018**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE “COCHAS LA  
MERCED” Y PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN.

Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su  
presentación como requisito parcial para obtener el Título de:

**INGENIEROS EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

### APROBACIÓN

**Blgo. Renato Oquendo, MSc**  
DIRECTOR DE TESIS

Firma

**Ing. Elizabeth Velarde, MSc**  
ASESORA

Firma

**Ing. Santiago Cabrera, MSc**  
ASESOR

Firma

**Ing. Tania Oña, MSc**  
ASESORA

Firma

Ibarra – Ecuador  
2018



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**

**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejamos sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual ponemos a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CEDULA DE CIUDADANÍA:</b>	100282345-6 100258571-7		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	CEVALLOS BENAVIDES HÉCTOR GERMÁN VALLEJOS SUÁREZ STALIN OMAR		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Ibarra, Barrio San José de Chorlaví, junto al conjunto habitacional Cascadas de Chorlaví		
<b>E-MAIL:</b>	germanushektoreon@gmail.com stalinxtreme@hotmail.com		
<b>TELEFONO FIJO:</b>	062631629 062631439	<b>TELÉFONO MOVIL</b>	0983130226 0983871893
<b>DATOS DE LA OBRA</b>			
<b>TÍTULO:</b>	<b>EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE “COCHAS LA MERCED” Y PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN.</b>		
<b>AUTORES:</b>	CEVALLOS BENAVIDES HÉCTOR GERMÁN VALLEJOS SUÁREZ STALIN OMAR		
<b>FECHA:</b>			
<b>SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO</b>			
<b>PROGRAMA:</b>	Pregrado		
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingenieros en Recursos Naturales Renovables		
<b>DIRECTOR:</b>	Blgo. Jorge Renato Oquendo Andino MSc.		

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Nosotros, **CEVALLOS BENAVIDES HÉCTOR GERMÁN**, con Cédula de Ciudadanía Nro. 100282345-6; **VALLEJOS SUÁREZ STALIN OMAR**, con Cédula de Ciudadanía Nro. 100258571-7 en calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales del Trabajo de Grado descrito anteriormente, hacemos la entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizamos a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con La Ley de Educación Superior Artículo 144.

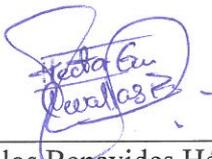
## 3. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la realiza sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y es la titular de los derechos patrimoniales; por lo que se asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 14 días del mes de junio de 2018.

**LOS AUTORES:**

**ACEPTACIÓN**



---

Cevallos Benavides Héctor Germán  
CC. 1002823456



---

Vallejos Suárez Stalin Omar  
CC. 1002585717



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

Nosotros, CEVALLOS BENAVIDES HÉCTOR GERMÁN, con Cédula de Ciudadanía Nro. 1002823456; VALLEJOS SUÁREZ STALIN OMAR, con Cedula de Ciudadanía Nro. 1002585717, manifestamos nuestra voluntad de ceder a la Universidad técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6 en calidad de autores de la obra o trabajo de grado denominado “EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE COCHAS LA MERCED Y PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN”, que ha sido desarrollado para optar por el título de INGENIEROS EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer todos los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autores nos reservamos el derecho moral de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Cevallos Benavides Héctor Germán  
CC. 1002823456

Vallejos Suárez Stalin Omar  
CC. 1002585717

Ibarra, a los 14 días del mes de junio de 2018

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por los señores CEVALLOS BENAVIDES HÉCTOR GERMÁN, con Cédula de Ciudadanía Nro. 1002823456; VALLEJOS SUÁREZ STALIN OMAR, con Cedula de Ciudadanía Nro. 1002585717, bajo mi supervisión en calidad de director.



Blgo. Renato Oquendo MSc.

DIRECTOR

Ibarra, a los 14 días del mes de junio de 2018

## DECLARACIÓN

Ibarra, a los 14 días del mes de junio de 2018

Manifestamos que la presente obra es original y se ha desarrollado sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, es original y somos los titulares de los derechos patrimoniales; por lo que asumimos la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldremos en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.



Cevallos Benavides Héctor Germán  
CC. 1002823456



Vallejos Suárez Stalin Omar  
CC. 1002585717

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**GUIA:** FICAYA-UTN

**FECHA:** 14 de junio de 2018

Cevallos, H., Vallejos, S. “**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE COCHAS LA MERCED Y PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN**”. Trabajo de titulación. Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Ibarra, 14 de junio de 2018

**DIRECTOR:** Blgo. Jorge Renato Oquendo Andino

El objetivo general fue: evaluar el sistema de agua potable “Cochas La Merced” y propuesta de un modelo de gestión hídrica local.; mientras que los objetivos específicos fueron los siguientes:

- Caracterizar la zona de captación hídrica y conflictos del sistema de agua potable.
- Evaluar el caudal en la captación, su calidad y distribución del agua.
- Diseñar una propuesta de modelo de gestión hídrica local.



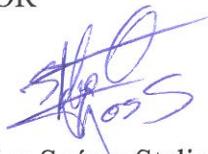
Blgo. Renato Oquendo MSc.

**DIRECTOR**



Cevallos Benavides Héctor Germán

**AUTOR**



Vallejos Suárez Stalin Omar

**AUTOR**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecemos a la ingeniera Mónica León, coordinadora de carrera y a nuestros asesores, docentes de la Escuela de Recursos Naturales Renovables por brindarnos la vialidad respectiva en el proceso de titulación.

Agradecemos también al Biólogo Renato Oquendo, quien, a través de la dirección de este trabajo de titulación, nos supo aconsejar y guiar adecuadamente en su elaboración.

A los usuarios del sistema de agua potable y a los comuneros por la inspiración sobre el tema de investigación, gracias por los valiosos comentarios y aportes.

Finalmente, un eterno agradecimiento a los directivos de Junta Administradora de Agua Potable Cochabamba La Merced, por el apoyo incondicional para el desarrollo de la presente investigación.

Y a todos los que de una u otra manera nos alentaron ante todos los inconvenientes para continuar y no darnos por vencidos en esta larga travesía de nuestra carrera.

## DEDICATORIA

Este trabajo de titulación es mi ideal, mi trabajo, mi inspiración, mi legítimo sentimiento de triunfo y una de las más altas y gratas satisfacciones de mi vida, por ello dedico esta investigación:

A mis padres Germán y Nely, por su confianza y paciencia, a mis hermanos Xavier Freddy y Alexander, a mis queridos sobrinos y a mi inspiración de vida, mi hija Scarlett, les dedico con el corazón este mi primer trabajo científico.

*Héctor*

Luego de haber pasado por muchas situaciones adversas en mi vida personal y laboral, y al poder alcanzar este anhelo profesional, dedico este trabajo de investigación a Maguita, mi querida madre, que siempre ha estado a mi lado incondicionalmente, a mi hermana María José que siempre estuvo apoyándome y a mi hermano Jimmy, que juntos todos son lo más importante que tengo en mi vida, mi familia.

*Stalin*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA .....	i
APROBACIÓN .....	ii
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN .....	iii
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE .....	iii
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR .....	v
CERTIFICACIÓN .....	vi
DECLARACION .....	vii
REGISTRO BIBLIOGRÁFICO .....	viii
AGRADECIMIENTO .....	ix
DEDICATORIA .....	x
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xvii
RESUMEN .....	18
ABSTRACT .....	19
CAPÍTULO I .....	20
1. INTRODUCCIÓN .....	20
1.1. Objetivos .....	24
1.1.1. Objetivo general .....	24
1.1.2. Objetivos específicos .....	24
1.2. Pregunta directriz .....	24
CAPÍTULO II .....	25
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	25
2.1. Caracterización ambiental .....	25
2.2. Cuenca hidrográfica .....	26
2.2.1. Zonas de recarga hídrica superficial .....	28
2.2.2. Producción de agua en los páramos andinos .....	28
2.2.3. Diagnóstico del medio biótico .....	29
2.3. Recurso hídrico .....	30
2.3.1. Disponibilidad del recurso hídrico .....	30

2.3.1.1.	Medición de caudal en las fuentes de agua .....	31
2.3.2.	Métodos participativos de identificación de conflictos .....	31
2.3.2.1.	Estudio para determinar conflictos de un sistema de agua potable .....	32
2.4.	Agua potable .....	32
2.4.1.	Sistemas de agua potable .....	33
2.4.2.	Uso doméstico del agua en los sistemas de agua potable .....	34
2.4.1.	Potabilización del agua para consumo humano .....	34
2.4.2.	Juntas administradoras de los sistemas de agua potable .....	34
2.5.	Norma de calidad del agua para consumo humano .....	35
2.6.	Líneas de conducción en los sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad .....	36
2.6.1.	Presión del agua en las líneas de conducción .....	36
2.6.2.	Estaciones o tanques reductores de presión (TRP) .....	37
2.7.	Levantamiento cartográfico del sistema .....	37
2.7.1.	Vida útil de los sistemas de agua potable .....	37
2.7.2.	Períodos de diseño para las estructuras de los sistemas .....	38
2.7.3.	Catastro de usuarios de los sistemas de agua potable .....	40
2.8.	La gestión de los recursos hídricos .....	41
2.8.1.	Modelo de gestión de los sistemas de agua potable .....	41
2.8.1.1.	El business model canvas como herramienta de diseño organizacional .....	42
2.8.1.2.	Gestión y planificación estratégica en organizaciones rurales .....	42
2.9.	Marco Legal .....	43
2.9.1.	Constitución de la República del Ecuador .....	43
2.9.2.	Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento .....	44
2.9.3.	(COOTAD) Registro Oficial Suplemento 303 de 19-oct-2010, .....	44
2.9.4.	Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 .....	44
2.9.5.	Reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del ambiente (TULSMA - Acuerdo 061) .....	45
2.9.6.	Norma INEN – 1108-5:2014 .....	46
CAPÍTULO III .....		47
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	47
3.1.	Descripción del área de estudio .....	47

3.2.	Materiales y equipos .....	48
3.3.	Diagnóstico de la zona de estudio.....	49
3.3.1.	Determinación del área de gestión.....	49
3.3.2.	Componente abiótico .....	50
3.3.2.1.	Características climáticas.....	50
3.3.2.2.	Relieve .....	51
3.3.2.3.	Hidrografía.....	51
3.3.2.4.	Caracterización del paisaje .....	51
3.3.3.	Componente biótico .....	53
3.3.3.1.	Evaluación ecológica rápida (EER).....	53
3.3.4.	Componente Social .....	54
3.3.4.1.	Metodología censal “tradicional” .....	55
3.4.	Localización y georreferenciación.....	56
3.4.1.	Generación de mapas .....	56
3.4.2.	Identificación de conflictos por el manejo del agua .....	57
3.5.	Medición de caudales en la zona de captación .....	57
3.5.1.	Procedimiento para aforo de agua mediante el método volumétrico.....	57
3.5.2.	Toma de datos .....	58
3.6.	Calidad del agua.....	58
3.6.1.	Toma de muestras .....	59
3.6.2.	Análisis físico, químico y microbiológico del agua.....	60
3.7.	Funcionalidad de las redes de distribución .....	61
3.7.1.	Presión del agua en las redes de distribución.....	62
3.7.2.	Evaluación de redes de distribución .....	62
3.8.	Diseño del modelo de gestión hídrica local .....	63
3.8.1.	Construcción de misión y visión.....	63
3.8.2.	Análisis FODA.....	64
3.8.3.	Nivel de sustentabilidad de la junta administradora de agua potable .....	65
3.8.4.	Elaboración de la propuesta de modelo de gestión.....	66
3.8.5.	Elaboración del catastro de usuarios del sistema.....	67
3.8.6.	Manual de operación y mantenimiento para el sistema.....	68
	CAPÍTULO IV .....	70

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	70
4.1.	Caracterización del área de estudio.....	70
4.1.1.	Área de gestión .....	72
4.1.2.	Características climáticas.....	73
4.1.3.	Relieve .....	74
4.1.4.	Fuente del recurso hídrico.....	76
4.1.5.	Paisaje .....	77
4.1.6.	Flora .....	80
4.1.7.	Fauna.....	81
4.2.	Componente socio económico .....	82
4.3.	Conflictos por el manejo del agua .....	83
4.4.	Caudales.....	84
4.5.	Calidad del agua.....	85
4.6.	Presión del agua en las redes de distribución.....	86
4.7.	Funcionalidad de las redes de distribución .....	88
4.8.	Catastro de usuarios del sistema .....	89
4.9.	Sustentabilidad de la junta administradora de agua potable .....	90
4.10.	Análisis FODA.....	90
4.11.	Propuesta de modelo de gestión hídrica local.....	92
4.11.1.	Introducción de la propuesta.....	93
4.11.2.	Objetivo de la propuesta .....	93
4.11.3.	Alcance de la propuesta .....	93
4.11.4.	Misión y visión .....	94
4.11.4.1.	Misión .....	94
4.11.4.2.	Visión.....	94
4.11.5.	Gestión comunitaria y organizativa del agua.....	94
4.11.5.1.	Asamblea general.....	95
4.11.5.2.	Directorio .....	95
4.11.5.3.	Funciones del Directorio.....	96
4.11.5.4.	Funciones de la Junta Administradora de Agua Potable .....	97
4.11.6.	Marco legal para el modelo de gestión hídrica .....	98
4.11.6.1.	Ley orgánica de recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento .....	98

4.11.7.	Campo de acción.....	105
4.11.8.	Caracterización del sistema de agua potable .....	105
4.11.8.1.	Red Jurapango Alto.....	107
4.11.8.2 .	Red Jurapango Bajo .....	107
4.11.8.3.	Red Ingotola .....	107
4.11.8.4.	Red Cochas .....	108
4.11.9.	Programas de gestión .....	108
4.11.9.1.	Condiciones de operación y mantenimiento .....	109
4.11.9.2.	Esquema de planificación estratégica de la J.A.A.P.....	111
4.11.9.3.	Reglamento interno de la J.A.A.P.....	113
4.11.9.4.	Programa anual de trabajo (PAT) .....	114
4.11.9.5.	Tarifa a pagar por cada beneficiario .....	114
4.11.9.6.	Registro de supervisión del sistema y de usuarios.....	115
4.11.10.	Resultados e impactos esperados .....	116
4.11.11.	Tiempo de ejecución .....	116
4.11.12.	Estrategia de seguimiento y evaluación.....	117
4.11.13.	Catastro de usuarios .....	117
4.11.13.1.	Conceptos generales .....	118
4.11.13.2.	Ubicación del sistema de agua potable.....	118
4.11.13.3.	Materiales .....	118
4.11.13.4.	Padrón de usuarios.....	119
4.11.14.	Operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua en la comunidad .....	124
CAPÍTULO V .....		176
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	176
5.1.	CONCLUSIONES .....	176
5.2.	RECOMENDACIONES.....	178
REFERENCIAS .....		179
ANEXOS.....		185

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Extensión de las demarcaciones hidrográficas	20
Tabla 2. Norma INEN 1108-5	35
Tabla 3. Materiales utilizados en el presente estudio	49
Tabla 4. Rango de pendientes	51
Tabla 6. Calificación de calidad visual	53
Tabla 5. Factores de calidad visual del paisaje	52
Tabla 8. Puntos de muestreo de agua para análisis	59
Tabla 10. Parámetros a ser analizados bajo la norma INEN 1108-5	61
Tabla 11. Rangos de funcionalidad	63
Tabla 12. Indicadores de sustentabilidad	65
Tabla 13. Número de usuarios por red de distribución	70
Tabla 14. Relieve del área de estudio	76
Tabla 16. Especies de flora encontradas identificadas	80
Tabla 17. Especies de fauna encontradas	81
Tabla 18. Caudales en la captación	84
Tabla 19. Análisis de calidad de agua	85
Tabla 20. Presión del agua en las redes de distribución	87
Tabla 21. Evaluación de la funcionalidad de las redes de distribución	88
Tabla 22. Modelo empresarial de la Junta Administradora de Agua Potable	91
Tabla 23. Análisis FODA de la Junta Administradora de Agua Potable	92
Tabla 24. Directorio de la J.A.A.P.	96
Tabla 25. Funciones del directorio de la J.A.A.P.	96
Tabla 26. Usuarios de redes por sector	105
Tabla 27. Costos de operación y mantenimiento	109
Tabla 28. Registro de supervisión del sistema	116
Tabla 29. Objetivos del manual de operación y mantenimiento	117
Tabla 30. Indicadores de seguimiento	119
Tabla 31. Padrón de usuarios del sistema	125

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio	48
Figura 2. Mapa base del área de estudio	71
Figura 3. Mapa de áreas de gestión	72
Figura 4. Mapa climático del área de gestión	74
Figura 5. Mapa de relieve del área de gestión	75
Figura 6. Mapa de la microcuenca receptora	77
Figura 7. Vista del Cerro Cusín desde la vía Zuleta-San Pablo	79
Figura 8. a) Al fondo vista hacia el Cerro Cubilche; b) Al fondo vista hacia la Cordillera; c) Vista hacia el Lago San Pablo	80
Figura 9. Conflictos identificados	83
Figura 10. Nivel de sustentabilidad del Sistema	90
Figura 11. Mapa de redes de distribución	106
Figura 12. Estructura de planificación	112

## RESUMEN

El agua es un recurso estratégico, que en las comunidades rurales de Ecuador muestra una distribución inadecuada y condiciones de calidad no aptas para consumo humano. En la comunidad Cochas La Merced, las entidades sectoriales y la junta administradora no pueden empoderarse de este problema con respecto a la gestión de los recursos hídricos. La investigación se centra en evaluar el sistema de agua potable y proponer un modelo de gestión para el manejo sostenible de los recursos hídricos. La etapa inicial aborda la caracterización ambiental del área de la fuente de agua y determinar sus conflictos. En la segunda etapa se llevó a cabo la evaluación del caudal en la fuente, su calidad mediante análisis físicos, químicos y microbiológicos, y también en la distribución. Luego, se midió la presión del agua y se evaluó la funcionalidad del sistema, registrando presiones en la parte alta, media y baja de la red. Finalmente, se diseñaron la propuesta del modelo de gestión, catastro de usuarios y manual de operación y mantenimiento del sistema. La caracterización ambiental muestra que la escasez de agua representa un índice del 42.65% y se percibe como el factor más crítico. El caudal obtenido en la época seca fue de 2,8l/s y en la época lluviosa fue de 4,5l/s. Los componentes de funcionalidad del sistema se clasificaron con un rango de 4 a 7 de funcionalidad promedio. Finalmente, se realizó una reunión con los directivos y los 223 usuarios para establecer la propuesta del Modelo de gestión.

**Palabras clave:** modelo, gestión, captación, hídrica, conflictos.

## ABSTRACT

Water is a strategic resource, which in the rural communities of Ecuador shows an inadequate distribution and quality conditions unhealthy for human consumption. In the Cochas La Merced community, the sectoral entities and the administrative board can not be empowered of this problem with respect to the management of water resources. The research focuses on evaluating the drinking water system and proposing a management model for the sustainable management of water resources. The initial stage addresses the environmental characterization of the area of the water source and determine their conflicts. In the second stage the evaluation of the flow at the source, its quality through physical, chemical and microbiological analysis, and also in the distribution was carried out. Then, the water pressure was measured and the functionality of the system was evaluated, recording pressures in the high, medium and low part of the network. Finally, the proposal of the management model, user cadastre and operation and maintenance manual of the system was designed. The environmental characterization shows that water scarcity represents an index of 42.65% and is perceived as the most critical factor. The flow obtained in the dry season was 2.8 l / s and in the rainy season it was 4.5 l / s. The functionality components of the system were classified with a range of 4 to 7 of average functionality. Finally, a meeting was held with the managers and the 223 users to establish the proposal.

**Keywords:** model, management, catchment, water, conflicts.

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

La sociedad recurre al agua para generar y mantener el crecimiento económico y la prosperidad, mediante actividades tales como la agricultura, la pesca comercial, la producción de energía, la industria, el transporte y el turismo. El bienestar de la sociedad requiere agua en cantidad y calidad suficientes para el desarrollo de todas las actividades humanas (MAE, 2015). Para los fines de este estudio, se concuerda con el criterio de Serapaz (2006) sobre conflicto como una disputa entre personas, u organizaciones que compiten por un recurso limitado.

El ser humano siempre ha necesitado agua para vivir. En sus inicios la humanidad se asentaba al lado o cerca de los ríos o lagos para proveerse de agua, pero en la medida que las sociedades se densificaban, la aparición de la agricultura, ganadería, cambio de uso del suelo, actividades domésticas, industria e hidroeléctricas, ese tipo de abastecimiento ya no era suficiente debido a la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Situación que, en nuestra historia, en la época moderna principalmente, ha provocado enfermedades hasta epidemias que han puesto en riesgo la vida en sociedad, como la que ocurrió en la ciudad de Londres, que provocó que miles de familias migraran de vuelta al campo huyendo de la enfermedad y muerte (Moreira, 2015).

A nivel doméstico, hay varias estrategias para un uso eficiente del agua: los sanitarios de bajo consumo ahorran hasta 50% de agua por descarga, duchas de bajo consumo de agua, aireadores que inyecten aire y aumenten el chorro de agua de los grifos, sensores que solo permitan la salida de agua cuando se ponga las manos bajo ellos, entre otros. Además, también se ahorra agua si se coloca cargas adecuadas de ropa en las lavadoras o se utiliza

equipos que necesiten una menor cantidad de agua. Otras estrategias son mantener instalaciones hidráulicas y sanitarias en buen estado y sin pérdidas; regar los jardines en horas de poco sol para evitar la evaporación y aprovechar mejor la capacidad (MAE, 2015).

En los últimos años, en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe se han realizado reformas en las legislaciones y organizaciones orientadas a la gestión y el aprovechamiento del recurso agua. La diversidad de culturas, climas, así como las actividades políticas y financieras en cada uno de estos países ha ocasionado que cada día se busquen nuevos y mejores procedimientos para llevar a cabo una correcta gestión integrada de los recursos hídricos (Contreras, 2006).

La gestión del agua no sólo es un tema de disponibilidad de recursos, sino un asunto de gobernanza, ya que involucra a un sinnúmero de actores a diferentes escalas: cuenca, municipio, región, nacional o internacional. Es por ello que éste trabajo presenta cuatro experiencias desarrolladas por mancomunidades de municipios. Su temática se encuentra vinculada con la gobernanza del agua y la gestión integrada de los recursos hídricos en microcuencas (Saavedra y Del Castillo, 2014).

Como indica el Informe sobre Desarrollo, efectuado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2006) la demanda de agua para consumo humano se ha incrementado en los últimos 100 años debido al crecimiento poblacional de una sociedad principalmente industrial y capitalista. Según el Foro de Recursos Hídricos (2013) existen más de 1100 millones de habitantes de los países en vías de desarrollo que no tienen acceso adecuado al agua y más de 2600 millones de personas no cuentan con servicios básicos de saneamiento.

Es indiscutible que la “crisis mundial del agua” tiene relación con problemas de pobreza, inequidad, injusticia y gestión del recurso hídrico, se vincula a la crisis mundial de los modelos económicos vigentes y a los fenómenos relacionados con el cambio climático (Foro Recursos Hídricos, 2013). En este contexto, la gestión del agua se vuelve un tema relacionado con el poder y, por ende, con la distribución del recurso. La intervención

sobre la gestión del agua para consumo humano debe atender esta gran complejidad que atraviesan los elementos socio-cultural, organizacionales, políticos, económicos, técnicos y ambientales, por lo que se está atravesando con la denominada “crisis mundial del agua”

La Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua (2014) en su naturaleza jurídica menciona que: “El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida, elemento vital de la naturaleza y fundamental para garantizar la soberanía alimentaria”. Generalmente las actuaciones del Estado para enfrentar los conflictos en torno al agua se presentan cuando éstos ya han adquirido dimensiones considerables. Mientras tanto las situaciones conflictivas no son tratadas, o son tratadas con criterio de trámite burocrático. Por otra parte, Zapatta (2010) afirma que el período de ajuste hídrico se caracteriza por la falta de actualización de estudios hidrológicos y de inventarios de los recursos hídricos.

En la ciudad de Ibarra, la empresa municipal de agua potable y alcantarillado (EMAPA-I) es la responsable de la gestión, abastecimiento y suministro de agua potable a los barrios y comunidades del cantón, en este caso la empresa municipal no tiene la suficiente cobertura, por lo que se entrega en manejo comunitario, a través de la junta administradora de agua potable como prestación de servicios comunitarios de agua, misma que se encuentra inscrita en el registro público del agua como establece la ley.

La problemática del agua, vista como un recurso fundamental para el desarrollo de la vida, es abordada desde un conjunto de puntos de vista y particularidades, por lo general hace mayor énfasis en la calidad y cantidad actual y finalmente en la gestión y administración del recurso. La sostenibilidad de los servicios en el medio rural ha sido ampliamente debatido, tratado e identificado como uno de los principales riesgos para conseguir un acceso universal a los servicios de agua potable.

En los últimos años ha existido mayor movilización social en torno a la administración del agua, que ha estado impulsada por diversos actores: organizaciones indígenas y campesinas, ONG's, Foro Nacional del Agua y municipios, pero no han logrado trascender a un movimiento de defensa del agua con ciertas repercusiones en las políticas

de estado. “Desde el punto de vista de la gestión institucional en la Juntas Administradoras de Agua Potable existen varios problemas como: desorden en responsabilidades, dispersión de funciones, falta de acceso transparente y amplio a la información” (Escola, 2015).

Uno de los factores que ha influido negativamente en la posibilidad de articulación y sensibilización de los actores, ha sido la limitada información que se dispone, lo que no ha permitido evidenciar de manera sólida los conflictos presentes por la acumulación, mal reparto y las futuras tensiones que se generarán en torno al recurso. Las debilidades organizacionales, administrativas, financieras y técnicas en la Junta de agua potable, son expresadas en una inadecuada administración, operación, mantenimiento y protección del sistema y un bajo nivel de gestión relacionado con los temas de protección. Los habitantes de la comunidad Cochabamba no se encuentran suficientemente informados sobre los problemas de cantidad, calidad, distribución, acceso y gestión del recurso hídrico.

La importancia de conocer todos estos factores, la conflictividad social que rodea el aprovechamiento, la administración, la operación, mantenimiento y protección del recurso son los elementos fundamentales para proyectar un accionar en torno al agua. El manejo y formas de gestión de las actividades en el sistema de agua potable tienen un reflejo directo sobre los atributos de calidad y cantidad de agua, por ello el presente trabajo ayudará para: diseñar planes hídricos locales, ajustar y aplicar estrategias para conservar y proteger el recurso, garantizar la calidad, cantidad, uso eficiente del agua y generar opinión pública sobre prioridades, problemas y alternativas.

El estudio analiza la situación del manejo y gestión del agua tanto en las zonas de, captación, tratamiento y distribución en la comunidad, y propone lineamientos y criterios que apoyen a los administradores del agua a nivel local, parroquial, y a las organizaciones e instituciones que tienen relación directa con el tema, esto contribuye a definir estrategias y acciones para diseñar un modelo de gestión hídrica local.

## **1.1.Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo general**

Evaluar el sistema de agua potable “Cochas La Merced” y propuesta de un modelo de gestión hídrica local.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar la zona de captación hídrica y conflictos del sistema de agua potable.
- Evaluar el caudal en la captación, su calidad y distribución del agua.
- Diseñar una propuesta de modelo de gestión hídrica local.

## **1.2.Pregunta directriz**

¿Es posible diseñar un modelo de gestión hídrica en base a la evaluación del caudal, calidad y distribución del agua en el sistema de agua potable Cochas La Merced?

## **CAPÍTULO II**

### **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

En este capítulo se presenta una revisión de los conceptos básicos que se vinculan y sustentan esta investigación, provienen de investigaciones afines extraídas de libros, revistas, artículos científicos y demás documentos especializados, como también un marco legal que rige en el manejo y gestión de los recursos hídricos del Ecuador.

#### **2.1. Caracterización ambiental**

Algunas fuentes de información básica e idónea para la localización y delimitación del área de estudio, las constituyen las cartas y mapas topográficos y fotografías aéreas a distintas escalas, editados por el Instituto Geográfico Militar (IGM) u otros organismos nacionales, así como las imágenes de satélite y de radar procesadas, incluso las fotografías aéreas levantadas con drones (IGM, 2016).

A continuación se señalan un conjunto de lineamientos a considerar en el proceso de localización, delimitación y caracterización del área de estudio:

- Descripción y representación cartográfica de la ubicación del área de estudio a niveles nacional, regional y local. La representación cartográfica debe contener explícitamente una indicación del norte, escala gráfica, leyenda, coordenadas geográficas que definen el área de estudio, y la fuente de la cual se tomó la base cartográfica.
- Ubicación del área de estudio en atención a la división político-territorial a la cual se circunscribe, ya sea provincial, municipal o parroquial.

- Descripción de la localización fisiográfica del área de estudio dentro de las cuales se ubica el sector de interés.
- Indicar la superficie aproximada que abarca el área de interés de la investigación planteada (Méndez y Cartaya, 2007).

## **2.2.Cuenca hidrográfica**

Shinomi (2001) describe a la cuenca hidrográfica como un área geográfica cuyas aguas superficiales vierten a una red hidrográfica común, constituyéndose a su vez un cause mayor que puede desembocar en un río principal, lago o directamente hacia el mar, adicionalmente afirma que uno de los fenómenos más frecuentes, producido por prácticas agrícolas inadecuadas, es la erosión hídrica, la cual es causada por la acción de la energía cinética de las gotas de lluvia al impactar una superficie de terreno desnudo, o no estar debidamente protegida por una capa vegetal, por tal motivo, es necesario hacer conciencia, de la importancia que reviste el manejo integrado de las cuencas, tanto para evitar su deterioro como para asegurar las características hidrológicas de las mismas (Pérez, 2003).

La relación entre el ser humano y el agua es tan antigua como nuestra historia como especie. Desde los inicios de la agricultura el hombre ha desarrollado maneras de usar el agua en su beneficio. Conforme se desarrollaron nuevas técnicas se pasó de redirigir torrentes de agua a poder controlar y regular sus caudales, en algunos casos con fines agrícolas y de producción, en otros para suministrar agua potable a la población (FAO, 2014).

Jiménez (2009), en su publicación menciona que el manejo integrado de cuencas hidrográficas es un proceso interactivo de decisiones sobre los usos y las modificaciones a los recursos naturales dentro de una cuenca, éste proceso provee la oportunidad de hacer un balance entre los diferentes usos que se le pueden dar a los mismos y los impactos que estos tienen en el largo plazo para su sostenibilidad, esto implica la formulación y desarrollo de actividades que involucran a los recursos naturales y humanos de la cuenca, de ahí que en este proceso se requiera la aplicación de las ciencias sociales y naturales.

Asimismo, conlleva la participación de la población en los procesos de planificación, concertación y toma de decisiones. Por lo tanto, el concepto integral implica el desarrollo de capacidades locales que faciliten la participación, un enfoque básico de manejo de cuencas es reducir la vulnerabilidad socio ambiental.

La gestión conjunta de cuencas, se entiende como la cohesión de una variedad de actores que, en un ejercicio de acción conjunta y afinamiento de responsabilidades, conforman una masa crítica que fortalece una visión integrada para lograr objetivos comunes, ésta modalidad de gestión se ha fortalecido con los éxitos alcanzados en manejo y gestión de cuencas hidrográficas ante los múltiples problemas que nos agobian, tales como la degradación acelerada de los recursos naturales, alta vulnerabilidad ante amenazas naturales, pérdida de biodiversidad, pobreza e inseguridad alimentaria (Matus y Faustino, 2009).

La CEPAL (2012), en el diagnóstico de la estadística del agua en Ecuador, menciona que, para la administración del agua, SENAGUA ha dividido el país en nueve demarcaciones hidrográficas, donde las islas Galápagos están dentro de la demarcación hidrográfica del Guayas, las demarcaciones incluyen a su vez a cuencas y microcuencas en un total de 740 unidades hidrográficas, como se observa en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Extensión de las demarcaciones hidrográficas

Nº	Demarcación hidrográfica	Unidades hidrográficas	Extensión Km <sup>2</sup>
1	Guayas	419	43.181,86
1-1	Galapagos	1	8.225,71
2	Manabi	57	11.933,39
3	Napo	6	65.206,18
4	Puyango - Catamayo	46	10.859,97
5	Esmeraldas	147	32.078,27
6	Jubones	23	11.409,29
7	Mira	58	6.847,54
8	Pastaza	12	32.154,88
9	Santiago	11	34.445,91
	<b>Total</b>	<b>740</b>	<b>256.370,00</b>

Fuente: SENAGUA, (2014)

### **2.2.1. Zonas de recarga hídrica superficial**

Prácticamente es toda la cuenca hidrográfica, excluyendo las zonas totalmente impermeables, es el área que se humedece después de cada lluvia, originando escorrentía superficial, según las condiciones de drenaje, como el relieve del suelo y su saturación. La medición de este caudal se realiza en el cauce principal del río y se conoce como descarga superficial o caudal de escorrentía superficial (Matus y Faustino, 2009).

En relación a la disponibilidad, Faustino (2006) afirma que la acelerada reducción de la disponibilidad de las fuentes de agua, son consecuencia del deterioro de las zonas de recarga hídrica, la baja eficiencia del uso del agua y la contaminación de ríos y reservorios de agua.

### **2.2.2. Producción de agua en los páramos andinos**

El ecosistema páramo ha proporcionado una importante función socioeconómica a la comunidad andina como su principal fuente de agua. Debido a las circunstancias climáticas especiales, los suelos volcánicos poco profundos y porosos con alto contenido de materia orgánica y su topografía formada por la acción de los glaciares la hidrología superficial del páramo tiene características extraordinarias. Comparado con cuencas montañosas en otras regiones, los ríos que descienden desde los páramos tienen un flujo base sostenido como un resultado de la elevada capacidad de regulación del agua del páramo. Sin embargo, esta función está amenazada por un incremento de la actividad humana durante los últimos años. Cada vez más, el páramo es usado para pastoreo intensivo de ganado, cultivos de papas y fréjoles y plantaciones de pinos entre otros (Iñiguez y De Bièvre, 2012).

Llambi (2012) hace mención en su libro sobre ecología, hidrología y suelos de páramos, que el suministro y regulación de agua de excelente calidad, es el servicio más significativo de los ecosistemas alto andinos para la sociedad. Más de cien millones de personas se benefician del agua para uso urbano, agrícola, industrial y para la generación eléctrica. Aun así, el conocimiento con el que se dispone sobre la hidrología del páramo

ha sufrido un tardío desarrollo, y la transmisión de información oportuna hacia los tomadores de decisiones y actores directos del agua no ha sido priorizada. Esto se torna más crítico cuando nos enfrentamos a fenómenos mayores como el cambio climático.

El conocimiento sobre la importancia del páramo para los recursos hídricos, ha hecho que muchas comunidades rurales, representadas por sus Juntas de Agua y gobiernos locales denominados Cabildos, sientan con mayor fuerza la necesidad de tomar control sobre este ecosistema. Hoy en día las comunidades campesinas e indígenas de la sierra ecuatoriana exigen ser incluidas dentro de los procesos de toma de decisiones sobre ecosistemas altoandinos gestionados por los gobiernos locales y/o proyectos de cooperación internacional, esto incluye, tanto comunidades con territorios parameros, como otras que, a pesar de no tener acceso directo al ecosistema, dependen del páramo para mantener sus fuentes de agua y, por ende, sienten la necesidad de intervenir en cualquier proceso relacionado con él (Armijos, 2011).

Entender la meteorología y la hidrología como base para la toma de decisiones y acciones sobre los ecosistemas, es fundamental para guiar las actividades hacia la conservación y recuperación de los servicios ambientales que prestan, pero, sobre todo, para valorar el agua como un elemento cultural y ambiental significativo, que por años nuestros pueblos, con sabiduría, consideraron como la sangre de la Pachamama (Llambi, 2012).

### **2.2.3. Diagnóstico del medio biótico**

Según Sayre (2000) una evaluación ecológica rápida (EER) de una zona o región terrestre es un estudio flexible, acelerado y enfocado de los tipos de vegetación y especies. Las EER utilizan una combinación de imágenes de sensores remotos, sobrevuelos de reconocimiento, obtención de datos de campo y visualización de información espacial para generar información de utilidad para la planificación de conservación a escalas múltiples.

El informe técnico de Ramsar (2010) indica que la importancia de señalar que los métodos de evaluación rápida para aguas continentales no están generalmente concebidos para

tener en cuenta la variación temporal, como la estacionalidad, en los ecosistemas y pueden usarse algunos métodos de evaluación rápida en estudios repetidos como elementos de un programa integrado de monitoreo para abordar dicha variación temporal.

### **2.3. Recurso hídrico**

El origen del mundo y de los seres humanos es el agua. Es por ello que el valor cultural del agua trasciende en la gran mayoría de culturas indígenas, pueblos y nacionalidades de América. En ellas, su vida económica, política, social y cultural gira alrededor de este elemento el cual genera múltiples relaciones sociales, culturales, familiares, políticas, organizativas y económicas (Avila, 2006).

Sin embargo, mientras que para los pueblos originarios el agua es generadora de vida y sabiduría, para la mayoría de la sociedad y para la institucionalidad estatal, hasta antes de la Constitución de Montecristi del 2008, el agua fue vista apenas como un recurso de consumo o también un bien transable en manos del mercado, entorno al agua transcurre una gran parte de la vida de los sectores rurales, que entienden que el agua es “la sangre de la vida”. Este valor social y cultural del agua tiene una dimensión colectiva, a nivel de organizaciones de usuarios tiene un peso fundamental, ya que el agua no se gestiona individualmente sino a nivel colectivo (CEPAL, 2015).

#### **2.3.1. Disponibilidad del recurso hídrico**

La disponibilidad de agua en el Ecuador puede variar de 4320000 hm<sup>3</sup>/año en época lluviosa hasta solo 146000 hm<sup>3</sup>/año en época seca. La mayor parte del agua utilizada proviene de los recursos superficiales y sus principales usos son: riego (82%), uso doméstico (12%) y uso industrial (6%). Los recursos subterráneos de agua han sido poco estudiados, pero se estima que el país posee un potencial de 10400 hm<sup>3</sup>/año, de los que se aprovecha solo un 3% (Subsecretaría de Riego y Drenaje, 2013).

### **2.3.1.1. Medición de caudal en las fuentes de agua**

González (2014) menciona que la información de la cantidad de agua es importante para conocer la disponibilidad de la misma, mediante un análisis estadístico de los registros históricos de caudales de nuestros ríos, quebradas, riachuelos, bocatomas, pozos, y manantiales, ésta información es significativa para la estimación de la cantidad de agua que entra y sale de una cuenca, la planificación de suministro de agua para consumo humano, predecir inundaciones o sequías y para planificar la distribución del agua para los diferentes usos.

Es necesario medir la cantidad de agua de las fuentes, para conocer la cantidad de población a la que puede alcanzar, el aforo es la operación de medición del volumen de agua en un tiempo determinado, ésto es, el caudal que pasa por una sección de un curso de agua, el valor del caudal mínimo debe ser mayor que el consumo máximo diario con la finalidad de cubrir la demanda de agua de la población futura., lo ideal sería que los aforos se efectúen en las temporadas críticas de los meses de estiaje y de lluvias, para conocer caudales mínimos y máximos (Jouravlev, 2004).

### **2.3.2. Métodos participativos de identificación de conflictos**

De acuerdo a Geilfus (2002) son herramientas que sirven para el diagnóstico, planificación y seguimiento del proyecto y presentan las siguientes características: están previstos para ser utilizados en forma grupal, se adaptan mejor a un enfoque interdisciplinario, están previstos para trabajar directamente en el campo con las comunidades y los agricultores, se aprende con la gente, enfocando los conocimientos, las prácticas y las experiencias locales; usados correctamente, permiten un aprendizaje rápido, progresivo e interactivo.

Los métodos permiten la verificación de resultados a partir de fuentes de información, métodos y participantes, éstos métodos no eliminan la necesidad de revisar la información disponible, previo a cualquier acción de campo, ni de llevar a cabo estudios más profundizados, pero permiten determinar con mayor precisión y certeza donde se necesitan dichos estudios (Tamil, 1992).

### **2.3.2.1. Estudio para determinar conflictos de un sistema de agua potable**

Constituye un ciclo que por definición es dinámico y puede atravesar por distintas etapas que comprenden: latencia, origen, maduración, despliegue y transformación del conflicto, y que según Caballero (2012) se definen de la siguiente manera:

- Latencia: se reconoce la existencia del problema, aunque no se realiza ninguna acción al respecto.
- Origen: se definen intereses y posiciones, y se inician acciones para resolver el problema.
- Maduración: se desarrollan las estrategias a ser empleadas.
- Despliegue: el conflicto ingresa en una confrontación a veces violenta, en donde las posibilidades de diálogo o negociación se han roto y las partes buscan imponer su voluntad y sus intereses.
- Transformación: es la fase de “resolución”, se llama así porque las partes encuentran una salida al conflicto.

### **2.4. Agua potable**

La guía para la calidad del agua potable, tercera edición de la Organización Mundial de la Salud (2006) afirma que, el acceso al agua potable es una cuestión importante en materia de salud y desarrollo en los ámbitos nacional, regional y local. En algunas regiones, se ha comprobado por medio de planes de salubridad del agua completos y aplicados a sistemas concretos, que las inversiones en sistemas de abastecimiento de agua y de saneamiento pueden ser rentables desde un punto de vista económico, ya que la disminución de los efectos adversos para la salud y la consiguiente reducción de los costos de asistencia sanitaria son superiores al costo de las intervenciones. Dicha afirmación es válida para diversos tipos de inversiones, desde las grandes infraestructuras de abastecimiento de agua al tratamiento del agua en los hogares. La experiencia ha demostrado que las medidas destinadas a mejorar el acceso al agua potable favorecen en particular a los pobres, tanto de zonas rurales como urbanas, y pueden ser un componente eficaz de las estrategias de mitigación de la pobreza (CONAGUA, 2012).

### **2.4.1. Sistemas de agua potable**

Cano (2006) menciona que el sistema de agua potable es el conjunto de componentes construidos e implementados para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir agua a los usuarios en la zona urbana y rural. Los sistemas pueden funcionar a gravedad, bombeo o pueden ser mixtos para la circulación del agua desde la captación hasta la red de distribución, en el sistema a gravedad se aprovecha la pendiente del terreno, en el sistema por bombeo se necesita el uso de equipo electromecánico, mientras que en el sistema mixto, se aprovecha la gravedad del terreno y el equipo electromecánico.

El sistema de agua potable está constituido de los siguientes componentes:

- Captación, es el sitio en donde se origina el agua y también el sistema, puede ser una fuente superficial o subterránea, la construcción de la estructura se lo puede realizar con materiales de hormigón para muros y tanques, mientras que para los pozos deber estar recubiertos con tuberías de PVC o acero.
- Conducción, se refiere a la línea de conducción de agua desde la captación hasta el tanque de tratamiento, forma parte de la línea de conducción las tuberías que deben estar enterradas y por lo general son de material PVC, polietileno, asbesto cemento o hierro de diferente diámetro según la necesidad y la cantidad de agua que circule.
- Almacenamiento-tratamiento, pueden ser uno o varios tanques en dónde el agua proveniente de la captación recibe tratamientos para eliminar contaminantes y dejarla en las condiciones que cumplan con la norma de calidad de agua apta para el consumo humano, los tratamientos que debe recibir el agua dependerán de la calidad originaria desde la captación y de los equipos e insumos con los que cuente la empresa prestadora del servicio.
- Distribución, dentro de este componente se encuentran las redes de distribución mediante las tuberías implementadas para hacer llegar el agua ya tratada a los usuarios en los domicilios, para esto se toma en cuenta la instalación de los medidores con la finalidad de garantizar la medida y el valor a pagar según la cantidad de consumo (Santacruz, 2018).

#### **2.4.2. Uso doméstico del agua en los sistemas de agua potable**

Se refiere al agua usada en las viviendas, su uso depende principalmente del clima y la clase socioeconómica de los usuarios. El consumo doméstico medio de una clase socioeconómica puede presentar diferencias por diversas causas, entre las que sobresalen: la presión en la red, la intermitencia en el servicio, la suficiencia del abastecimiento de agua, la existencia de alcantarillado sanitario y el precio del agua. Cuando el análisis se realiza para una red de distribución existente, preferentemente se debe utilizar información de usuarios por tipo de toma y sus respectivos consumos. La obtención del consumo se realiza a través de un análisis de los consumos del organismo operador considerando las tomas con medición y sin tandeo, ya que representa el agua que la población está dispuesta a consumir a la tarifa actual (CONAGUA, 2012).

#### **2.4.1. Potabilización del agua para consumo humano**

El método de desinfección más aplicado en los sistemas de abastecimiento de agua, es el que emplea cloro y sus compuestos derivados en el tratamiento. La finalidad principal de la cloración es destruir las bacterias por la acción germicida del cloro. También son importantes otros efectos secundarios como la oxidación del hierro, el manganeso y los sulfuros de hidrógeno, así como la destrucción de algunos compuestos que producen olores y sabores. El cloro es el desinfectante más efectivo para las bacterias y los virus porque el efecto residual de la desinfección puede y debe durar hasta el grifo del consumidor (Junta de Castilla, 2009).

#### **2.4.2. Juntas administradoras de los sistemas de agua potable**

Son organizaciones comunitarias, sin fines de lucro que tienen la finalidad de prestar el servicio público de agua potable y saneamiento. Su accionar se fundamenta en criterios de equidad, solidaridad, interculturalidad, eficiencia económica, sostenibilidad de recurso hídrico, calidad en la prestación de los servicios y en el reparto del agua. Cuando las juntas presten el servicio de saneamiento se llamarán Juntas administradoras de agua

potable y saneamiento; caso contrario ésta última palabra quedará exenta de su denominación (Ley de Recursos Hídricos, 2014).

## 2.5. Norma de calidad del agua para consumo humano

La calidad del agua debe ser evaluada antes de la construcción del sistema de abastecimiento. El agua en la naturaleza contiene impurezas, que pueden ser de naturaleza físico-química o bacteriológica y varían de acuerdo al tipo de fuente. Cuando las impurezas presentes sobrepasan los límites recomendados, el agua deberá ser tratada antes de su consumo. Además de no contener elementos nocivos a la salud, el agua no debe presentar características que puedan rechazar el consumo (Lampoglia, 2008).

Los sistemas de abastecimiento de agua potable deberían acogerse al Reglamento de buenas prácticas de manufactura del Ministerio de Salud Pública (INEN, 2014). El agua potable debe cumplir con los requisitos que se establecen en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Norma INEN 1108-5

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	No objetable
Sabor	---	No objetable
<b>INORGÁNICOS</b>		
Antimonio, Sb.	mg/l	0,02
Arsénico, As.	mg/l	0,01
Bario, Ba.	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	2,4
Cadmio, Cd.	mg/l	0,003
Cianuros	mg/l	0,07
Cloro libre residual	mg/l	0,3 a 1,5 <sup>1)</sup>
Cobre, Cu.	mg/l	2,0
Cromo, Cr.	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Mercurio, Hg.	mg/l	0,006
Níquel, Ni.	mg/l	0,07
Nitratos	mg/l	50
Nitritos	mg/l	3,0
Plomo, Pb.	mg/l	0,01
Radiación total $\alpha^*$	Bq/l	0,5
Radiación total $\beta^{**}$	Bq/l	1,0
Selenio, Se.	Bq/l	0,04

- 1) Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos \* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radio nucleídos:  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{224}\text{Ra}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$

\*\* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radio nucleídos:  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{129}\text{I}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{228}\text{Ra}$

---

#### MICROBIOLÓGICOS

---

Coliformes totales (1) NMP/100 ml	< 2*
Coliformes fecales NMP/100 ml	< 2*
Criptosporidium, número de quistes/100 litros	Ausencia
Giardia Lambia, número de quistes/100 litros	Ausencia

---

\* < 2 significa que en el ensayo del NMP utilizando una serie de 5 tubos por dilución, ninguno es positivo

(1) En el caso de los grandes sistemas de abastecimiento, cuando se examinen suficientes muestras, deberá dar ausencia en el 95% de las muestras, tomadas durante cualquier período de 12 meses.

---

Fuente. INEN 2014

## 2.6. Líneas de conducción en los sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad

Dentro de un sistema de abastecimiento de agua, se le llama línea de conducción, al conjunto integrado por tuberías y dispositivos de control, que permiten el transporte del agua en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión desde la fuente de abastecimiento, hasta el sitio donde será distribuida. La pérdida de presión es la principal consideración en el diseño de cualquier tubería, aunque existen innumerables fuentes de pérdida de presión a lo largo de las tuberías, éstas se pueden dividir para su estudio en pérdidas mayores o de fricción y en pérdidas menores o localizadas (Martínez y Castillo, 2010).

### 2.6.1. Presión del agua en las líneas de conducción

Las líneas de conducción de agua se calculan siguiendo varios procedimientos existentes. Su diseño en general consiste en definir el diámetro en función de las pérdidas de carga, a partir del gasto que se conducirá y el material de la tubería. Se pueden presentar dos condiciones de operación de la tubería, por bombeo o gravedad. En el caso de tuberías sujetas a la presión de la gravedad se pueden presentar dos situaciones:

- a) Donde la diferencia de alturas apenas es suficiente, para proporcionar una presión adecuada para el funcionamiento, el problema consiste en conservar la

energía usando tubos de diámetros grandes para tener mínimas pérdidas de carga por fricción y evitar bombeo de auxilio.

- b) Cuando la diferencia de altura entre la fuente de abastecimiento y la ubicación del sitio a abastecer, es tal que la presión proporcionada es mayor a la requerida, el problema radica en reducir las ganancias de presión, lo cual se logra seleccionando tuberías de diámetros más pequeños (Martínez y Castillo, 2010).

### **2.6.2. Estaciones o tanques reductores de presión (TRP)**

Si en el perfil aparecen depresiones muy profundas, puede ser económico colocar depositas intermedios llamados cajas rompedoras de presión, que tienen por objeto fragmentar la línea piezométrica, reducir la altura de presión y establecer un nuevo nivel estático que dará lugar a tuberías de menor espesor y, por consiguiente, de menor costo. Su empleo se recomienda también cuando la calidad de las tuberías, válvulas y accesorios de la tubería no permiten soportar altas presiones, así como mantener las presiones máximas de servicio dentro de una red de distribución (Martínez y Castillo, 2010)

## **2.7. Levantamiento cartográfico del sistema**

La base cartográfica debe tener una variedad de mapas con información diferenciada conforme a la necesidad del área comercial, que serán utilizados para localización del domicilio y serán de gran utilidad para actividades de distribución, por un lado, incorporando tanto a usuarios potenciales, así como a los usuarios existentes que se encuentren desconectados por razones diversas (ERSAPS, 2007). Hoy en día, con la tecnología de los sistemas de información geográfica (SIG), es posible almacenar enorme información de gran utilidad, que se retroalimenta a su vez de la información técnicas.

### **2.7.1. Vida útil de los sistemas de agua potable**

Es el tiempo que se espera que la obra sirva para los propósitos de diseño, sin tener gastos de operación y mantenimiento elevados, que haga antieconómico su uso o que requiera ser eliminada por insuficiente o ineficiente. Este periodo está determinado por la duración

misma de los materiales de los que estén hechos los componentes, por lo que es de esperar que este lapso sea mayor que el periodo de diseño. Otros factores que determinan la vida útil de las obras de agua potable y alcantarillado son la calidad del agua a manejar y la operación y mantenimiento del sistema (CONAGUA, 2012).

La “vida útil” de las obras depende de algunos factores como la calidad de los materiales y equipos utilizados y de la construcción, diseño del sistema, calidad del agua y de la operación y mantenimiento que brinde a las obras. Es importante tomar en cuenta que las obras civiles tienen una mayor duración que las electromecánicas, y que las tuberías tienen más vida que los equipos, pero por estar enterradas no se pueden vigilar adecuadamente, por lo que los programas de operación y mantenimiento sobre todo los preventivos son importantes en su aplicación (Jimenez, 2013).

Los períodos de diseño están vinculados con los aspectos económicos y la vida útil de la infraestructura, siendo necesario considerar los flujos de efectivo del organismo operador que habrá de pagar por las obras y su operación, se debe tomar en cuenta que periodos de diseño muy grandes pueden implicar sobredimensionamiento y por ende sobre costos de inversión y de operación que pueden afectar el balance financiero. Considerando lo anterior, se recomienda que las obras de captación y conducciones, como presas y acueductos, tengan un periodo de diseño de entre 20 y 30 años de operación, mientras que en infraestructura como redes de agua potable y alcantarillado sean de entre 10 y 20 años (CONAGUA, 2012).

### **2.7.2. Períodos de diseño para las estructuras de los sistemas de agua potable**

A continuación se indican los periodos de diseño recomendables de los elementos y componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable, tomando en cuenta obsolescencia, desgaste y daños.

- Presas, ductos grandes: 25 a 50 años.
- Pozos, tanques, equipos de bombeo, plantas de potabilización: 20 a 30 años.
- Tuberías mayores de 21” (300mm) de diámetro: 20 a 25 años.

- Laterales y tuberías secundarias menores de 12" (252 mm) de diámetro: 20 a 25 años.
- Alcantarillas: 40 a 50 años (INAA, 2001).

### **2.7.2.1. Estudio sobre el funcionamiento y sostenibilidad de los sistemas de agua potable y saneamiento en áreas rurales**

En el estudio de Moriarty, Smits, Butterworth y Franceys (2013) analizan la funcionalidad y sostenibilidad de cien sistemas de agua instalados en Paraguay entre 2004 y 2010 como parte de un proyecto apoyado por el Banco Interamericano de Desarrollo. Como parte del estudio se revisaron técnicamente los sistemas a diez años de su inauguración, se entrevistó a los usuarios, a los dirigentes de las juntas de agua potable y al organismo ejecutor. Luego de establecer el grado de funcionalidad, la evaluación estudió los factores que están correlacionados con mayor nivel de funcionalidad y sostenibilidad, tanto en función de los parámetros originales de diseño, como en función de las necesidades cambiantes de la comunidad.

La evaluación encontró que la funcionalidad de los sistemas es muy alta, prácticamente todos los sistemas construidos por el programa funcionan y, más aún, los usuarios y las juntas de agua potable están conformes con el servicio en términos de calidad del agua y confiabilidad. A diez años de instalación, solo el 4% de los sistemas no funciona comparado con un 20% a 25% que se esperaría con base en datos disponibles a nivel mundial (Moriarty, Smits, Butterworth y Franceys, 2013).

La sostenibilidad futura de los sistemas podría, sin embargo, verse afectada por el crecimiento de las comunidades. En promedio, el número de conexiones se ha expandido en un 40% desde su instalación original y, en muchos casos, ya se ha sobrepasado o está muy cerca del límite técnico de conexiones. Si bien las juntas de agua potable cuentan con suficientes ingresos para hacer frente a la operación y mantenimiento básico del sistema, los niveles de tarifas no son suficientes para financiar la expansión de los mismos. Como resultado, la sostenibilidad futura de los sistemas dependerá de la disponibilidad de nuevos recursos para financiar su expansión (Bakalian, 2009).

### **2.7.3. Catastro de usuarios de los sistemas de agua potable**

El catastro de usuarios comprende el conjunto de registros y procedimientos que permiten la exacta identificación y localización de los usuarios de los servicios de agua potable. Posee toda la información necesaria de los usuarios activos, factibles, potenciales y clandestinos. Este registro contiene datos del usuario y del predio, las características técnicas de las conexiones de agua potable y desagüe, de las cajas de registro, de los marcos, tapas y micro medidores, así como datos complementarios de los servicios y del predio. Por ello, el catastro se mantiene en una base de datos informática (SEDALORETO, 2015).

Un catastro de usuarios, en forma similar al catastro técnico de redes, es un sistema de registro y archivo de planos y de fichas técnicas que contiene información estandarizada, relacionada con todos los detalles técnicos de ubicación y especificaciones técnicas de las conexiones y categoría de usuarios instalados (ERSAPS, 2007).

La realización de un catastro o padrón de usuarios se presenta como una herramienta, que busca incrementar y controlar la eficiencia comercial del organismo operador, igualmente tiene estrecha relación con la facturación, cobro y micro medición, enmarcándose en proyectos de control de usuarios en el área de servicios comerciales (CONAGUA, 2005).

El catastro de usuarios constituye uno de los requisitos fundamentales para realizar un eficiente trabajo comercial en la prestación y comercialización de los servicios de agua potable como de alcantarillado Sanitario. En esencia, el catastro de usuarios:

- Permite determinar la ubicación exacta y referenciada de cada uno de los usuarios o conexiones de los sistemas que se abastecen de agua y descargan aguas residuales a cuerpos receptores.
- Hace posible contar con una radiografía integral y actualizada de la cantidad y características de los usuarios, base fundamental para cualquier actividad comercial.

- Posibilita el proceso de diagnóstico de los consumos de agua por categoría de usuarios, y poder retroalimentar al área de operación y mantenimiento en la demanda requerida en los sectores de operación (ERSAPS, 2007).

Vélez (2007) plantea el proceso para la configuración de un catastro: planeación y programación del censo, promoción del censo, preparación de información catastral y de los usuarios, diseño de rutas, selección de los encuestadores, programación de encuestas, levantamiento de encuestas, verificación y confrontación de datos y por último procesamiento de datos.

## **2.8. La gestión de los recursos hídricos**

La gestión integrada del agua, implica gestionar el agua superficial y subterránea teniendo en cuenta aspectos cualitativos, cuantitativos y ecológicos e involucrando los requerimientos, las necesidades y los usos del recurso hídrico. En este sentido, se debe considerar que mediante los procesos de intervención antrópica se han modificado las características de calidad y cantidad del recurso, en donde se ha priorizado un desarrollo social y económico, poniendo en riesgo la posibilidad de seguir proporcionando los beneficios a las comunidades (GWP, 2012).

Entre los usos múltiples del agua se resaltan el de consumo humano, pesca, hidroeléctricas, turismo, paisaje, entre otros. Se destaca el uso por parte de la biota acuática, al considerarse como hábitat natural de especies de flora y fauna, buscando la protección de los ecosistemas acuáticos que incluye dentro de la Gestión del Recurso Hídrico el estudio de los caudales ambientales y caudales ecológicos (Izquierdo, 2014).

### **2.8.1. Modelo de gestión de los sistemas de agua potable**

Un modelo de gestión es un esquema o marco de referencia para la administración de una entidad, que para funcionar requiere del empoderamiento social, lo que permitirá crear condiciones de continuidad y sostenibilidad. En los modelos de gestión de los sistemas de agua potable, el énfasis está en el equilibrio de las interacciones entre los seres

humanos y los recursos naturales, pero es importante valorar aspectos como salud, educación, vivienda, uso del suelo. Además, las acciones que se realicen en la cuenca son deseable que sean rentables, de forma directa o indirecta, con miras a mejorar la calidad de vida de sus habitantes (Quintero, 2011).

Los modelos de gestión permiten la optimización de la ejecución de los procesos, con el fin de incrementar la calidad y eficiencia en la gestión de los servicios y del recurso hídrico. La incorporación de un modelo de gestión permite mejorar la calidad del servicio prestado y que es recibido por el usuario (Arthington, Naiman, McClain y Nilsson, 2009).

#### **2.8.1.1. El business model canvas como herramienta de diseño organizacional**

Osterwalder (2016) en su publicación sobre el business model canvas, o lienzo de modelo de negocio lo define como una herramienta que, mediante un sencillo esquema permite analizar el negocio u organización que se ha creado, que se va a crear o que ha fracasado para poder observar puntos de innovación, de mejora, sinergias, etc. Permite observar de una manera visual y organizada los componentes de una organización que, se compone de diferentes secciones y apartados con diferentes objetivos y aspectos a incluir:

- Segmentos de clientes
- Propuesta de valor
- Canal
- Relación con los usuarios o clientes
- Flujo de ingresos
- Recursos clave
- Actividades clave
- Alianzas
- Estructura de costos

#### **2.8.1.2. Gestión y planificación estratégica en organizaciones rurales**

Ossorio (2014) menciona en su publicación planificación estratégica, que la gestión orientada por resultados está regida por valores y principios fundacionales. Entre ellos destaca, por su carácter sobre determinante, la direccionalidad estratégica, que permite a los organismos de la administración pública nacional planificar el futuro deseado y manifestar la intencionalidad y voluntad de alcanzarlo a partir de la gestación en su seno de unidad de concepción y de acción, la implementación de este principio dota a la administración pública de un paradigma y un conjunto de metodologías y técnicas diseñadas para lograr la consistencia y coherencia entre los objetivos estratégicos del gobierno y los planes y recursos de cada uno de los organismos.

En el mismo marco, posibilita asignar mayor autonomía en la toma de decisiones de cada uno de los niveles de dirección, lo que es equivalente a establecer claras relaciones de autoridad y responsabilidad por resultados (delegar facultades para la toma de decisiones), flexibilizar el uso de recursos sobre la base de su asignación programática a resultados previstos, generar sistemas de autocontrol que permitan la retroalimentación de las acciones y vincular la toma de decisiones cotidiana al planeamiento estratégico, al proceso presupuestario, al monitoreo y evaluación (Ossorio, 2014).

## **2.9. Marco Legal**

Con el fin de definir la base legal de la presente investigación, se presenta subtemas que rigen la temática concerniente al manejo de los recursos naturales, gestión, preservación, conservación restauración de los recursos hídricos. A continuación, se muestra las leyes aplicables para el tipo de investigación:

### **2.9.1. Constitución de la República del Ecuador**

**Art. 12.-** “El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”.

**Art. 96.-** “Se reconoce todas las formas de organización de la sociedad, como expresión de la soberanía popular para desarrollar procesos de autodeterminación e incidir en las

decisiones y políticas públicas y en el control social de todos los niveles de gobierno, así como de las entidades públicas y de las privadas que presten servicios públicos...”.

**Art. 318.-** La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias...”.

### **2.9.2. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua**

La creciente necesidad del acceso al agua ha hecho indispensable la expedición de un cuerpo legal nuevo, orgánico, justo y actualizado que hace posible la práctica del derecho humano al agua. Ley en donde se analiza cada uno de los artículos que se relacionan a la gestión comunitaria del agua, esencialmente a las Juntas Administradoras de Agua Potable.

**Art. 18** literal i).- Competencias y atribuciones de la Autoridad Única del Agua, “Otorgar personería jurídica a las Juntas Administradoras de Agua Potable y a las Juntas de Riego y Drenaje”.

**Art. 43.-** “Las Juntas Administradoras de Agua Potable y Saneamiento, son organizaciones comunitarias sin fines de lucro que tienen la finalidad de prestar servicios públicos de agua potable en las comunidades rurales”.

### **2.9.3. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) Registro Oficial Suplemento 303 de 19-oct-2010, Estado: Vigente**

En el caso del COOTAD le compete gestionar el ordenamiento de cuencas hidrográficas y propiciar la creación de consejos de cuencas hidrográficas, de acuerdo con la ley.

### **2.9.4. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 – Toda una vida. Objetivo 1: Garantizar una vida digna con iguales oportunidades para todas las personas.**

La ciudadanía hace hincapié en el acceso a los servicios básicos y el disfrute de un hábitat seguro, que supone los espacios públicos, de recreación, vías, movilidad, transporte sostenible y calidad ambiental, así como a facilidades e incentivos a través de créditos y bonos para la adquisición de vivienda social; pero también señala la importancia del adecuado uso del suelo y el control de construcciones.

#### **2.9.5. Reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del ambiente (TULSMA - Acuerdo 061)**

**Art. 209. De la calidad del agua.-** Son las características físicas, químicas y biológicas que establecen la composición del agua y la hacen apta para satisfacer la salud, el bienestar de la población y el equilibrio ecológico. La evaluación y control de la calidad de agua, se la realizará con procedimientos analíticos, muestreos y monitoreos de descargas, vertidos y cuerpos receptores; dichos lineamientos se encuentran detallados en el Anexo I.

Toda actividad antrópica deberá realizar las acciones preventivas necesarias para no alterar y asegurar la calidad y cantidad de agua de las cuencas hídricas, la alteración de la composición físico-química y biológica de fuentes de agua por efecto de descargas y vertidos líquidos o disposición de desechos en general u otras acciones negativas sobre sus componentes, conllevará las sanciones que correspondan a cada caso.

**Art. 231 De la Calidad Visual.-** Corresponde a aquellas características físicas externas de una obra civil que permiten guardar armonía con el entorno en donde se la construya, procurando el uso de materiales de la zona, ecológicamente amigables y minimizando dentro de lo posible los impactos visuales. La Autoridad Ambiental Competente, deben procurar mediante los mecanismos de regularización y control, que los promotores de obras civiles observen los criterios antes expuestos.

**Art. 232 Consumo Sustentable.-** Es el uso de productos y servicios que responden a necesidades básicas y que conllevan a una mejor calidad de vida, además minimizan el uso de recursos naturales, materiales tóxicos, emisiones de desechos y contaminantes durante todo su ciclo de vida y que no comprometen las necesidades de las futuras generaciones.

**Art. 235 Uso eficiente de recursos.-** Entiéndase como uso eficiente el consumo responsable de materiales, energía, agua y otros recursos naturales, dentro de los parámetros establecidos en esta norma y en aquellas aplicables a esta materia.

#### **2.9.6. Norma INEN – 1108-5:2014**

Esta Norma Técnica Ecuatoriana es una adaptación de las Guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud, 4ta. Ed, 2011. Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano.

Dentro de las normativas importantes sobre el agua potable, existen dos normativas importantes a tomar en cuenta. En primer lugar, la Norma INEN - 1108 la cual se refiere a los parámetros que el efluente debe cumplir para ser considerado apto para consumo humano y en segundo lugar la Norma INEN – 2655 la cual se refiere a los parámetros de Implementación de Plantas Potabilizadoras Pre-Fabricadas en Sistemas Públicos de Agua Potable.

La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

## CAPÍTULO III

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se presenta los principales materiales y equipos empleados para el desarrollo de las actividades del estudio, además se presentan los procedimientos, metodologías y técnicas empleadas para el desarrollo de los tres objetivos propuestos.

#### 3.1. Descripción del área de estudio

La comunidad Cochas La Merced pertenece a la parroquia Angochagua, limita con la provincia de pichincha, se encuentra ubicada entre la comunidad de Zuleta y Chilco a quince minutos de la cabecera parroquial. Con aproximadamente 300 familias y 700 habitantes en su mayoría indígenas, que hacen uso del sistema de agua potable. La altitud mínima es de 2900 m.s.n.m. en el sector de Ingotola, llegando a su cota máxima en la cumbre del cerro Cusín a 4000 m.s.n.m., la temperatura en la zona varía entre los 10°C en la parte alta del páramo y 16°C en el sector cercano a la hacienda Merced baja (Zufferey, 2016).

El sistema de agua potable Cochas La Merced, está ubicado al sur occidente de la parroquia de Angochagua y pertenece al cantón Ibarra con una superficie de 1679 hectáreas, como se observa en la Figura 1.

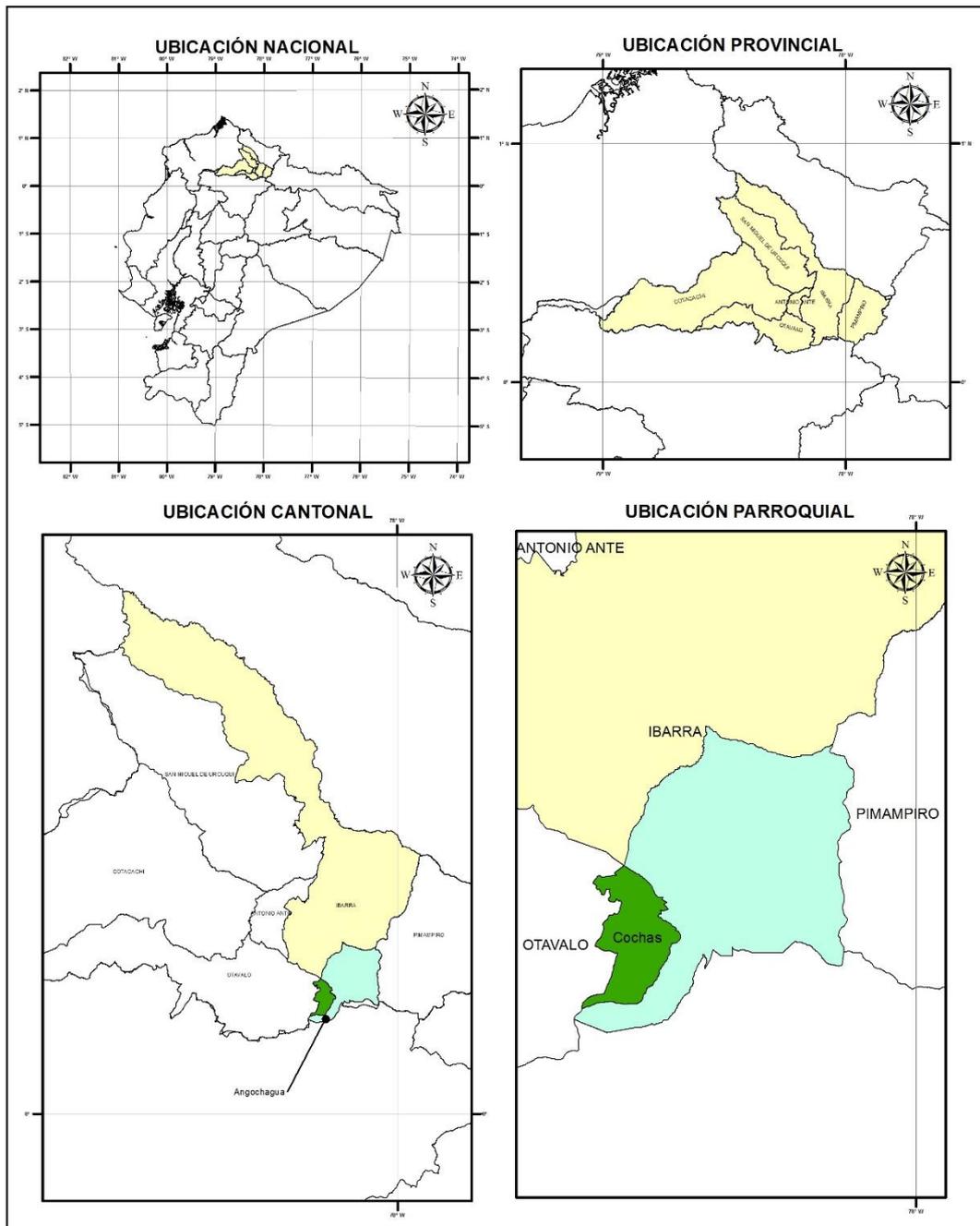


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

### 3.2. Materiales y equipos

Los materiales y equipos que se emplearon en todas las etapas de la presente investigación se detallan en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Materiales utilizados en el presente estudio

MATERIALES				EQUIPOS	
-	Software ArcGIS 10.5 (licencia temporal)			-	Computador portátil
-	Ortofotos correspondientes al área de estudio 2013			-	Impresora Epson L230
				-	GPS Garmin Montana 650
-	Hojas tamaño A4			-	Cámara digital
-	Bolígrafos			-	Vehículo
-	Libretas de campo			-	Cinta métrica
-	Formularios			-	Manómetro
-	Entrevistas			-	Drone Mavic pro
-	Botas de caucho			-	Binoculares
-	Poncho de agua			-	Recipiente graduado para aforos
-	Recipientes para muestras de agua			-	Equipo para muestras de agua

### 3.3. Diagnóstico de la zona de estudio

La metodología se enmarca en tres procesos amplios: primero en la determinación del marco muestral, segundo especificación de las variables de estudio y generación y tercero almacenamiento y análisis de los datos, una línea de base, esencialmente, está constituida por los valores de un conjunto de indicadores directamente relacionados a las variables clave de un proyecto. Por lo tanto, representan la primera evaluación de la situación de la población beneficiaria o, extensivamente, de los beneficios directos, privados y sociales, que conforman la razón de ser del proyecto. La contraparte de una línea de base es la línea de salida, que muestra el valor de los mismos indicadores luego de concluida la intervención. La comparación de la línea de base con la línea de salida es esencial para la cuantificación del impacto del proyecto (Medianero, 2014).

#### 3.3.1. Determinación del área de gestión

La evaluación del sistema de agua potable Cochas La Merced, abarca un área de influencia de acuerdo a tres criterios técnicos establecidos tales como: límite del proyecto, límites espaciales y administrativos y dinámica social, los cuales se establecieron adoptando los criterios de la guía técnica para definición de áreas de influencia y se construyó en base al diagnóstico de la línea base del área referencial del proyecto, la

descripción y alcance de actividades y la identificación de impactos positivos y negativos (MAE, 2015).

La determinación de las áreas de influencia para cualquier proyecto de ingeniería está marcada por el alcance geográfico y por los cambios o alteraciones. Dichas áreas fueron establecidas en función de las actividades más relevantes del proyecto y operación y mantenimiento del sistema, en las cuales hay mayor generación de impactos: zona de recarga, captación, tratamiento y distribución (GesambConsult, 2012).

El área de gestión se construyó en base a los siguientes insumos:

- El diagnóstico de la línea base del área referencial del proyecto
- La descripción y alcance de actividades del proyecto
- La identificación de impactos positivos y negativos

### **3.3.2. Componente abiótico**

El componente físico o abiótico comprende la caracterización y descripción general de los factores que se involucran directamente en las variadas afectaciones ambientales del área de estudio como: clima, relieve, hidrografía, paisaje, y que pueden ser afectadas por las actividades antrópicas de la zona (GRN Consultores, 2016).

#### **3.3.2.1. Características climáticas**

Los datos climatológicos se obtuvieron a partir de los reportes que constan en los Anuarios del INAMHI, para la meteorología y climatología se referenciará a las estaciones más cercanas. Se tomó en cuenta el estudio de plan de manejo ambiental y micro cuenca de la parroquia Angochagua y las coberturas del Geo portal del Sistema Nacional de Información (SNI).

### 3.3.2.2. Relieve

Se definió el área de gestión directa tomando en cuenta el límite comunitario y la microcuenca receptora, se empleó la herramienta Merge y obtener un nuevo polígono. Para elaborar el mapa de pendientes se empleó la información de curvas de nivel en formato digital correspondiente a la carta de San Pablo del IGM (2016). Se generó curvas de nivel a partir de 20 metros. Posteriormente empleando la extensión 3D Analyst de ArcGIS se elaboró un TIN para generar pendientes mediante la herramienta SLOPE, luego se procedió a reclasificar para determinar los rangos de pendientes desde relieve plano hasta relieve montañoso. Los rangos de relieve se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Rango de pendientes

<b>RANGO%</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>0 – 5</b>	Plano a casi plano
<b>5 -12</b>	Suave o ligeramente ondulado
<b>12 -25</b>	Moderadamente ondulado
<b>25 – 50</b>	Colinado
<b>50 - 70</b>	Escarpado
<b>&gt;70</b>	Montañoso

Fuente: IGM (2016)

### 3.3.2.3. Hidrografía

Mediante la recopilación de la información base y con la utilización de los datos de cobertura hídrica de la parroquia Angochagua a escala 1:50000 del Instituto Geográfico Militar (2013) y usando herramientas de demarcación de ArcGIS, se identificó y delimitó la microcuenca receptora y la zona de recarga hídrica que forman parte del área de influencia del Sistema de agua potable Cochas - La Merced.

### 3.3.2.4. Caracterización del paisaje

Según la metodología de Beltrán (2010) para evaluar el paisaje del área de estudio, se valoró los recursos y la calidad visual por medio de puntos relevantes de observación, con el siguiente procedimiento:

- a) Se determinó a través de la evaluación estética de los elementos que conforman el paisaje

- b) Se aplicó la Tabla 5, que en su conjunto permitió definir las características y potencialidades que presenta el territorio
- c) Se realizó a partir de la contemplación del paisaje, adjudicándole un valor, en una escala de rango o de orden, sin desagregarlo en componentes paisajísticos o categorías estéticas
- d) Se estableció una malla de puntos de observación, desde donde se evalúan las vistas, obteniendo el valor de la unidad paisajística, mediante la media aritmética.

**Tabla 5.** Factores de calidad visual del paisaje

FACTOR	CARACTERÍSTICAS	VALORES DE CAV	
		Nominal	Numérico
P Pendiente	Inclinado (pendiente > 55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25 - 55%)	Moderado	2
	Poco inclinado (0 - 25%)	Alto	3
D Diversidad de vegetación	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
E Estabilidad del suelo y erosionabilidad	Restricción alta derivada de riesgo alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a cierto riesgo de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgo bajo de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
V Contraste Suelo – Vegetación	Bajo potencial de regeneración	Bajo	1
	Contraste visual moderado entre suelo y vegetación	Moderado	2
	Contraste visual bajo entre suelo y vegetación adyacente	Alto	3
R Vegetación regeneración potencial	potencial de regeneración bajo	Bajo	1
	Potencial de regeneración moderado	Moderado	2
	Regeneración alta	Alto	3
C Contraste de color Roca – Suelo	Contraste alto	Bajo	1
	Contraste moderado	Moderado	2
	Contraste bajo	Alto	3

**Fuente:** Beltrán (2010)

Una vez adjudicado los valores se aplicó la siguiente fórmula:

$$CAV = P * (E + R + D + C + V)$$

Donde:

CAV = Calidad visual

P = Pendiente

E = Estabilidad del suelo y erosionabilidad

R = Vegetación regeneración potencial

D = Diversidad de vegetación

C = Contraste de color roca – suelo

V = Contraste suelo – vegetación

La Tabla 6 se empleó para la interpretación de los resultados de la aplicación de la fórmula donde la sumatoria de los valores demuestra la calidad visual del paisaje con rangos entre muy bueno, distinguido, agradable o malo.

**Tabla 6.** Calificación de calidad visual

<b>VALORACIÓN DE PAISAJE</b>	<b>CALIFICATIVO VISUAL</b>
<b>45 - 35</b>	Muy Bueno
<b>35 - 25</b>	Distinguido
<b>25 - 15</b>	Agradable
<b>15 - 0</b>	Malo

Fuente: Beltrán (2010)

### **3.3.3. Componente biótico**

El componente ambiental en la presente investigación comprende una descripción general de las características de los siguientes factores flora, fauna y socioeconómico dentro del área de influencia y para ello se utilizó la metodología de evaluación ecológica rápida.

#### **3.3.3.1. Evaluación ecológica rápida (EER)**

Según Sayre (2000) la EER es una metodología que ayuda a disponer rápidamente de información necesaria para la toma de decisiones relacionadas a la conservación de la biodiversidad en áreas críticas, es decir, en áreas poco conocidas, con una alta

biodiversidad, o donde la biodiversidad se encuentra amenazada por la acción humana, para ello se realizó las siguientes actividades:

- Revisión de literatura y mapas existentes
- Selección de mapas con información abiótica (clima, geomorfología, suelo)
- Reconocimiento de campo
- Desarrollo de una macro clasificación fisionómica (unidades de cobertura de la tierra)
- Desarrollo de formularios para la comprobación en el campo
- Comprobación de campo mediante tres salidas de campo
- Toma de fotografías digitales del ecosistema con fines ilustrativos
- Almacenamiento y procesamiento de la información recolectada en formato de base de datos
- Mapa de clasificación y descripción de los ecosistemas y su vegetación
- Elaboración de mapas

El muestreo biológico se respaldó con información obtenida a través de entrevistas informales, procurando determinar el aprovechamiento y otras interacciones de los pobladores con la fauna silvestre, así como determinar aquellas especies que no pudieron ser registradas a través de la EER, se empleó y ajusto los formularios de Grijalva y Otalvaro (2011), que se encuentran detallados en el Anexo 8.

- **Flora:** Se tomó parte de la información recopilada durante la evaluación ecológica rápida (EER) en la zona de recarga hídrica y captación, se contrastó y validó la información disponible en el plan de manejo.
- **Fauna:** Se tomó parte de la información recopilada durante la EER en la zona de recarga hídrica y captación, se contrastó la información disponible en el plan de manejo ambiental Angochagua (2016).

#### **3.3.4. Componente Social**

Según Yáñez (2017) el componente social está relacionado directamente con la estructura de la población de un espacio determinado. Es decir, con sus características demográficas:

cantidad, localización, concentración, distribución, crecimiento, composición, grupos etarios, movilidad social y movimientos migratorios.

### 3.3.4.1. Metodología censal “tradicional”

La Organización de las Naciones Unidas (2010) indica que la denominada metodología censal “tradicional” remite a una compleja operación de recolección de información de carácter estructural, sobre temas específicos relativa a los individuos y los hogares, en un momento determinado, acompañada por tareas de compilación, evaluación, análisis y diseminación de datos demográficos, económicos y sociales correspondientes a un país o a un área delimitada que forma parte del mismo.

Por el momento, para los países de América Latina la metodología “tradicional” parece ser la que mejor responde a la situación actual y a las características de sus sistemas estadísticos. La principal ventaja de este tipo de metodología es proveer de una foto instantánea de la totalidad de la población en un momento específico y suministrar la posibilidad de obtener datos para pequeños dominios geográficos, cumpliendo con los criterios de enumeración individual, universalidad y simultaneidad mencionados en apartados anteriores (Massé, 2015). Se complementó el censo poblacional realizado por el proyecto regional de agua potable Pesillo Imbabura (2016) a todos los usuarios del sistema, para determinar el número actual de usuarios, factores sociales, económicos y productivos necesarios para el estudio y la elaboración del modelo de gestión, donde se incluyó y se organizó los datos en una ficha censal, como se indica en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Modelo de ficha censal

FICHA CENSAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE “COCHAS – LA MERCED”											
N.	MEDIDOR	SECTOR	USUARIO	CÉDULA	EDAD	SEXO	ESTADO CIVIL	OCUPACIÓN	EDUCACIÓN	HABITANTES	CONSUMO MENSUAL
1											
2											

**Fuente:** Censo poblacional Pesillo Imbabura (2016)

### **3.4. Localización y georreferenciación**

Se realizaron salidas de campo para delimitar el área de estudio, tomando en cuenta la captación del agua y la red de distribución. Las actividades y operaciones necesarias para llevar a cabo el levantamiento de mapas georreferenciados son:

- Salidas efectuadas directamente sobre el terreno, en donde se utilizó los instrumentos de medición al espacio físico, se elaboró mapas georreferenciados a partir del levantamiento de campo
- Procesamiento de datos tomados en el campo
- Se utilizó información del Consejo Nacional de Límites Internos (2016) para la delimitación comunitaria o área de gestión, conjuntamente con la recopilada en el campo
- Se georreferenció y delimitó el área de protección permanente de la captación que provisiona al sistema de agua potable Cochabamba La Merced
- Adicionalmente se utilizó cartografía base del Instituto Geográfico Militar (2016), límite parroquial y límites comunitarios para obtener un mapa base, el mismo que se usó como referencia para la digitalización y construcción de mapas a través del Software ArcGIS 10.5

#### **3.4.1. Generación de mapas**

Luego de realizar el procesamiento de la información, se procedió a la elaboración de los siguientes mapas temáticos:

- Mapa base
- Mapa climático
- Mapa de relieve
- Mapa de área de gestión directa e indirecta
- Mapa zona de recarga hídrica (Microcuenca receptora)
- Mapa de redes de distribución
- Mapa catastral del sistema.

### **3.4.2. Identificación de conflictos por el manejo del agua**

Se adaptó y se contempló directrices de una metodología elaborada por Bazán (2014) en su artículo acerca de una propuesta metodológica para detectar patrones geográficos de conflictos por el agua en el estado de Morelos, que se detalla a continuación:

- Se aplicó una entrevista dirigida a los directivos de la junta administradora, presidente parroquial, vocal de ambiente y presidente comunitario, para seleccionar los conflictos que influyen en el área de estudio.
- Con la guía de la presidenta (Beatriz Tamba) y operador (Pedro Sandoval), se efectuó recorridos por los hogares para aplicar una entrevista a los jefes de hogar y obtener información sobre los conflictos internos y externos que pueden encontrarse con respecto al manejo del agua y distribución. Se procuró consultar a todos los usuarios para disminuir los sesgos ideológicos en la calificación del conflicto.
- Se sumó las frecuencias de cada uno de los conflictos considerados y se estableció el conflicto que mayor incidencia tiene en el área de gestión.

### **3.5. Medición de caudales en la zona de captación**

El punto de medición de caudal se determinó bajo el criterio de comparación: entre el caudal en el mes de octubre 2017 y el caudal en enero 2018. Adicionalmente se determinó el punto de aforo georreferenciado con GPS para obtener coordenadas y altitud para medición del caudal que ingresa al sistema de agua potable “Cochas La Merced”.

#### **3.5.1. Procedimiento para aforo de agua mediante el método volumétrico**

Se aplicó la metodología del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidro técnicas de la Universidad Tecnológica de Panamá (2006) acerca del procedimiento para la prueba de aforo que se presenta de la siguiente manera:

- Se mantuvo el cronómetro en cero, luego en la salida del flujo constante de la tubería, se colocó el recipiente graduado en litros, simultáneamente se activó el

cronómetro; este proceso finalizó en el momento en que el flujo llegó a la marca del recipiente y se lo desactivó inmediatamente.

- El resultado de este procedimiento es volumen llenado entre el tiempo de llenado ( $Q = \frac{v}{T}$ ); el mismo, fue repetido cinco veces, de esta manera se verificó si el flujo es constante o variable.
- Con los datos tomados de tiempo y el delta de volumen de agua escogido se obtuvo el caudal que está llegando al sistema de agua potable
- Cálculo de los resultados:  
Se empleó la fórmula para este método

$$Q1 = \frac{v1}{T1}$$

Donde:

Q1 = Caudal

v1 = Volumen para la medición del llenado del recipiente (litros).

T1 = Tiempo para la medición del llenado del recipiente (segundo).

### **3.5.2. Toma de datos**

En el punto identificado como punto de muestreo se realizaron dos mediciones: en el mes de octubre de 2017 y en el mes de enero de 2018. En la tubería de ingreso se descargó el agua en un recipiente graduado en litros y el tiempo que demoró su llenado, se midió con un cronómetro. Se obtuvo un dato en litros por segundo (l/s). La variación entre diversas mediciones efectuadas sucesivamente permitió mejorar la precisión de los resultados.

### **3.6. Calidad del agua**

Para la realización del monitoreo, se identificó la vertiente de agua dentro de su jurisdicción parroquial y se ubicó un punto georreferenciado de muestreo, luego se realizó el muestreo en la planta de tratamiento y en el domicilio de un usuario del sistema, como se describe en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Puntos de muestreo de agua para análisis

PUNTOS DE MUESTREO	COORDENADAS		Altitud	TIPO DE ANÁLISIS	
	X	Y	m.s.n.m.		
1	Zona de captación	819173	10018482	3420	Físico-químico microbiológico Aforos
2	Planta de tratamiento Jurapango Alto (PTJA)	820023	10019765	3242	Físico-químico microbiológico
3	Red de distribución (Casa comunal)	820436	10021745	2985	Físico-químico microbiológico

Los puntos de muestreo fueron identificados de acuerdo al criterio de incidencia de posible contaminación y homogeneidad entre algunos puntos.

### 3.6.1. Toma de muestras

Las muestras fueron tomadas mediante la recolección de volúmenes en recipientes plásticos de un litro debidamente etiquetados con datos de: identificación de la muestra, ubicación, tipo de análisis, fecha y hora de la toma. Según los métodos estandarizados para el agua potable y residual que contempla la norma INEN 1108-5 (2014), se aplicó el siguiente protocolo:

- Se enjuagó el envase con el agua a muestrear por lo menos dos veces de manera consecutiva.
- Muestreo en la zona de captación: la muestra fue tomada en el centro del área de flujo y no en las orillas.
- Muestreo en la planta de tratamiento: se enjuagó el envase dos veces y se procedió a tomar la muestra directamente del tanque de cloración, evitando contaminación por natas superficiales y otros factores.
- Muestreo en la red de distribución: para ello se dejó correr el agua del grifo de dos a tres minutos aproximadamente, asegurando que la muestra sea representativa del suministro.

Como indica la Norma INEN 1108-5 (2014) las muestras fueron catalogadas y enviadas inmediatamente después de la toma, dentro de una cadena de custodia que aseguró su manejo y precisión de resultados, para luego ser enviadas en un cooler con hielo al

laboratorio de EMAPA-I. El manejo de muestras se tomó como referencia los procedimientos descritos en la Norma INEN 1108-5 (2014) y se aprecia en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Cadena de custodia para muestras de agua potable

<b>CADENA DE CUSTODIA PARA MUESTRAS DE AGUA</b>			
Numero de muestra:		Código de muestra:	
Responsable:			
Fecha de muestreo:		Hora de muestreo:	
<b>Información geográfica</b>			
Coordenada X:		Coordenada Y:	
Provincia:		Cantón:	
Parroquia:		Sector:	
Referencia:			
<b>Parámetros a analizar</b>			
Físicos:			
Químicos:			
Microbiológicos:			

Fuente: INEN (2014)

### 3.6.2. Análisis físico, químico y microbiológico del agua

Para el análisis físico-químico del agua se utilizó el equipo portátil para la medición de pH y cloro residual. En los análisis de agua, se tomó en cuenta los parámetros considerados en la norma INEN 1108-5 (2014), que se encuentran descritos y seleccionados en la Tabla 10 y demás parámetros que el laboratorio EMAPA-I considera dentro de su normativa interna, realiza para calidad de agua.

**Tabla 10.** Parámetros a ser analizados bajo la norma INEN 1108-5

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	No objetable
Sabor	---	No objetable
<b>INORGÁNICOS</b>		
Antimonio, Sb.	mg/l	0,02
Arsénico, As.	mg/l	0,01
Bario, Ba.	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	2,4
Cadmio, Cd.	mg/l	0,003
Cianuros	mg/l	0,07
Cloro libre residual	mg/l	0,3 a 1,5 <sup>1)</sup>
Cobre, Cu.	mg/l	2,0
Cromo, Cr.	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Mercurio, Hg.	mg/l	0,006
Niquel, Ni.	mg/l	0,07
Nitratos	mg/l	50
Nitritos	mg/l	3,0
Plomo, Pb.	mg/l	0,01
Radiación total $\alpha^*$	Bq/l	0,5
Radiación total $\beta^{**}$	Bq/l	1,0
Selenio, Se.	Bq/l	0,04
<p>2) Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos * Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radio nucleídos: <math>^{210}\text{Po}</math>, <math>^{224}\text{Ra}</math>, <math>^{226}\text{Ra}</math>, <math>^{232}\text{Th}</math>, <math>^{234}\text{U}</math>, <math>^{238}\text{U}</math>, <math>^{239}\text{Pu}</math></p> <p>** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radio nucleídos: <math>^{60}\text{Co}</math>, <math>^{89}\text{Sr}</math>, <math>^{90}\text{Sr}</math>, <math>^{129}\text{I}</math>, <math>^{131}\text{I}</math>, <math>^{134}\text{Cs}</math>, <math>^{137}\text{Cs}</math>, <math>^{210}\text{Pb}</math>, <math>^{228}\text{Ra}</math></p>		
<b>MICROBIOLÓGICOS</b>		
Coliformes totales (1) NMP/100 ml		< 2*
Coliformes fecales NMP/100 ml		< 2*
Criptosporidium, número de quistes/100 litros		Ausencia
Giardia Lambia, número de quistes/100 litros		Ausencia
<p>* &lt; 2 significa que en el ensayo del NMP utilizando una serie de 5 tubos por dilución, ninguno es positivo</p> <p>(1) En el caso de los grandes sistemas de abastecimiento, cuando se examinen suficientes muestras, deberá dar ausencia en el 95% de las muestras, tomadas durante cualquier período de 12 meses.</p>		

Fuente: INEN (2014).

### 3.7. Funcionalidad de las redes de distribución

Para esta actividad se realizó recorridos guiados, para el levantamiento y diagramación de las seis redes de distribución utilizando un GPS Garmin Montana 650, se contempló a partir de la zona de captación, plantas de tratamiento, tanques rompe presión, conexiones domiciliarias hasta el usuario. Se evaluó y diagnosticó cada uno de los componentes de la red, como son: fuente, captación, conducción, tratamiento, tanque de almacenamiento, red de distribución, acometidas domiciliarias y micro medidores.

### **3.7.1. Presión del agua en las redes de distribución**

Como indica SUDOE (2007) existen procedimientos que usualmente se emplean para medir las presiones en redes de distribución de agua, uno de ellos es el manómetro Bourdon, que consiste en un tubo con forma de anillo cerrado por un extremo, en su interior penetra el líquido cuya presión se trata de medir, la medición se realiza en base al movimiento del anillo de naturaleza elástica, a causa de la variación de presión, el movimiento del extremo del anillo se transmite mediante unos pequeños engranajes a una aguja indicadora.

Se analizó cada una de las redes de distribución y se identificó el tramo más largo de cada red y es así que a tres usuarios de cada red, se los consideró como puntos de muestreo, en la parte alta, media y baja. Se midió la presión del sistema hidráulico con un manómetro enroscado al grifo y el agua en marcha, así se obtuvo una medida en libra de fuerza por pulgada cuadrada (abreviada psi, del inglés «pounds-force per square inch»), posteriormente se analizó los resultados de las mediciones y se estableció la funcionalidad de cada red de distribución.

Este procedimiento se lo realizó en la época lluviosa que generalmente se presenta en el mes de octubre de 2017, y también en la época seca considerada en el mes de enero de 2018, con el fin de determinar la diferencia de presiones y relacionarlas con el caudal del agua que ingresa al sistema.

### **3.7.2. Evaluación de redes de distribución**

Se aplicó la metodología del estudio sobre el funcionamiento y la sostenibilidad de las intervenciones de agua potable y saneamiento en áreas rurales (2016) en donde se revisó técnicamente el sistema a veinte años de su construcción, se entrevistó a los usuarios, a los directivos y a funcionarios de SENAGUA., para determinar los agentes contaminantes, luego se elaboró un listado de todos los componentes extraños o ajenos al sistema encontrados en cada uno de los componentes de las redes de distribución. Con respecto al estudio de la vida útil de la estructura del sistema de abastecimiento de agua,

la evaluación hidráulica de los elementos y la determinación de los caudales de diseño, se consideró a las normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (2001) quien fija una vida útil de veinticinco años para los proyectos de construcción de sistemas de agua potable, para ello se identificó las falencias del sistema.

En la Tabla 11 se presentan los rangos de funcionalidad del sistema.

**Tabla 11.** Rangos de funcionalidad

<b>RANGOS</b>	<b>FUNCIONALIDAD</b>
<b>1 a 4</b>	ALTA
<b>4 a 7</b>	MEDIA
<b>7 a 10</b>	BAJA

**Fuente:** Oficina de evaluación y supervisión del agua Honduras (2016)

### **3.8. Diseño del modelo de gestión hídrica local**

Es definido como un "instrumento que guía a la J.A.A.P. y la comunidad para mejorar el uso del recurso hídrico, económico y humano". Les permitirá funcionar de manera que el fortalecimiento de capacidades locales de gestión sean el eje primordial y genere trabajo interinstitucional, acuerdos de conservación a nivel comunitario, establecimiento de áreas protegidas o conservación, proyectos productivos sostenibles, monitoreo de la biodiversidad y el agua, educación y sensibilización ambiental y el establecimiento de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos (Ossorio, 2014).

#### **3.8.1. Construcción de misión y visión**

Como indica Gutiérrez (2005) la redacción de la misión determina y detalla lo que es esencial, la razón de ser o actividad particular de la organización, los fines últimos e intermedios para los cuales fue creada y que otorgan sentido y valor a su existencia de actividad, es por eso que normalmente la misión incluye los siguientes elementos:

- Identidad: ¿Quiénes somos?
- Actividad: ¿A qué nos dedicamos?
- Finalidad u objetivos: ¿Para quién lo hacemos?

Barragán (2014) indica que la visión consiste en una descripción positiva y breve de lo que una organización desea y cree que pueda alcanzar para cumplir de manera exitosa con su misión en un período definido. Es muy importante echar a volar la imaginación del grupo sin perder los pies en la tierra de cómo podrían ver la organización en un tiempo predeterminado, hay que tener mucho cuidado porque la visión no es cualquier imagen deseada del futuro, sino la imagen de los que es realmente relevante para el porvenir de la organización, por lo tanto, debe depender de los objetivos estratégicos de la empresa.

Para la construcción de la misión y visión se enfatizó el análisis de la gestión del agua a escala local, teniendo como referencia el contexto en que se desarrollan y el marco global de gestión del agua, a fin de caracterizar el modelo vigente para gestión del agua.

En una siguiente etapa se contribuye a la propuesta conceptual de modelo de gestión, lo cual incluyó la elaboración y procesamiento de información primaria a través del análisis cualitativo-cuantitativo. Se construyó el esquema funcional de la J.A.A.P.

La información básica para las técnicas cualitativas se obtuvo de investigaciones realizadas, entrevistas a informantes clave y clasificación de las políticas públicas en materia de recursos hídricos en la zona bajo estudio. Se analizó y reestructuró el reglamento interno.

### **3.8.2. Análisis FODA**

Se utilizó el procedimiento que propone Ramírez (2000) para desarrollar el análisis FODA e incluye los siguientes pasos:

- Identificación de los criterios de análisis
- Determinación de las condiciones reales de actuación en relación a las variables internas y externas del análisis
- Asignación de una ponderación para cada una de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, listadas (matriz)
- Cálculo de los resultados
- Determinación del balance estratégico

- Graficación y análisis de los resultados
- Obtener conclusiones

Para definir el análisis FODA se utilizó la metodología apoyada en Business Model Canvas de Osterwalder (2016) como una herramienta que permitió de manera sencilla reflexionar sobre las áreas clave de la J.A.A.P. y cómo deben relacionarse entre sí, a fin de que genere valor a sus usuarios comunitarios y más partes relacionadas.

### **3.8.3. Nivel de sustentabilidad de la junta administradora de agua potable**

Se realizó una evaluación por medio de indicadores de desarrollo sustentable a la situación real del recurso hídrico dentro de la comunidad y todos los aspectos que allí confluyen, en este punto se generó una matriz de indicadores, que permite analizar las cuatro dimensiones del desarrollo sustentable.

Se presenta la metodología empleada por Torres, Martínez, Vargas, Rodríguez y Cruz (2008), para definir la matriz de indicadores de sustentabilidad

- Se organizó un taller de discusión con los actores principales de la zona de gestión sobre el concepto de desarrollo sustentable y su operación.
- Se definieron nueve indicadores y seleccionaron veinte y un elementos según su importancia comunitaria, y en función de sus posibilidades de cuantificación y medición.
- La escala de medición fue la unidad porcentual de cumplimiento.

Rodríguez (2002) indica que la sustentabilidad es una combinación de los componentes ecológico, social y económico, pero los intentos para integrar a los tres, generalmente restan importancia a alguno de ellos. Por otro lado, no dejan de existir las políticas que consideran solo uno de los aspectos, dejando de largo la importancia del medio ambiente, o del desarrollo económico, o pensando que la participación social es el remedio de todos los problemas. Para evaluar el nivel de sustentabilidad se adaptó una matriz que se detalla en la Tabla 12.

**Tabla 12.** Indicadores de sustentabilidad

<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medidor</b>	<b>Valor ideal</b>
<b>Social</b>	Educación y conocimiento	Capacitación continua de directivos	100%
		Aplican los conocimientos	100%
	Acceso a recursos naturales	Usuarios con tierra propia	100%
		Tierra con acceso al agua	100%
	Mano de obra	Aplicado a operación y mantenimiento	100%
		Jornal con beneficio de ley	100%
<b>Económico</b>	Ingreso/inversión	Directivos generan prestación de servicio	100%
		Usuarios lo perciben	100%
	Mejoras al sistema	Técnicas de operación limpias	100%
		Hogares suministrados de agua	100%
	Manejo de recursos	Obras de infraestructura	100%
		Pago puntual operador y contador	100%
<b>Ambiental</b>	Estado de la fuente abastecedora	Superficie bajo manejo	100%
		Cuidado y monitoreo	100%
	Gestión del recurso agua	Medidas de conservación	100%
		Mingas de limpieza	100%
<b>Institucional</b>	Estructura de gerencia y gestión	Personería Jurídica, estatutos y reglamentos	100%
		Recursos Humanos capacitados	100%
		Estructura para administrar	100%
		Sistema contable	100%
		Sistema de evaluación	100%

Fuente: Rodríguez (2002)

#### 3.8.4. Elaboración de la propuesta de modelo de gestión

Para la planificación y elaboración del modelo de gestión, se desarrolló con la participación de todas las instituciones inmersas a la parroquia e instituciones gubernamentales. Los directivos de la J.A.A.P. participaron constantemente de todas las actividades desarrolladas, incluyendo talleres y charlas de educación ambiental.

Se mantuvieron reuniones de trabajo con la SENAGUA, entidad encargada del manejo del recurso hídrico en el Ecuador y a la vez apporto con directrices para validar el trabajo realizado. En esta actividad se tomó las ideas de Ossorio (2014) que constan en su documento “Modelo de gestión por objetivos y resultados y la planificación estratégica situacional”, determinando el siguiente contenido:

- Introducción
- Objetivos
- Alcance
- Misión y visión
- Gestión comunitaria y organizativa del agua
- Marco legal
- Campo de acción
- Caracterización del sistema de agua potable
- Gestión estratégica de la junta
- Operación y mantenimiento del sistema
- Catastro de usuarios
- Resultados e impactos esperados
- Tiempo de ejecución
- Seguimiento y evaluación.

### **3.8.5. Elaboración del catastro de usuarios del sistema**

Para efectuar el levantamiento de catastro se aplicó la metodología de Vélez (2007) donde constan los pasos para la elaboración del catastro de usuarios de sistemas de agua:

- Planeación y programación del censo
- Se organizó el personal de acompañamiento
- Preparación de información catastral
- Se diseñó las rutas catastrales
- Ejecución del censo en campo y oficina
- Levantamiento de fichas
- Procesamiento.

Se contó constantemente con el acompañamiento del directorio, operador y guardabosque comunitario, con todos los datos recolectados se estableció el contenido del informe catastral que se presenta a continuación:

- Introducción
- Conceptos generales

- Ubicación del sistema de agua potable
- Materiales
- Padrón de usuarios
- Plano catastral.

### **3.8.6. Manual de operación y mantenimiento para el sistema**

En el manual de operación y mantenimiento se describen las principales actividades que deberán realizarse para la adecuada administración, operación y mantenimiento de las obras que conforman los proyectos de abastecimiento de agua, con la finalidad de prevenir su deterioro y garantizar la sostenibilidad de los mismos, durante el tiempo para el cual fueron diseñados, con ello, se pretende el suministro de agua sin interrupciones, que sea de buena calidad, cumpliendo con las normas existentes en el país (Casero, 2007).

La construcción del manual de la junta de agua potable, se efectuó en tres fases que se detallan a continuación:

- **Primera fase:** En esta fase se efectuó el acercamiento con los directivos de la junta y con el operador, generando reuniones y entrevistas, con el fin de indagar sobre cómo realizan la operación y mantenimiento de su sistema de agua potable. Paralelamente se recopiló información que permitió estructurar información de sustento para la construcción del manual. Una vez que se articuló las versiones de las reuniones y entrevistas con la información obtenida, fue momento para proceder con la siguiente fase.
- **Segunda fase:** Esta fase conllevó realizar un trabajo de campo, es decir conocer el sistema de agua potable con sus respectivos componentes, para lo cual una vez que se concertó con los directivos y operador, se efectuó los recorridos del sistema de acuerdo a las fechas establecidas por ellos. Estos recorridos permitieron tener un estado de situación inicial de las estructuras del sistema, sus condiciones actuales para la operación, así como la del mantenimiento, el nivel de responsabilidad y participación de los usuarios, así como la de otros actores que influyen en el sistema de agua potable. Luego, se efectuó un trabajo de gabinete

que permitió tener un documento borrador con el análisis y discusión del contexto del manual y con ello proceder con la fase final.

- **Tercera fase:** Esta fase fue la de socialización del documento final a fin de ser discutido en algunos casos con el directorio y en otros también con los usuarios que participaron en los distintos talleres de capacitación aprovechando el nivel de convocatoria que generó estos eventos. En esta socialización se realizó el análisis de la estructura del documento, los usuarios hicieron sus observaciones las mismas que en el momento eran recogidas y añadidas o corregidas para enseguida poner en consideración para su respectiva aprobación.

De acuerdo a lo que menciona AVINA (2012) en su publicación operación y mantenimiento de sistemas de agua potable, finalizadas las fases descritas se procedió a editar el documento final del manual de operación y mantenimiento, donde se tomó en cuenta el siguiente contenido:

- Portada
- Presentación
- Objetivos
- Capítulo I: El agua en la comunidad
- Capítulo II: Microcuenca abastecedora, relación con la calidad y cantidad de agua
- Capítulo III: Componentes y funciones del sistema de agua potable
- Capítulo IV: Operación y mantenimiento de los componentes.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se detallan los principales resultados obtenidos con la investigación, además se presentan las propuestas de los documentos y se discuten los resultados en base a investigaciones similares.

#### 4.1. Caracterización del área de estudio

La Junta Administradora de Agua Potable es una asociación civil conformada por habitantes de la comunidad del mismo nombre que se encarga de la administración, operación y mantenimiento del sistema de agua potable, en las cuatro redes de distribución que suministran a los sectores de la comunidad que se detallan en la Tabla 13:

**Tabla 13.** Número de usuarios por red de distribución

Nº	SECTOR	Nº REDES	Nº USUARIOS
1	Jurapango Alto	3	54
2	Jurapango Bajo	1	21
3	San Juan de Ingotola	1	34
5	Cochas	1	114
<b>TOTAL DE USUARIOS / MEDIDORES</b>			<b>223</b>

En primera instancia se generó un mapa base para identificar todos los factores que allí confluyen, se efectuó un análisis integral al plan de desarrollo y ordenamiento territorial, como también al plan de manejo ambiental parroquial y estudio de la microcuenca alta del río Tahuando, para la búsqueda de información y complementación del diagnóstico abiótico y biótico, tal como se visualiza en la Figura 2.

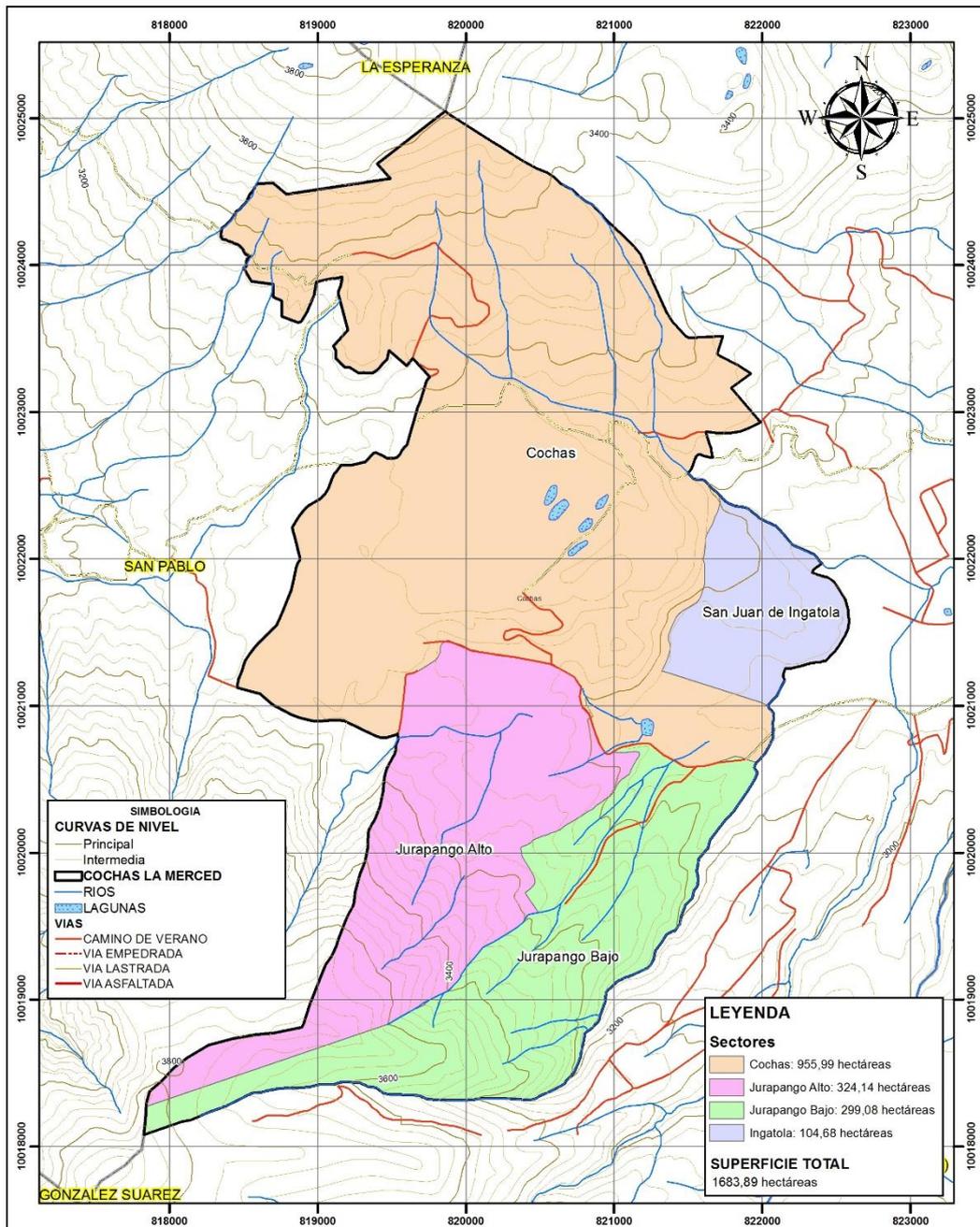


Figura 2. Mapa base del área de estudio

El área de estudio cuenta con cuatro sectores inscritos en el acuerdo interno del Gobierno autónomo descentralizado parroquial rural de Angochagua en el año 2015, donde se asigna los límites y superficie comunitarios, contando actualmente con una superficie para Jurapango alto de 324,14 hectáreas, Jurapango bajo con 299,08 hectáreas, Ingatola con 104,68 hectáreas y Cochas que tiene una superficie de 955,99 hectáreas, alcanzado una superficie total de 1683,89 hectáreas.

### 4.1.1. Área de gestión

Aplicada la metodología del MAE (2015) para determinar áreas de gestión, se obtuvo el área de 2255 hectáreas, tomando en cuenta la importancia e impactos generados, se delimitó las áreas que ilustra la Figura 3.

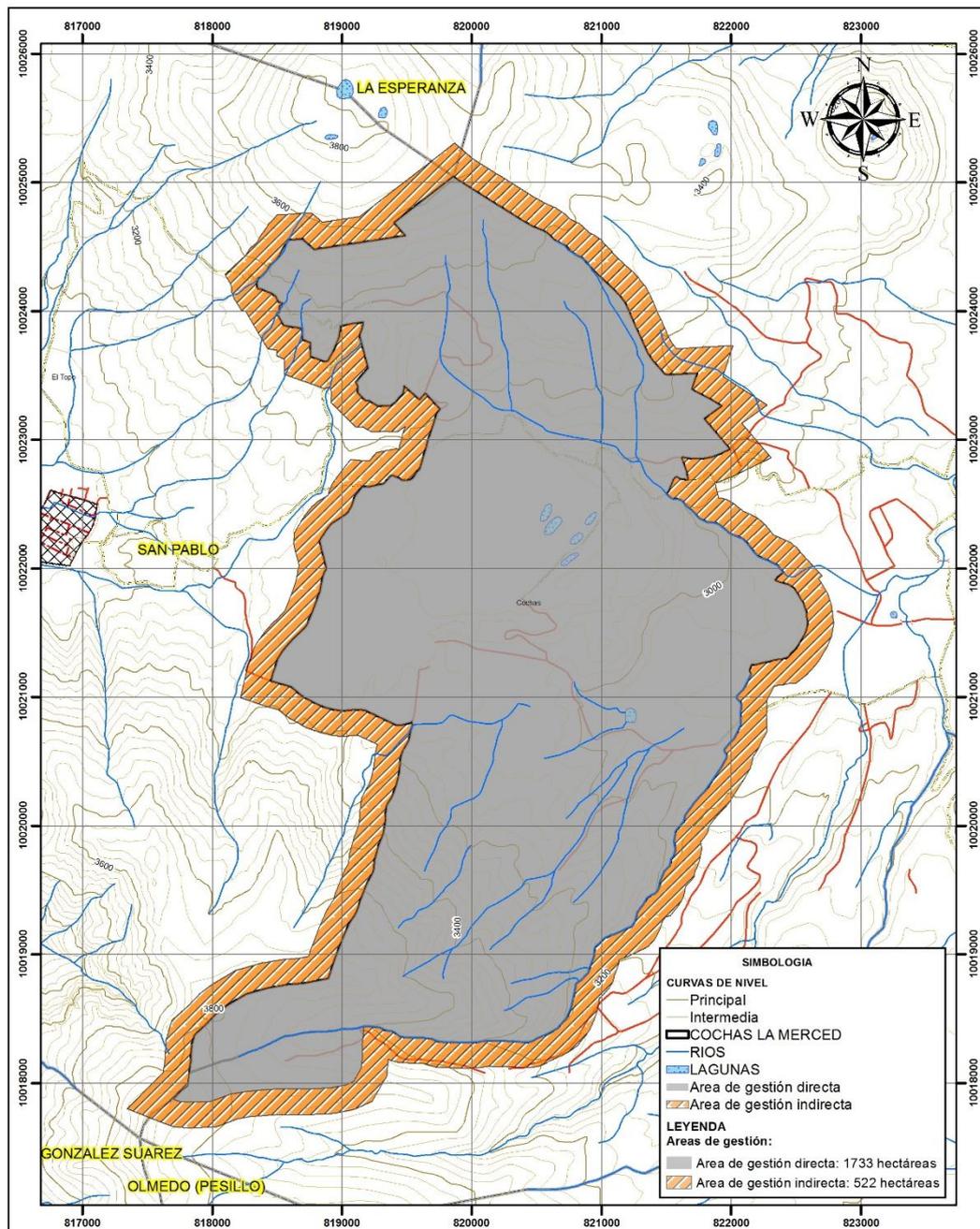


Figura 3. Mapa de áreas de gestión

El área de gestión directa, se encuentra delimitada por el límite geográfico de la comunidad, ya que todos los sectores cuentan con una red de distribución y abastecimiento del agua, con una superficie de 1733 hectáreas.

Con respecto al área de gestión indirecta se limita a una corta distancia de los límites comunitarios, por efecto de la morfología del terreno que no permite su distribución a otros sectores y también por las afectaciones en fugas y pérdidas de presión que se pueden ocasionar, ésta superficie comprende 522 hectáreas alrededor del área de gestión directa.

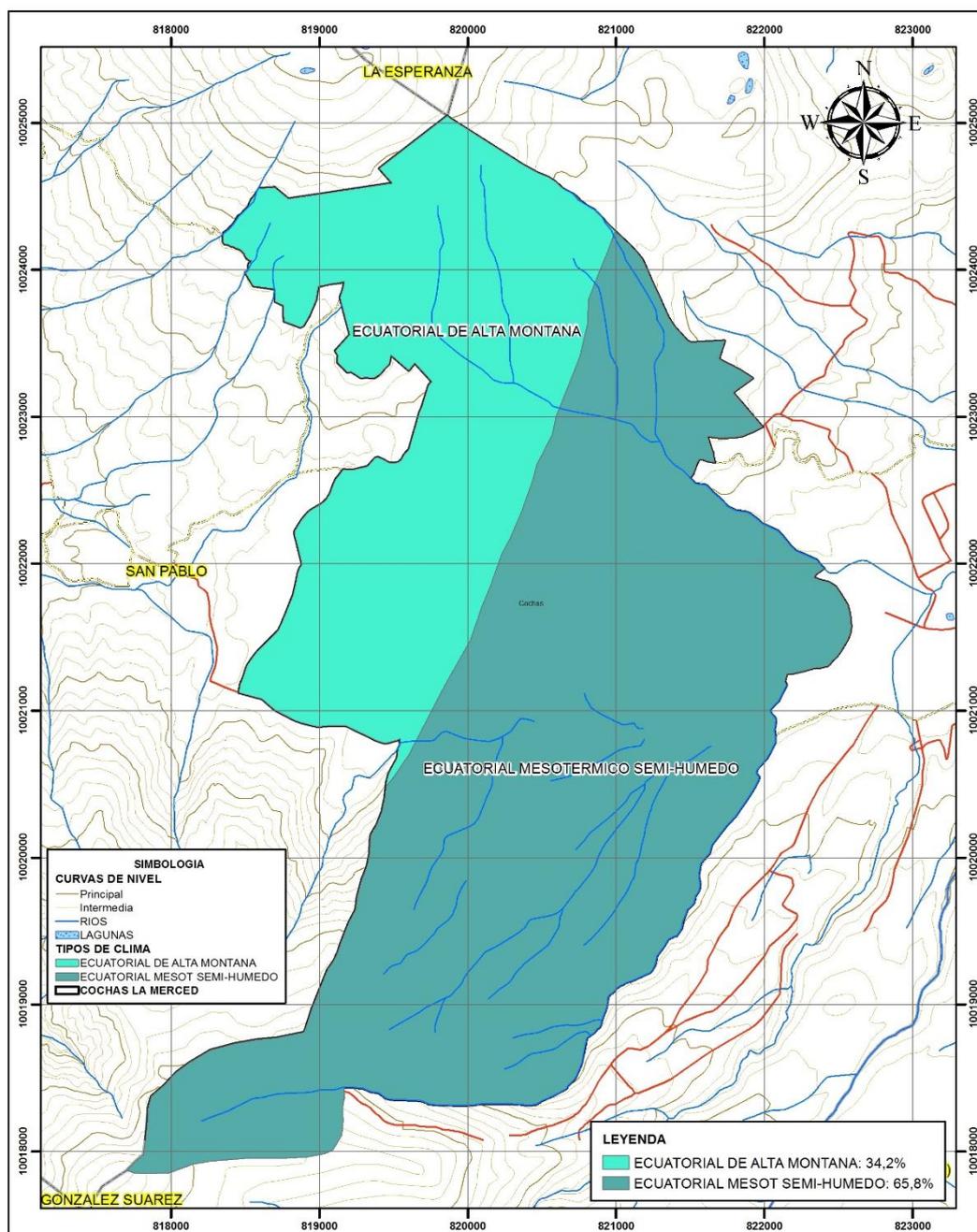
#### **4.1.2. Características climáticas**

El área de estudio presenta dos climas, el ecuatorial de alta montaña y ecuatorial mesotérmico semihúmedo en donde sobresale la influencia del clima ecuatorial mesotérmico semihúmedo, con régimen de lluvias, dos húmedas y dos secas, precipitación anual entre 600 mm y 2000 mm anuales, temperatura media anual menor a 22 °C y se representa en la Figura 4.

Se observan dos estaciones lluviosas, de febrero a mayo y de octubre a noviembre, con una primera estación seca muy marcada entre junio y septiembre, y con una segunda menos acentuada en diciembre y enero.

Los totales pluviométricos fluctúan entre los 700 mm y 1500 mm generalmente. Por otra parte, en las regiones situadas sobre los 3500 m.s.n.m., se observan frecuentes neblinas y las lluvias son generalmente de larga duración y débil intensidad.

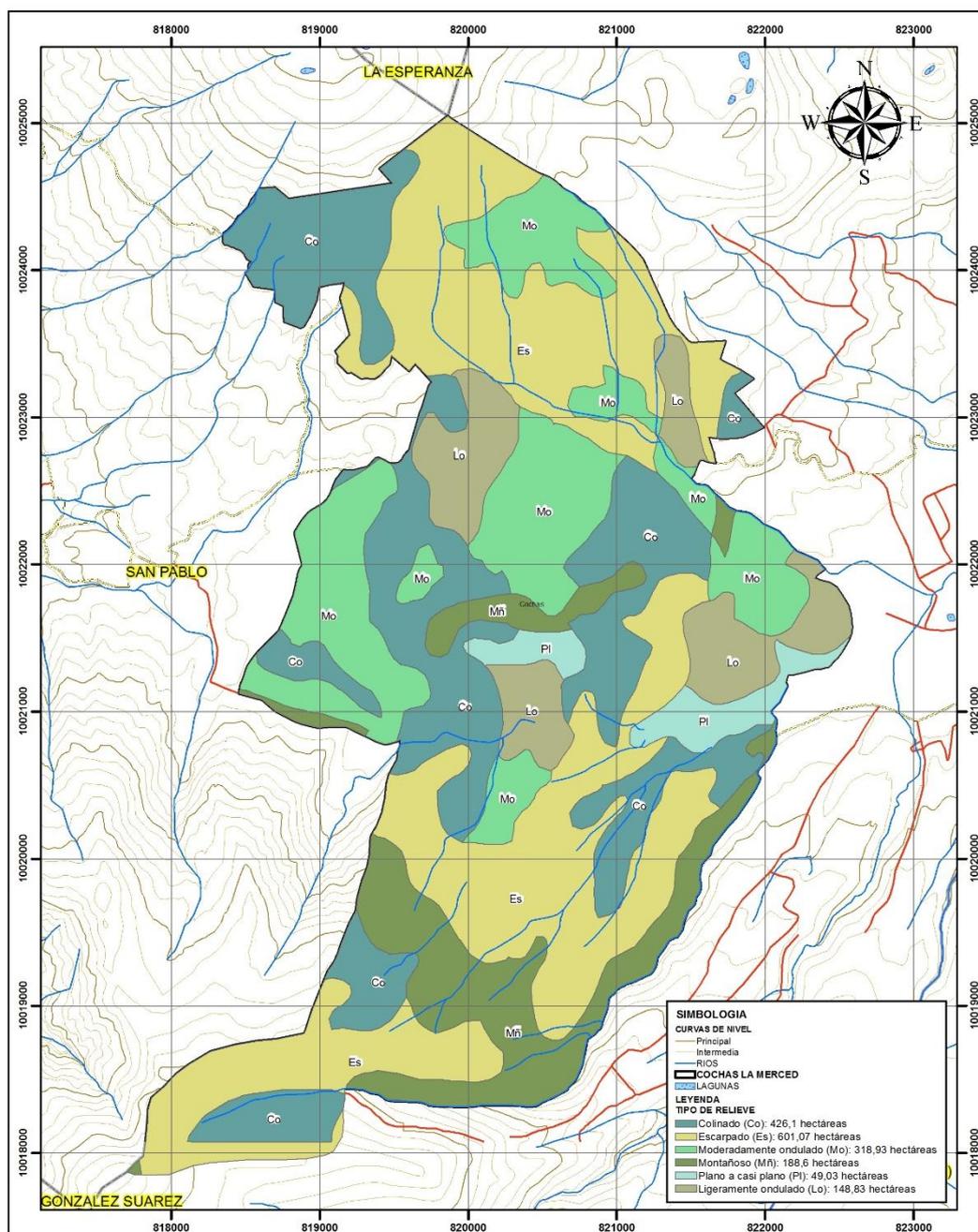
Se observa a lo largo de los últimos años que la época seca se vio alargado y las sequías han sido recurrentes, afectando directamente la población local que ve su producción agropecuaria limitada.



**Figura 4.** Mapa climático del área de gestión

#### 4.1.3. Relieve

Una vez empleada la metodología correspondiente se obtuvo los valores de pendientes para determinar los rangos desde relieve plano hasta relieve escarpado, como se muestra en la Figura 5.



**Figura 5.** Mapa de relieve del área de gestión

El relieve predominante es el escarpado con 601,07 hectáreas, en donde las características son las de paisaje alto andino, es decir se encuentra el bosque nublado, presenta relieve fuertemente quebrado y escarpado, con cimas angulosas, laderas rectilíneas de pendientes fuertes, afloramientos rocosos localizados.

El relieve colinado representa 426,10 hectáreas en el área de estudio y se caracteriza por presentarse fuertemente ondulado y de cimas redondeadas y vertientes medias, cortas y rectilíneas. La erosión laminar moderada con abundante cascajo en superficie.

El relieve con menor superficie es plano a casi plano, con 49,03 hectáreas y se caracteriza por presentar formas planas limitadas por taludes, con disecciones poco profundas. En la Tabla 14 se visualiza las unidades de relieve del área de estudio.

**Tabla 14.** Relieve del área de estudio

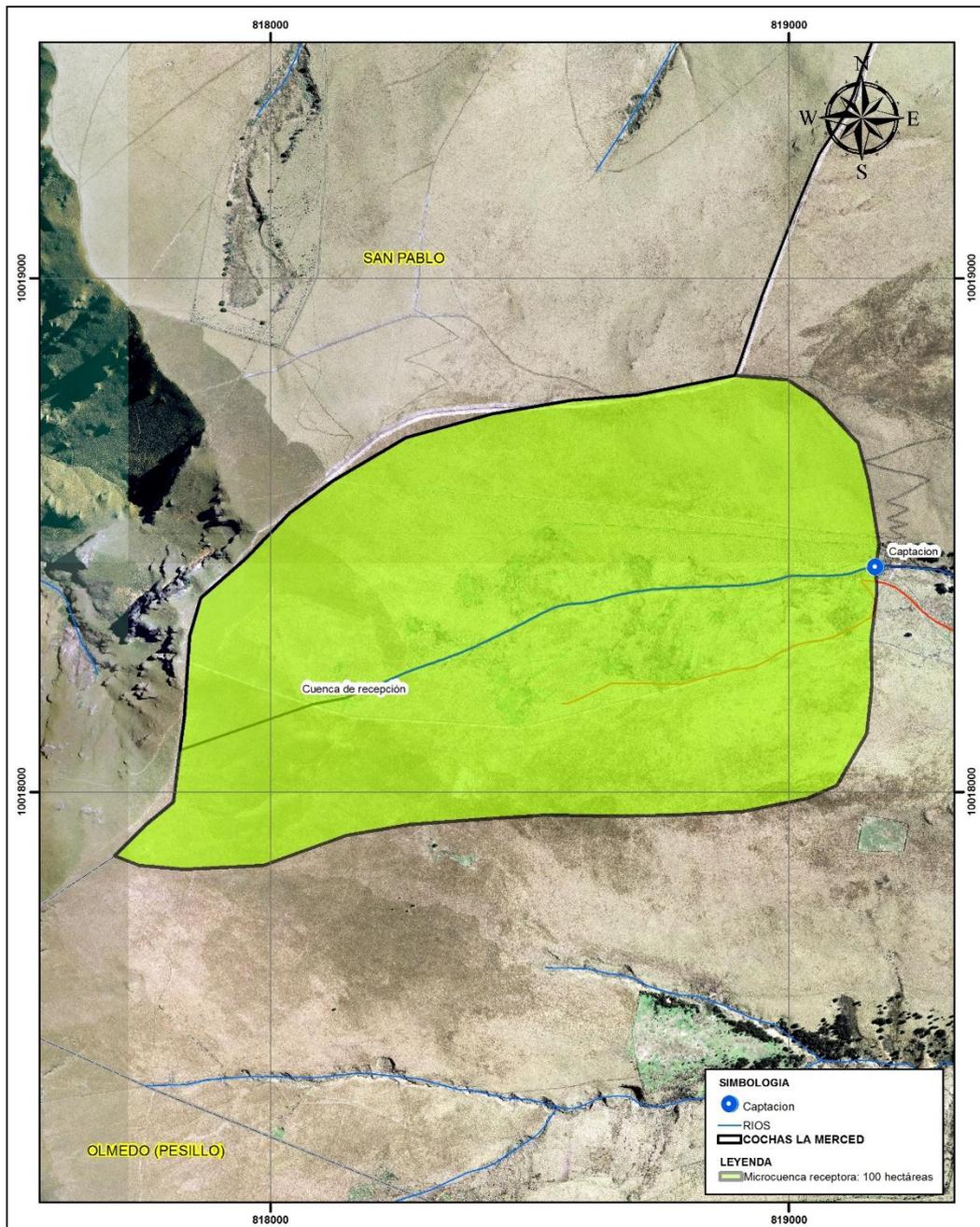
<b>RANGO</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>Área Ha</b>
<b>0 – 5</b>	Plano a casi plano	49,03
<b>5 -12</b>	Suave o ligeramente ondulado	148,83
<b>12 -25</b>	Moderadamente ondulado	318,93
<b>25 – 50</b>	Colinado	426,10
<b>50 - 70</b>	Escarpado	601,07
<b>&gt; 70</b>	Montañoso	188,60
	<b>TOTAL</b>	<b>1732,56</b>

#### **4.1.4. Fuente del recurso hídrico**

Se manejó como información base el mapa hídrico a escala 1:50000. Donde se identificó y se delimitó la microcuenca receptora y la zona de recarga hídrica que caracterizan parte del área de influencia del proyecto.

La microcuenca receptora forma parte de la microcuenca de río Tahuando, subcuenca del río Mira, demarcación hidrográfica de Mira. Esta zona también denominada zona de recarga hídrica, tiene una superficie de 100 hectáreas y perímetro de 4101 m.

La J.A.A.P. tiene adjudicados dos litros por segundo a ser captados de la parte baja de la microcuenca receptora, para satisfacer las necesidades de los comuneros, tomando en cuenta que el caudal tiene variaciones entre un litro por segundo en época seca y puede llegar hasta más de 4 litros por segundo en época lluviosa, como ilustra en la Figura 6.



**Figura 6.** Mapa de la microcuenca receptora

#### 4.1.5. Paisaje

Para evaluar el paisaje del área de estudio se valoró los recursos visuales y la calidad visual del paisaje, utilizando la metodología de Beltrán (2010), además, se realizó un análisis de visibilidad desde puntos relevantes de observación, los resultados se muestran en la Tabla 15.

**Tabla 15.** Valoración de calidad visual del paisaje

FACTOR	CARACTERÍSTICAS	VALORES DE CAV	
		Nominal	Numérico
P Pendiente	Inclinado (pendiente > 55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25 - 55%)	Moderado	2
	Poco inclinado (0 - 25%)	Alto	3
D Diversidad de vegetación	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
E Estabilidad del suelo y erosionabilidad	Restricción alta derivada de riesgo alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a cierto riesgo de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgo bajo de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
V Contraste Suelo - Vegetación	Bajo potencial de regeneración	Bajo	1
	Contraste visual moderado entre suelo y vegetación	Moderado	2
	Contraste visual bajo entre suelo y vegetación adyacente	Alto	3
R Vegetación regeneración potencial	potencial de regeneración bajo	Bajo	1
	Potencial de regeneración moderado	Moderado	2
	Regeneración alta	Alto	3
C Contraste de color Roca - Suelo	Contraste alto	Bajo	1
	Contraste moderado	Moderado	2
	Contraste bajo	Alto	3
<b>VALORACIÓN</b>	$CV=P(D+E+V+R+C)$ $CV= 2(3+2+3+2+2)$ $CV=24$		

En la valorización de calidad visual del paisaje se obtuvo como resultado de la aplicación de la ecuación el valor de 24, cuya interpretación demuestra que el paisaje estudiado es AGRADABLE dicha interpretación se encuentra según la aplicación de la matriz de evaluación del paisaje, tenemos como resultado que el cerro Cusín tiene calidad visual buena. Al llegar a la cima de la vía Zuleta San Pablo se encontró un sistema lacustre conformado por tres lagunas estacionarias y una de aguas permanentes, al horizonte el cerro Cusín y su composición paisajística. Además, desde la cima se pudo apreciar escenas paisajísticas codiciadas y apreciadas para fotógrafos de naturaleza y estudios de avifauna. La Figura 7 permite visualizar el paisaje que presenta el área de gestión de la J.A.A.P.



**Figura 7.** Vista del Cerro Cusín desde la vía Zuleta-San Pablo

A más del paisaje interno que posee el sistema lacustre, se puede denotar que la visibilidad desde la cumbre a los 3910 m.s.n.m. es buena puesto que en momentos despejados se puede observar elevaciones como: Cayambe, Cubilche, Imbabura, Cordillera de Angochagua, Nudo de Mojanda, Flanco norte del Cotacachi, Cerro Golondrinas (Cordillera del Chocó), Lago San Pablo y Laguna de Yahuarcocha, pudiendo todos ellos ser observados desde su cumbre. Los escenarios paisajísticos descritos se aprecian en la Figura 8.



a) Al fondo vista hacia el Cerro Cubilche



b) Al fondo vista hacia la Cordillera



c) Vista hacia el Lago San Pablo

**Figura 8.** a) Al fondo vista hacia el Cerro Cubilche; b) Al fondo vista hacia la Cordillera; c) Vista hacia el Lago San Pablo

#### 4.1.6. Flora

Se tomó parte de la información recopilada durante la evaluación ecológica rápida en la zona de recarga hídrica y captación y la metodología de los inventarios biológicos rápidos EER, se contrastó y validó la información disponible en el plan de manejo ambiental parroquial 2016, en la Tabla 16 se detallan las especies florísticas.

**Tabla 16.** Especies de flora encontradas identificadas

ESPECIE	NOMBRE COMÚN
<i>Stipa ichu</i>	Paja de páramo
<i>Calamagrostis intermedia</i>	Paja de páramo
<i>Cortaderia nitida</i>	Sigse
<i>Plantago rígida</i>	Almohadilla
<i>Culcitium sp.</i>	Flor de ángel
<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>	Angoyuyo
<i>Valeriana microphylla</i>	Valeriana
<i>Polylepis incana</i>	Yagual

Al ser un ecosistema alto andino, sobresalen especies de hierbas en la gran mayoría, considerando que el bosque nublado ha desaparecido por completo y su vegetación ya no se encuentra con frecuencia, se obtuvo un total de ocho especies, siendo la más abundante la paja de páramo (*Calamagrostis intermedia*) y almohadillas (*Plantago rígida*).

#### 4.1.7. Fauna

Se tomó parte de la información recopilada durante la evaluación ecológica rápida en la zona de recarga hídrica y captación y la metodología de los inventarios biológicos rápidos EER, se contrastó y validó con salidas de campo, las especies de fauna se describen en la Tabla 17.

**Tabla 17.** Especies de fauna encontradas

ESPECIE	NOMBRE COMÚN
<i>Pseudolopex culpaeus</i>	Lobo de Páramo
<i>Zapus hudsonius</i>	Ratón de campo
<i>Gastrotheca riobambae</i>	Rana marsupial
<i>Falco sparverius</i>	Quilico
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Gavilán (anga)
<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo Collarejo
<i>Bubulcus ibis</i>	Garceta Bueyera
<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor
<i>Pheucticus chrysopheplus</i>	Picogrueso Sureño-Huiracchuro
<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola Orejuda
<i>Vanellus resplendens</i>	Avefría Andina
<i>Carduelis megallinica</i>	Jilguero Encapuchado
<i>Atlapetes rufinucha</i>	Espiguero
<i>Synallaxis unirufa</i>	Colaespina unirufa Pues-pues
<i>Notiochelidon murina</i>	Golondrina Ventricafé
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina Azuliblanca
<i>Anthus bogotensis</i>	Bisbita de páramo
<i>Colaptes rivolii</i>	Carpintero Dosimarmesí
<i>Scytalopus unicolor</i>	Surero
<i>Catamenia inornata</i>	Semillero Andino
<i>Buthraupis exima</i>	Tángana Dorsiverde
<i>Ensifera</i>	Colibrí Pico Espada
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Pájaro Brujo
<i>Nothoprocta pentlandii</i>	Perdiz Andina (yuta)
<i>Sayornis nigricans</i>	Febe Guardarríos

En el área de estudio, se obtuvo la presencia de apenas dos mamíferos, existe gran diversidad de avifauna de altura, en algunos casos endémicas, se identificó la presencia de anfibios en donde sobresalen poblaciones de rana marsupial (*Gastrotheca riobambae*) y gran diversidad de aves como cóndor (*Vultur gryphus*) y avefría andina (*Vanellus resplendens*).

## **4.2.Componente socio económico**

En el siglo XX existió ocupación de los espacios alto andinos, resultado principalmente de dos eventos. Con la ley de comunas de 1937 y la reforma agraria que sucedió posteriormente, el Estado inició la adjudicación de tierras a las familias en los páramos. En los años 60, también muchos terratenientes entregaron tierras de altura a los indígenas como parte de lo que se ha denominado “iniciativa terrateniente”. Desde los años setenta se produjo la incorporación masiva del páramo a la agricultura y la vivienda. La ceja de montaña (entre 2900 m.s.n.m. y 3300 m.s.n.m.) ha sufrido degradación debido a las prácticas productivas. Hoy en día, existe un cambio drástico de la relación que mantiene la población con el páramo, gracias a la toma de conciencia de la importancia de su conservación. Así se han establecido organizaciones internas que dinamizan la economía local de forma amigable con el ambiente.

La población de Cochas la Merced es una población con fuerte influencia migratoria. La gran mayoría de hogares cuentan con algún familiar que ha viajado (especialmente a la ciudad de Quito) en la búsqueda de mejorar su situación económica. La gente que ha migrado a la capital son especialmente hombres quienes encuentran en la construcción, jardinería u otros oficios, un espacio para el crecimiento económico. Pero también lo han hecho las mujeres quienes generalmente consiguen empleo de amas de casa o lavanderas. La gente que ha salido para Quito tiene diferente modo de relacionarse con sus familias, en algunos casos llegan de visita con cierta frecuencia (cada semana en el mejor de los casos) pero en otros casos ya no regresan a la comunidad o lo hacen solo en las fiestas.

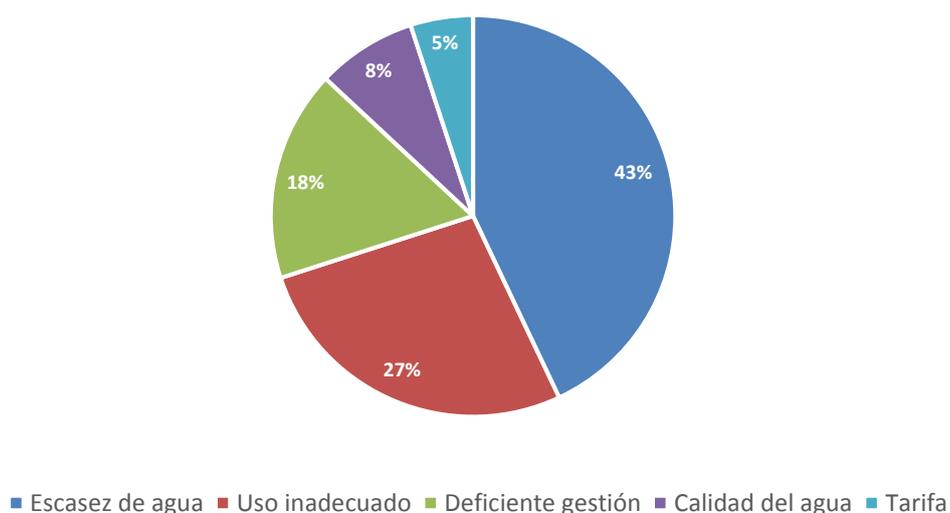
Sin embargo, también existe una migración más cercana, sobre todo de los hombres que aún permanecen en la comunidad, que van por trabajo a la ciudad de Ibarra, o son empleados en las haciendas. Al parecer esto se debe a que, el trabajo asalariado dentro de la misma comunidad es escaso, pero también como comenta una habitante local, la idea de migrar obedece también a la falta de creatividad entre los jóvenes que no ven una opción de vida dentro de la misma comunidad. De las 223 familias, la mayoría se dedica a la agricultura de subsistencia y tienen una distribución del terreno que incluye la

vivienda, crianza de animales, cultivos y pastos. A nivel parroquial, según el censo 2010, el 42,15% de la población está dedicada a la agricultura, silvicultura, caza y pesca.

Los principales productos cultivados en la comunidad se encuentran: el trigo, maíz, cebada, papas y habas. Estos productos generalmente son para autoconsumo. Sin embargo, cuando la cosecha es buena, lo cual se alcanza especialmente cuando hay buen régimen de lluvias, el excedente se vende a los intermediarios que llegan a la comunidad o en los mercados de Ibarra. La cría de ganado para producción de leche es la principal actividad pecuaria, también se cría otros animales, como abejas, cerdos, y gallinas principalmente destinado en mayor parte al autoconsumo. Analizando a nivel parroquial, la actividad de construcción presenta un porcentaje de 12.08% seguido con la manufactura (11,38%).

### 4.3. Conflictos por el manejo del agua

Aplicadas las entrevistas a informantes clave de la comunidad y la parroquia, se determinó la influencia de cinco conflictos en torno al manejo del agua, en la Figura 9 aparecen calificados los conflictos.



**Figura 9.** Conflictos identificados

Como resultado se muestra que el valor sobre la deficiente gestión obtiene 40 repeticiones, para uso inadecuado son 58, para la escasez de agua se obtuvo el mayor número de repeticiones con 95, la tarifa es el conflicto de menor importancia con 12 repeticiones y la calidad de agua alcanza las 18 repeticiones. A su vez la calificación de incidencia y percepción del usuario contribuyó en la configuración de la importancia de los conflictos. Para el caso del valor más alto, que es la escasez de agua con 95 repeticiones en su calificación, se torna alarmante en época seca, al tener caudales extremadamente bajos e implica que la gran mayoría de usuarios lo vean como un conflicto de mayor importancia que genera malestar e inconformidad en la población.

El uso inadecuado tiene incidencia media según los usuarios, ya que es un factor común el tener el agua potable como abrevadero para ganado y uso agrícola, son conscientes acerca del mal uso, pero prevalece su economía y garantizar su soberanía alimentaria. El valor de pago mensual por suministro de agua no genera mayor problema, sin embargo, no deja de ser considerado un conflicto local, ya que está sujeto a modificaciones en cada periodo administrativo. La escasez de agua es un conflicto que se lo define en el presente estudio como el más representativo y que generalmente se presenta en la mayoría de sistemas de agua potable rurales, como es el caso del Estado de Morelos, que también determina sus conflictos enmarcados al déficit del recurso hídrico en época seca.

#### 4.4.Caudales

Con los datos de autorización de uso que dispone la J.A.A.P., que es de 2,0 l/s, se llega a determinar que existe un superávit del recurso hídrico que permite mantener el caudal ecológico y suministrar en cantidad suficiente a la población. Se describen los resultados en la Tabla 18.

**Tabla 18.** Caudales en la captación

<b>LUGAR DE AFORO</b>	<b>CAUDAL</b>	<b>EPOCA SECA</b>	<b>EPOCA LLUVIOSA</b>
<b>CAPTACIÓN</b>	<b>CAUDAL MEDIDO</b>	2,80 l/s	4,50 l/s
	<b>CAUDAL REMANENTE</b>	0,80 l/s	2,50 l/s

En el primer aforo realizado en el mes de octubre de 2017, en condiciones atmosféricas relacionadas a la época relativamente seca, se obtuvo un caudal de 2,80 litros por segundo, como resultado de una media realizada de 3 aforos simultáneos.

En el segundo aforo correspondiente al mes de enero de 2018 en condiciones atmosféricas relacionadas a la época lluviosa, se obtuvo un caudal de 4,50 l/s, como resultado de una media realizada de 3 aforos simultáneos.

El caudal remanente se calculó tomando en cuenta la autorización de uso y aprovechamiento que dispone la J.A.A.P., donde se asigna 2,0 litros por segundo para consumo humano, siendo los caudales medidos mayores a la autorización, se obtuvo para la época seca un caudal remanente de 0,80 litros por segundo y para la época lluviosa un remanente de 2,50 litros por segundo, logrando mantener las condiciones mínimas de conservación del ecosistema.

#### 4.5. Calidad del agua

En cuanto a los parámetros físicos, todos se encuentran dentro de los límites establecidos, así como también los parámetros químicos, por lo que se determinó que el agua si cumple con la norma INEN 1108-5 (2014), los resultados de los análisis se muestran en la Tabla 19.

**Tabla 19.** Análisis de calidad de agua

REPORT	Parámetro	Unidad	Casa comunal	Ingatola	Casa comunal	Captación	Planta de tratamiento Jurapango Alto
			03-oct-17	03-oct-17	08-ene-18	08-ene-18	08-ene-18
FISICOS	Color	UTC	0	0	0	10	0
	pH	--	6,51	7,99	7,39	7,3	7,59
	Temperatura	°C	-	-	-	-	-
	Turbiedad	NTU	0,84	1,11	1,45	1,9	1,87
	Conductividad	S/m	420	101,9	78,3	59,9	71,2
	Solidos disueltos totales	mg/l	231	56	43	33	39
QUIMICO	Potasio	mg/l	-	-	-	-	-
	Cloro residual	mg/l	0,5	1	1,3	0	0
	Dureza total CaCO <sub>3</sub>	mg/l	38,12	41,94	34,32	30,5	38,13
	Magnesio	mg/l	3,72	4,65	4,65	4,65	4,65

	Calcio	mg/l	9,14	9,14	6,09	4,57	7,62
	Alcalinidad total	ppm CaCO <sub>3</sub>	48	56	32	36	36
<b>MICROBIOLOGICO</b>	Coliformes totales	UFC	0	0	0	496	604
	E Coli	UFC	0	0	0	0	0
	Microorganismos aerobios mesófilos	N	-	-	-	-	-

Los resultados microbiológicos obtenidos tienden a estar fuera de los límites permisibles ya que el parámetro de coliformes totales tiene un valor de 426 UFC en la captación y 604 UFC en la planta de tratamiento, siendo el valor permisible para consumo humano de 0 UFC.

Se observa presencia de coliformes totales en la planta de tratamiento debido a que el tiempo de resiliencia no es suficiente o no se realiza una cloración adecuada, éstos valores se derivan del mal manejo de los elementos de la planta de tratamiento y de la descomposición de materia orgánica por influencia del ambiente circundante.

El agua que llega a los usuarios, cumple con todos los parámetros de calidad para agua potable, ya que el tiempo de resiliencia del cloro se cumple mientras es distribuida hasta los micro medidores, eliminando todo tipo de coliformes y manteniendo las condiciones de calidad del agua para consumo humano.

#### **4.6.Presión del agua en las redes de distribución**

Una vez empleado el método de medición de presiones de Martínez (2010) con el manómetro portátil, se registraron las presiones que se detallan en la Tabla 20 por cada red de distribución.

**Tabla 20.** Presión del agua en las redes de distribución

PUNTOS DE MUESTREO	COORDENADAS		ALTITUD m.s.n.m.	PRESIÓN psi	
	X	Y			
<b>RED JURAPANGO ALTO 1</b>					
<b>1</b>	<b>Parte alta</b>			45	
	Fanny Lechón	819732	10020226	47	
	<b>Parte media</b>			40	
	José Anrrango	819872	10020768	50	
	<b>Parte baja</b>			36	
Rosa Matilde Churuchumbi	820219	10021205	3073	43	
<b>RED JURAPANGO ALTO 2</b>					
<b>2</b>	<b>Parte alta</b>			46	
	Alfonzo Churuchumbi	820127	10019922	48	
	<b>Parte media</b>			38	
	Anselmo Lechón 2	820525	10020675	45	
	<b>Parte baja</b>			35	
Pedro Ricardo Sandoval Sandoval	821171	10020702	2962	38	
<b>RED JURAPANGO BAJO</b>					
<b>3</b>	<b>Parte alta</b>			35	
	José Manuel Anrrango	820612	10019837	38	
	<b>Parte media</b>			33	
	María Tito	821229	10020008	35	
	<b>Parte baja</b>			33	
María Asunción Sandoval	821757	10020550	2966	36	
<b>RED INGATOLA</b>					
<b>4</b>	<b>Parte alta</b>			37	
	Verónica Cuaspa	821679	10021983	38	
	<b>Parte media</b>			34	
	Manuel Sandoval	822251	10022002	2930	34
	<b>Parte baja</b>			36	
Carmen Tito	822048	10021095	2916	38	
<b>RED COCHAS</b>					
<b>5</b>	<b>Parte alta</b>			35	
	Peñaquishpe Furez Luís Ángel	822263	10022113	37	
	<b>Parte media</b>			33	
	Casa comunal	821757	10020550	35	
	<b>Parte baja</b>			33	
Antamba Tito Luis Amadeo	819872	10020768	2875	33	

Las presiones registradas en el mes de octubre se muestran relativamente inferiores a las del mes de enero, lo que tiene mucha relación con el caudal recibido en la planta de tratamiento y su posterior distribución a los usuarios.

La red Jurapango alto registra mayores presiones, con un valor promedio de 40 psi en el mes de octubre 2017; y 45 psi en el mes de enero 2018, esto se debe a que se encuentra en la parte más alta del sistema y es la primera en recibir el suministro de agua.

Con respecto a la red Jurapango bajo, al llegar menos cantidad de agua y por variaciones en el relieve, las presiones que se registran son relativamente menores, con un promedio de 33 psi en el mes de octubre 2017 y 36 psi en el mes de enero 2018.

En el caso de la red Ingatola al ser una red de distribución cerrada y con una pendiente muy homogénea, tiende a tener presiones estables de 35 y 36 psi en octubre y enero, con un buen suministro de agua a todos los usuarios.

Para la red Cochas, se obtuvo que los resultados de presión no tienen diferencia significativa entre la parte alta y la parte baja, presentando valores de 34 y 35 psi, en octubre y enero, respectivamente, por ser un territorio ondulado derivado de morrenas glaciares y la formación de cochas.

#### 4.7. Funcionalidad de las redes de distribución

La funcionalidad del sistema está determinada por nueve componentes sujetos a calificación en cada red desde el punto de vista de los investigadores y su apreciación, teniendo un rango de calificación de 1 a 10, siendo 1 el valor que más afecta en la funcionalidad del sistema; y 10 el valor que tiene menos afectación en la funcionalidad, se puede apreciar los resultados en la Tabla 21.

**Tabla 21.** Evaluación de la funcionalidad de las redes de distribución

N	COMPONENTES	REDES DE DISTRIBUCIÓN							
		JURAPANGO BAJO	Calificación (Nivel de afectación) 1-10	JURAPANGO ALTO	Calificación (Nivel de afectación) 1-10	INGATOLA	Calificación (Nivel de afectación) 1-10	COCHAS	Calificación (Nivel de afectación) 1-10
1	Tanque reserva en mal estado			x	3	x	6		
2	Desprendimiento de pintura en reservas			x	5	x	6	x	6
3	Tubería expuesta	x	4					x	2
4	Tanque rompe presión en mal estado	x	4	x	6	x	2	x	5
5	Micro medidores descubiertos	x	7	x	8	x	7	x	7
6	Fugas			x	3	x	5	x	7

7	Lubricación en puntos de control de agua (sin lubricar)					x	2		
8	Agentes contaminantes en distribución	x	9	x	9	x	2	x	4
9	Conexiones mal hechas							x	5
<b>PROMEDIO</b>			<b>6</b>		<b>6</b>		<b>4</b>		<b>5</b>
<b>CALIFICACIÓN PROMEDIO</b>		<b>5</b>							

Al obtener un valor calificativo promedio de 5 a nivel de todas las redes, se tiene que la funcionalidad del sistema se encuentra en el rango de 4 a 7 que corresponde a la funcionalidad media.

Según el estudio sobre el funcionamiento y la sostenibilidad de las intervenciones de agua potable y saneamiento en áreas rurales instalados en Paraguay, se encontró que la funcionalidad es muy alta en un período de 4 años de funcionamiento, el presente estudio analiza la funcionalidad del sistema en un período de 20 años, con un valor de funcionalidad media del sistema, tomando en cuenta que el tiempo de vida útil para construcciones de sistemas de agua potable es de 30 años, las redes de distribución tienden cada vez a ser menos funcionales.

#### **4.8.Catastro de usuarios del sistema**

Mediante la aplicación de la ficha catastral a cada uno de los usuarios del Sistema de agua potable, se logra determinar el número real de usuarios por red de distribución, también se pudo obtener la ubicación georreferenciada de todos los micro medidores, y la estructura final del catastro se encuentra detallado en la propuesta de modelo de gestión.

Se logró obtener a su vez, el uso que le da cada usuario al agua, ya sea, consumo humano, agrícola y como abrevaderos de ganado, siendo los dos últimos usos que están al margen de la ley, ya que la autorización de uso del sistema es exclusiva para consumo humano. Se encontró en la parte alta del sistema seis usuarios que se encuentran ubicados antes de la planta de tratamiento, y ellos se encuentran recibiendo agua no tratada, lo cual es un indicador para unificar el tratamiento a todos los usuarios.

#### 4.9. Sustentabilidad de la junta administradora de agua potable

Luego de haber analizado en un taller participativo con los dirigentes y usuarios del sistema, se puso en consideración las cuatro dimensiones del desarrollo sustentable para establecer indicadores de sustentabilidad locales que influyen a la Junta Administradora de Agua Potable “Cochas La Merced”. Los resultados de este taller se observan en la Figura 10:

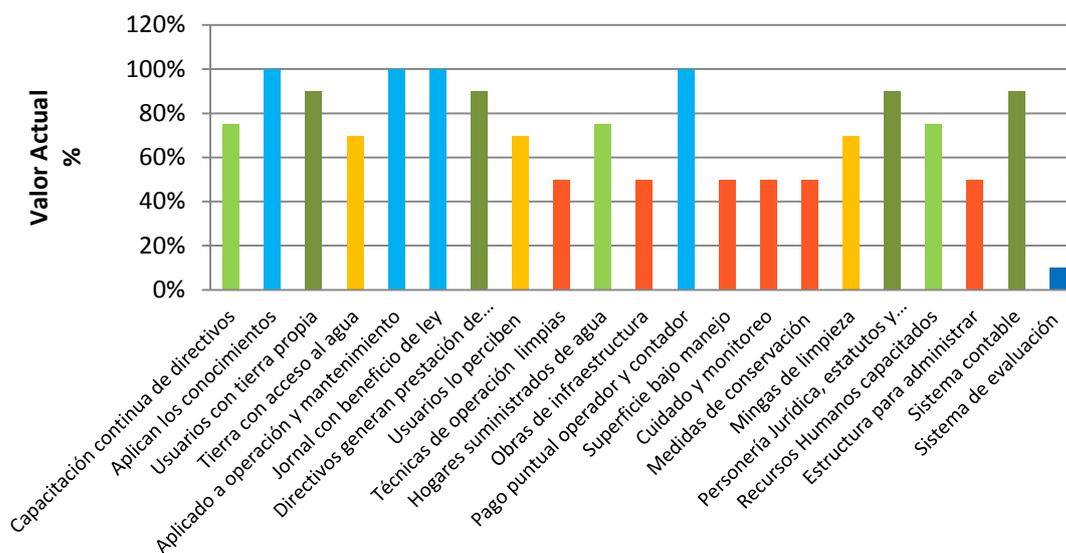


Figura 10. Nivel de sustentabilidad del Sistema

La Junta Administradora de Agua Potable Cochas La Merced, en la gestión integral que realiza, alcanza un 71,6% de efectividad. El índice más bajo de sustentabilidad se presenta en el factor ambiental con el 50% de cumplimiento. El índice más alto de sustentabilidad se presenta en los factores social y económico, teniendo porcentajes de cumplimiento del 100%.

#### 4.10. Análisis FODA

Una vez empleada la metodología de Business Model Canvas, herramienta que permitió de una forma sencilla reflexionar sobre las áreas clave de la J.A.A.P. y cómo deben relacionarse entre sí a fin de generar valor a sus usuarios comunitarios y más partes relacionadas, así se presenta inicialmente el Modelo empresarial de la J.A.A.P. en la Tabla 22.

**Tabla 22.** Modelo empresarial de la Junta Administradora de Agua Potable

<b>Alianzas estratégicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- GADs parroquial y municipal</li> <li>- Líderes sectoriales y comunitario</li> <li>- SENAGUA y ARCA</li> <li>- Autoridades ambientales MAE y UGA</li> <li>- AVINA y ROSCGAE</li> <li>- Proveedores de bienes y servicios</li> <li>- Consultores de fortalecimiento y gestión institucional</li> </ul>
<b>Actividades clave</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestión operativa</li> <li>- Gestión de mantenimiento</li> <li>- Gestión ambiental</li> <li>- Gestión administrativa y financiera</li> </ul>
<b>Recursos clave</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recurso hídrico</li> <li>- Recurso humano</li> <li>- Financiamiento</li> <li>- Infraestructura física</li> </ul>
<b>Servicios</b>	<p><b>Agua potable</b> Atributos de los servicios</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calidad</li> <li>- Cantidad</li> <li>- Acceso</li> <li>- Sostenibilidad</li> </ul>
<b>Relacionamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conservación</li> <li>- Asambleas</li> <li>- Rendición de cuentas</li> <li>- Mingas</li> </ul>
<b>Imagen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Credibilidad</li> </ul>
<b>Canales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Directo, mediante convocatorias</li> </ul>
<b>Segmentos de atención</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oficina</li> <li>- Casa comunal</li> </ul>
<b>Costos de Infraestructura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Talento humano</li> <li>- Mantenimiento y operación</li> <li>- Materiales e insumos para tratamiento, potabilización, tuberías y accesorios</li> <li>- Costo por infraestructura nueva</li> <li>- Energía eléctrica</li> </ul>
<b>Flujos de ingreso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarifa de agua potable</li> <li>- Valor por conexión domiciliaria</li> </ul>

El resultado del análisis de los componentes del FODA es la referencia más cercana para la creación de estrategias de gestión, el cual permite generar un modelo de gestión específico, acorde a las condiciones de manejo, administración y operación del sistema de agua potable, que se adapten adecuadamente a la situación actual de la organización, tal como muestra la Tabla 23.

**Tabla 23.** Análisis FODA de la Junta Administradora de Agua Potable

	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
<b>ANÁLISIS INTERNO</b>	F1. Microcuenca abastecedora bien conservada F2. Capacidad operativa a emergencias F3. Alta cobertura de agua a nivel comunitario F4. Posicionamiento de la J.A.A.P. a nivel regional F5. Orgullo de los directivos al gestionar la J.A.A.P. F6. Directivos con predisposición al mejoramiento continuo F7. Formar parte de Pesillo Imbabura F8. Asociarse a la ROSCGAE	D1. Calidad de agua no apta para consumo humano D2. Débil estrategia institucional de relacionamiento D3. Falta de innovación general en toda la J.A.A.P. D4. Falta de comunicación interna entre directivos D5. Remuneración no competitiva para la operación y mantenimiento del sistema D6. Redes de distribución no eficientes D7. Débil gestión en sequías prolongadas D8. Falta de acceso transparente y amplio a la información D9. Debilidades organizacionales, administrativas, financieras y técnicas
	<i>Impacto Positivo</i>	<i>Impacto Negativo</i>
	<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<b>ANÁLISIS EXTERNO</b>	O1. Generar pago por servicios ecosistémicos O2. Prestar el servicio comunitario de agua potable y saneamiento de calidad O3. Compartir experiencias de gestión hídrica local O4. Generar valor agregado al usuario a través de servicios complementarios O5. Optimizar los procesos técnicos mediante la implementación de un modelo de gestión O6. Generar alianzas público privadas para fortalecimiento en gestión, administración y operación del sistema O7. Posicionar su imagen de forma interna y externa.	A1. Desastres naturales A2. Disminución de disponibilidad de recurso hídrico A3. Amenazas antrópicas (acceso a la fuente, conflictos) A4. Apoyo limitado por parte de SENAGUA, GAD Parroquial A5. Situación económica del país en los próximos años A6. Imposibilidad de aplicar la ley de recursos hídricos A7. Extinguirse
	<i>Impacto Positivo</i>	<i>Impacto Negativo</i>

El resultado de un proceso participativo del análisis FODA se enfoca en la fórmula F4O6D9A7, que refleja la fortaleza de posicionamiento a nivel regional y genera alianzas público privadas para el fortalecimiento en gestión, administración y operación, de tal forma que reduzca significativamente la debilidad organizacional y la amenaza de extinguirse.

#### **4.11. Propuesta de modelo de gestión hídrica local**

A continuación, se presenta la estructura y los componentes que contemplan la propuesta de modelo de gestión hídrica local del sistema de agua potable “Cochas – La Merced”.

#### **4.11.1. Introducción de la propuesta**

La propuesta del modelo de gestión para la Junta Administradora de Agua Potable “Cochas La Merced” contempla las acciones de manejo y gestión para equilibrar y armonizar la oferta y demanda de agua, protegiendo su cantidad y calidad para propiciar el uso eficiente con sensibilización, participación de los usuarios con el refuerzo de las instituciones competentes que contribuya a la ampliación de conocimientos y coordinación entre los actores involucrados en la gestión local del agua para consumo humano. El artículo cinco de la Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento, constituye al agua como un sector estratégico, de decisión y de control exclusivo del Estado central, a través de la autoridad única del agua.

La gestión del agua se orienta al pleno desarrollo de los derechos y al interés social, en atención a su decisiva influencia social, comunitaria, cultural, política, ambiental y económica. El Estado tendrá la responsabilidad de administrar, regular, controlar y gestionar este sector estratégico, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia. La importancia se define con una buena organización, y cuando se administra, opera y mantiene eficientemente el servicio de agua potable, se contribuye a mejorar la calidad de vida en la comunidad.

#### **4.11.2. Objetivo de la propuesta**

Mejorar las capacidades y funciones en torno a la gestión del sistema de agua potable Cochas La Merced y grupos de interés involucrados para ampliar el acceso al agua de forma sostenible, transparente e incluyente.

#### **4.11.3. Alcance de la propuesta**

Que la Junta Administradora de Agua Potable tenga una visión integral y se convierta en protagonista reconocida en la facilitación del acceso al agua y que la comunidad esté empoderada para resolver los desafíos de su desarrollo y sea ambientalmente responsable

y sostenible que contribuya efectivamente a la adaptación al cambio climático a nivel nacional.

#### **4.11.4. Misión y visión**

A continuación, se presentan construidas la misión y visión, como eje de funcionamiento y vista hacia el futuro de la junta administradora de agua potable.

##### **4.11.4.1. Misión**

Suministrar de manera equitativa e ininterrumpida el recurso hídrico apto para el consumo humano a usuarios de la comunidad Cochas La Merced, conservar y proteger la micro cuenca receptora de agua en el páramo Cusín, monitorear y mejorar la calidad de agua del sistema de distribución en todos sus componentes de forma periódica para garantizar el buen uso del líquido vital.

##### **4.11.4.2. Visión**

La junta administradora de agua potable Cochas La Merced, cuenta con un modelo de gestión del recurso hídrico que contribuye al funcionamiento adecuado de la misma, dentro del marco de la ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento; las directivas cumplen sus funciones sin fines de lucro con participación activa de sus usuarios para brindar un servicio óptimo y contempla en su gestión la conservación de la esponja de agua Turupamba y el páramo Cusín, y busca soluciones prácticas para mejorar la calidad de vida y saneamiento ambiental de la comunidad, demostrando ser un modelo en el manejo del recurso hídrico en la provincia de Imbabura.

#### **4.11.5. Gestión comunitaria y organizativa del agua**

El artículo cuarenta y tres de la Ley de recursos hídricos, usos y aprovechamiento define que: “Las juntas administradoras de agua potable son organizaciones comunitarias, sin fines de lucro, que tienen la finalidad de prestar el servicio público de agua potable.

Su accionar se fundamenta en criterios de eficiencia económica, sostenibilidad del recurso hídrico, calidad en la prestación de los servicios y equidad en el reparto del agua”. A continuación, se presentan, las instancias que la ley reconoce cuando se organiza la J.A.A.P.

#### **4.11.5.1. Asamblea general**

Es la autoridad máxima de la J.A.A.P., la conforman todos los usuarios inscritos en el catastro de usuarios. Sus funciones son:

- Aprobar el estatuto, reglamento interno y sus modificaciones.
- Aprobar el plan de trabajo, el presupuesto anual y la cuota familiar.
- Aprobar el informe anual del consejo directivo.
- Supervisar y evaluar las actividades realizadas por el consejo directivo.
- Designar al comité electoral.
- Resolver y sancionar casos de denuncias a miembros del consejo directivo
- Confirmar o revocar las sanciones impuestas por el consejo directivo.
- Elegir a los miembros del consejo directivo.
- Otras funciones que por su naturaleza le correspondan como máxima autoridad de la J.A.A.P.

La Asamblea se reúne en forma ordinaria por lo menos tres veces al año y en forma extraordinaria cada vez que lo consideren necesario.

#### **4.11.5.2. Directorio**

En el mismo marco, posibilita asignar mayor autonomía en la toma de decisiones de cada uno de los niveles de dirección, lo que es equivalente a establecer claras relaciones en la gestión comunitaria y responsabilidad por resultados.

Delegar facultades para la toma de decisiones, apoyo a la gestión ambiental y flexibilizar el uso de recursos económicos, sobre la base de su asignación programática; así es como

logra generar sistemas de autocontrol que permitan la retroalimentación de las acciones y vincular la toma de decisiones cotidiana al planeamiento estratégico, al proceso presupuestario, a la operación, mantenimiento, monitoreo y evaluación del sistema de agua potable comunitario. Cuenta con el concejo directivo legalmente posesionado, como se muestra en la Tabla 24.

**Tabla 24.** Directorio de la J.A.A.P.

<b>Cargo</b>	<b>Nombre</b>
<b>Presidenta</b>	Tamba Díaz María Beatriz
<b>Secretaria</b>	Sandoval Yánez Silvio Darío
<b>Tesorero</b>	Sandoval Sancho Julio Remigio
<b>Primer Vocal (Jurapango Bajo)</b>	Lechón Escola Anita Lucia
<b>Segundo Vocal (Cochas Norte)</b>	Sandoval Sandoval Lidia Verónica
<b>Tercer Vocal (Jurapango Alto)</b>	Anrrango Jeremías
<b>Cuarto Vocal (Cochas Sur)</b>	Anrrango Alberto
<b>Quinto Vocal (Ingatola)</b>	Lechón Gloria

#### 4.11.5.3. Funciones del Directorio

Las funciones de cada persona designada como directivos de la J.A.A.P. se detallan en la Tabla 25.

**Tabla 25.** Funciones del directorio de la J.A.A.P.

<b>Cargo</b>	<b>Función</b>
<b>Presidenta</b>	- Representar legalmente a la J.A.A.P. e informar de las actividades.
	- Convocar y presidir las reuniones de la Asamblea General y del Consejo Directivo.
	- Controlar el manejo de los recursos económicos.
	- Autorizar gastos y aprobar la rendición de cuentas que presenta el tesorero.
	- Dar cuenta, conjuntamente con el tesorero, sobre la marcha del servicio ante el Consejo Directivo y la Asamblea General en aspectos técnicos y económicos.
	- Conocer todos los procesos de operación y mantenimiento del sistema y dar seguimiento y control cada mes (cobro mensual).
	- Supervisar permanentemente la marcha del plan anual del trabajo y la calidad del servicio.
<b>Secretaria</b>	- Llevar el libro de actas de las sesiones de la Asamblea General y del Consejo Directivo.
	- Llevar actualizado el catastro de usuarios
	- Conocer todos los procesos de operación y mantenimiento del sistema y dar seguimiento y control cada mes (cobro mensual).
	- Dirigir y controlar el trabajo del operador.
	- Guardar y cuidar los archivos de la J.A.A.P.
	- Reemplazar al presidente en caso de ausencia.
	- Inscribir a nuevos usuarios.
	- Apoyar al presidente para la formulación y control del plan operativo anual de trabajo.
- Otras funciones que le asigne el presidente.	

<b>Tesorero</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recaudar y cobrar las cuotas familiares y otros ingresos de la J.A.A.P.</li> <li>- Hacer las compras y pagos necesarios para la marcha del servicio, los que deben contar con el visto bueno del presidente.</li> <li>- Anotar los ingresos y egresos en el libro de caja de la J.A.A.P. y mantenerlo actualizado.</li> <li>- Conocer todos los procesos de operación y mantenimiento del sistema y dar seguimiento y control cada mes (cobro mensual).</li> <li>- Presentar mensualmente el informe del estado de cuentas debidamente documentado para su aprobación por el Consejo Directivo, Presentar el informe final anual con la correspondiente aprobación del presidente.</li> <li>- Cuidar los fondos y otros valores materiales de la J.A.A.P.</li> <li>- Apoyar al presidente para la elaboración y control del Plan Operativo Anual de Trabajo.</li> <li>- Llevar el catastro de usuarios con el registro de las aportaciones u otras cobranzas.</li> <li>- Llevar el libro de inventario actualizado.</li> <li>- Otras funciones que le asigne el presidente.</li> </ul>
<b>Vocales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apoyar a los miembros del Consejo Directivo a fin de que las funciones se cumplan con la mayor eficiencia.</li> <li>- Colaborar en la convocatoria a las asambleas.</li> <li>- Conocer todos los procesos de operación y mantenimiento del sistema y dar seguimiento y control cada mes (cobro mensual).</li> <li>- Asumir las funciones de algún miembro ausente en forma temporal.</li> <li>- Destitución de los miembros del Consejo Directivo.</li> <li>- Otras funciones que el Consejo Directivo crea conveniente.</li> </ul>
<b>Operador</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordinar el monitoreo de la fuente con Guardabosque comunitario</li> <li>- Conocer todos los procesos de operación y mantenimiento del sistema y dar seguimiento y control cada mes (cobro mensual).</li> <li>- Desinfectar diariamente el sistema de agua</li> <li>- Comprobar diariamente el cloro residual</li> <li>- Comunicar a la junta la existencia de hipoclorito</li> <li>- Leer cada mes los valores de los micromedidores domiciliarios</li> <li>- Ejecutar nuevas conexiones domiciliarias</li> <li>- Notificar a usuarios morosos</li> <li>- Cortar el servicio a los usuarios morosos</li> <li>- Informar a la junta sobre problemas y conflictos</li> </ul>

#### **4.11.5.4. Funciones de la Junta Administradora de Agua Potable**

La junta administradora de agua potable existe desde 1980 y cumple la función de administrar y suministrar el agua a cada uno de los 223 usuarios del sistema. Según el reglamento a la ley de recursos hídricos, usos y aprovechamiento le corresponde:

- Conservar, mantener, rehabilitar y operar las infraestructuras para la prestación de los correspondientes servicios.
- Construir y financiar nuevas infraestructuras, pudiendo recabar para ello las ayudas económicas precedentes, contando con el respectivo informe de viabilidad técnica que será emitido por la Subsecretaria de agua potable.

- Establecer las tarifas por prestación de servicio, dentro de los criterios generales regulados en la ley, este reglamento y las regulaciones que para el efecto emita la ARCA, recaudadas y administrar el producto de la recaudación para el cumplimiento de los servicios que tengan encomendados.
- Aprobar los presupuestos para el funcionamiento de los servicios.
- Resolver los conflictos que pueden existir entre sus miembros. En el caso de que el conflicto no se pueda resolver internamente, se acudirá ante la autoridad de demarcación hidrográfica o al responsable del centro de atención al ciudadano, quien decidirá sobre el mismo cuando se corra traslado y en el ámbito de sus competencias.
- Participar en los concejos de cuenca.

#### **4.11.6. Marco legal para el modelo de gestión hídrica**

En reconocimiento de los sistemas comunitarios y para vigorizar su gestión, la Constitución aprobada en el año 2008, en el Art. 318 señala: “El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y lo comunitario para la prestación de servicios” (Guailas, 2013).

##### **4.11.6.1. Ley orgánica de recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento**

**Artículo 12. Protección recuperación y conservación de fuente.** El estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y manejo de paramos, así como en la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo en lo previsto en la Constitución y en esta Ley.

**Artículo 13.- Formas de conservación y de protección de fuentes de agua.** Constituyen formas de conservación y protección de fuentes de agua: las servidumbres de uso público, zonas de protección hídrica y las zonas de restricción.

Los terrenos que lindan con los cauces públicos están sujetos en toda su extensión longitudinal a una zona de servidumbre para uso público, que se regulará de conformidad con el Reglamento y la Ley.

Para la protección de las aguas que circulan por los cauces y de los ecosistemas asociados, se establece una zona de protección hídrica. Cualquier aprovechamiento que se pretenda desarrollar a una distancia del cauce, que se definirá reglamentariamente, deberá ser objeto de autorización por la Autoridad Única del Agua, sin perjuicio de otras autorizaciones que procedan.

Las mismas servidumbres de uso público y zonas de protección hídrica existirán en los embalses superficiales.

En los acuíferos se delimitarán zonas de restricción en las que se condicionarán las actividades que puedan realizarse en ellas en la forma y con los efectos establecidos en el Reglamento a esta Ley.

**Artículo 14.- Cambio de uso del suelo.** El Estado regulará las actividades que puedan afectar la cantidad y calidad del agua, el equilibrio de los ecosistemas en las áreas de protección hídrica que abastecen los sistemas de agua para consumo humano y riego; con base en estudios de impacto ambiental que aseguren la mínima afectación y la restauración de los mencionados ecosistemas.

**Artículo 15.- Sistema nacional estratégico del agua.** Créase el sistema nacional estratégico del agua, que constituye el conjunto de procesos, entidades e instrumentos que permiten la interacción de los diferentes actores, sociales e institucionales para organizar y coordinar la gestión integral e integrada de los recursos hídricos.

**Artículo 18, literales i, j, k.- Competencias y atribuciones de la Autoridad Única del Agua.**

i) Otorgar personería jurídica a las Juntas Administradoras de Agua Potable y a las Juntas de Riego y drenaje;

j) Mantener y actualizar el registro público del agua;

k) Declarar de interés público la información sobre la disponibilidad de aguas superficiales, subterráneas y atmosféricas.

**Artículo 35.- Principios de la gestión de los recursos hídricos.** La gestión de los recursos hídricos en todo el territorio nacional se realizará de conformidad con los siguientes principios:

- a) La cuenca hidrográfica constituirá la unidad de planificación y gestión integrada de los recursos hídricos;
- b) La planificación para la gestión de los recursos hídricos deberá ser considerada en los planes de ordenamiento territorial de los territorios comprendidos dentro de la cuenca hidrográfica, la gestión ambiental y los conocimientos colectivos y saberes ancestrales;
- c) La gestión del agua y la prestación del servicio público de saneamiento, agua potable, riego y drenaje son exclusivamente públicas o comunitarias;
- d) La prestación de los servicios de agua potable, riego y drenaje deberá regirse por los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad; y,
- e) La participación social se realizará en los espacios establecidos en la presente Ley y los demás cuerpos legales expedidos para el efecto.

**Artículo 44.- Deberes y atribuciones de las juntas administradoras de agua potable.**

Constituyen deberes y atribuciones de las juntas administradoras de agua potable comunitarias, los siguientes:

1. Establecer, recaudar y administrar las tarifas por la prestación de los servicios, dentro de los criterios generales regulados en esta Ley y el Reglamento expedido por la Autoridad Única del Agua;
2. Rehabilitar, operar y mantener la infraestructura para la prestación de los servicios de agua potable;
3. Gestionar con los diferentes niveles de gobierno o de manera directa, la construcción y financiamiento de nueva infraestructura. Para el efecto deberá contar con la respectiva viabilidad técnica emitida por la Autoridad Única del Agua;
4. Participar con la Autoridad Única del Agua en la protección de las fuentes de abastecimiento del sistema de agua potable, evitando su contaminación;
5. Remitir a la Autoridad Única del Agua la información anual relativa a su gestión, así como todo tipo de información que les sea requerida;
6. La resolución de los conflictos que puedan existir entre sus miembros. En caso de que el conflicto no se pueda resolver internamente, la Autoridad Única del Agua decidirá sobre el mismo, en el ámbito de sus competencias; y,
7. Participar en los consejos de cuenca de conformidad con esta Ley.

**Artículo 46.- Servicio comunitario de agua potable.** En la localidad rural en donde el gobierno autónomo descentralizado municipal no preste el servicio de agua potable que por ley le corresponde, podrá constituirse una junta administradora de agua potable.

**Artículo 48- Reconocimiento de las formas colectivas y tradicionales de gestión.** Se reconocen las formas colectivas y tradicionales de manejo del agua, propias de comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades y se respetarán sus derechos colectivos en los términos previstos en la Constitución y la ley.

Se reconoce la autonomía financiera, administrativa y de gestión interna de los sistemas comunitarios de agua de consumo y riego.

**Artículo 49.- Autonomía de gestión y suficiencia financiera.** Las organizaciones que forman los sistemas comunitarios de gestión del agua, juntas de agua potable y juntas de riego mantendrán su autonomía administrativa, financiera y de gestión para cumplir con la prestación efectiva del servicio y el eficaz desarrollo de sus funciones, de conformidad con la ley.

Para el cumplimiento de sus fines, los sistemas comunitarios, de gestión del agua, administrarán los valores de las tarifas que recauden y los demás que les correspondan de conformidad con la Ley y su Reglamento.

**Artículo 50.- Fortalecimiento, apoyo y subsidiaridad en la prestación del servicio.** El Estado, en sus diferentes niveles de gobierno y de acuerdo con sus competencias, fortalecerá a los prestadores del servicio de agua; sean estos públicos o comunitarios, mediante el apoyo a la gestión técnica, administrativa, ambiental y económica, así como a la formación y cualificación permanente de los directivos y usuarios de estos sistemas.

**Artículo 64.- Conservación del agua.** La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida.

En la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho a:

- a) La protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua, en particular, nevados, glaciares, páramos, humedales y manglares;
- b) El mantenimiento del caudal ecológico como garantía de preservación de los ecosistemas y la biodiversidad;
- c) La preservación de la dinámica natural del ciclo integral del agua o ciclo hidrológico;

- d) La protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación;
- e) La restauración y recuperación de los ecosistemas por efecto de los desequilibrios producidos por la contaminación de las aguas y la erosión de los suelos.

**Artículo 67.- Derecho de los usuarios y consumidores.**

Los usuarios del agua son personas naturales, jurídicas, Gobiernos Autónomos Descentralizados, entidades públicas o comunitarias que cuenten con una autorización para el uso y aprovechamiento del agua.

Los consumidores son personas naturales, jurídicas, organizaciones comunitarias que demandan bienes o servicios relacionados con el agua proporcionados por los usuarios.

Los usuarios y los consumidores tienen derecho a acceder de forma equitativa a la distribución y redistribución del agua y a ejercer los derechos de participación ciudadana previstos en la ley.

Los derechos de los usuarios se ejercerán sin perjuicio de los derechos de los consumidores de servicios públicos relacionados con el agua.

Los derechos de los consumidores de servicios públicos relacionados con el agua se ejercerán sin perjuicio de los derechos de los usuarios.

**Artículo 68.- Consulta y obligaciones de los usuarios.**

La Autoridad Única del Agua, a través de los consejos de cuenca hidrográfica, consultará de manera previa, libre, informada, obligatoria y en un plazo razonable a las organizaciones de los usuarios, en todos los asuntos relevantes relacionados con la gestión integrada de los recursos hídricos que les puedan afectar de conformidad con esta Ley y su Reglamento.

Sin perjuicio de las obligaciones del Estado, los usuarios del agua contribuirán económicamente, en forma proporcional a la cantidad de agua que utilizan para la preservación, conservación y manejo sustentable de los recursos hídricos en la cuenca hidrográfica y serán parte en el manejo de la misma. En el caso de usuarios comunitarios, que a la vez sean consumidores de agua, contribuirán económicamente o mediante trabajos comunitarios.

**Artículo 74.- Conservación de las prácticas de manejo del agua.** Se garantiza la aplicación de las formas tradicionales de gestión y manejo del ciclo hidrológico, practicadas por comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, afro

ecuatorianas y montubias y se respetan sus propias formas, usos y costumbres para el reparto interno y distribución de caudales autorizados sobre el agua.

**Artículo 76.- Caudal ecológico.** Para los efectos de esta Ley, caudal ecológico es la cantidad de agua, expresada en términos de magnitud, duración, época y frecuencia del caudal específico y la calidad de agua expresada en términos de rango, frecuencia y duración de la concentración de parámetros que se requieren para mantener un nivel adecuado de salud en el ecosistema.

La Autoridad Única del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional establecerá reglamentariamente los criterios, parámetros y metodologías para la determinación del caudal ecológico de acuerdo con las condiciones y las características de los cuerpos de agua, que serán considerados dentro de la planificación hídrica nacional.

**Artículo 77.- Limitaciones y responsabilidades.** El caudal ecológico de los cursos permanentes de agua en toda cuenca hidrográfica es intangible.

Es responsabilidad de la Autoridad Única del Agua, de las instituciones y de todas las personas, sean usuarios o no del agua, el respetar la cantidad y calidad requerida que proteja la biodiversidad acuática y los ecosistemas aledaños.

Todas las actividades productivas respetarán el caudal ecológico.

El caudal ecológico definido no es susceptible de autorización para su uso o aprovechamiento productivo, a excepción de aquellos usos que no tenga como consecuencia la afectación en la calidad ni en cantidad del caudal ecológico.

La autoridad administrativa que contravenga esta disposición, será responsable por los daños ambientales que genere y por el pago de la indemnización por daños y perjuicios ocasionados a terceros afectados o al patrimonio natural del Estado; además será sancionado de conformidad con la Ley, sin perjuicio de la nulidad de la autorización concedida.

**Artículo 78.- Áreas de protección hídrica.** Se denominan áreas de protección hídrica a los territorios donde existan fuentes de agua declaradas como de interés público para su mantenimiento, conservación y protección, que abastezcan el consumo humano o garanticen la soberanía alimentaria, las mismas formarán parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

La Autoridad Única del Agua, previo informe técnico emitido por la Autoridad Ambiental Nacional y en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados en el ámbito

de sus competencias, establecerá y delimitará las áreas de protección hídrica que sean necesarias para el mantenimiento y conservación del dominio hídrico público.

El uso de las áreas de protección hídrica será regulado por el Estado para garantizar su adecuado manejo. El régimen para la protección que se establezca para las áreas de protección hídrica, respetará los usos espirituales de pueblos y nacionalidades. En el Reglamento de esta Ley se determinará el procedimiento para establecer estas áreas de protección hídrica, siempre que no se trate de humedales, bosques y vegetación protectores.

**Artículo 97.- Déficit hídrico.** En caso de disminución de caudales por motivo de escasez temporal o permanente, el agua se entregará a los usuarios de las autorizaciones.

**Artículo 98.- Tipos de servidumbre.** En materia de agua existen dos tipos de servidumbres:

a) Naturales.- Las que sin intervención humana hacen que un predio se beneficie del agua que atraviese o se encuentre en otro predio; y,

b) Forzosas.- Todo predio está sujeto a servidumbre de acueducto y sus conexas, tales como captación, construcción de obras de represamiento, extracción, conducción, desagüe, drenaje, camino de paso y vigilancia, que incluye sus respectivos estudios técnicos, encauzamiento, defensa de los márgenes y riveras a favor de otro predio que carezca del agua necesaria, ordenado por las autoridades respectivas.

**Artículo 135.- Criterios generales de las tarifas de agua.** Se entiende por tarifa la retribución que un usuario debe pagar por la prestación de servicios y autorización para usos y aprovechamiento del agua.

Las tarifas por prestación de servicios de agua potable, saneamiento, riego y drenaje serán fijadas por los prestadores tanto públicos como comunitarios respectivamente, sobre la base de las regulaciones emitidas por la Autoridad Única del Agua a través de la Agencia de Regulación y Control.

**Artículo 136.- Principios generales para la fijación de tarifas de agua.** En el establecimiento de tarifas por autorización de uso y aprovechamiento del agua, así como de los servicios de agua potable, saneamiento y de los servicios de riego y drenaje, se deben considerar los principios de solidaridad, equidad, sostenibilidad y periodicidad.

**Artículo 137. Componente tarifario para conservación del agua.** La Autoridad Única del Agua, como parte de las tarifas de autorización de uso y aprovechamiento y de servicio

del agua contemplará un componente para conservación del dominio hídrico público con prioridad en fuentes y zonas de recarga hídrica.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados en el ámbito de sus competencias, establecerán componentes en las tarifas de los servicios públicos domiciliarios vinculados con el agua para financiar la conservación del dominio hídrico público con prioridad en fuentes y zonas de recarga hídrica.

#### 4.11.7. Campo de acción

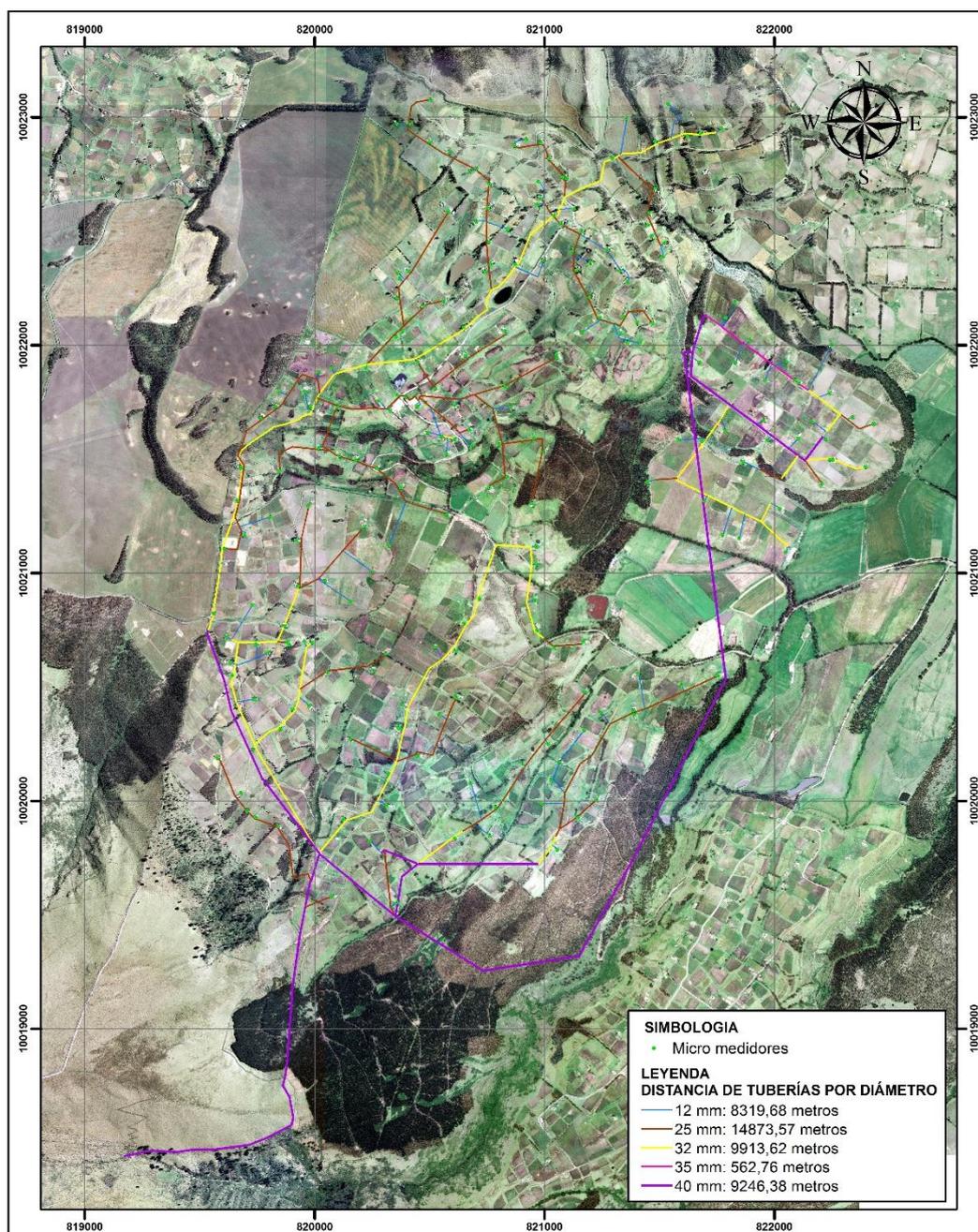
La junta administradora de agua potable es una asociación civil conformada por habitantes de la comunidad Cochabamba que se encarga de la administración, operación y mantenimiento del sistema de agua potable, en las cuatro redes de distribución que suministran a los sectores de la comunidad que se detallan en la Tabla 26.

**Tabla 26.** Usuarios de redes por sector

Nº	SECTOR	Nº REDES	Nº USUARIOS
1	Sector Jurapango Alto	3	54
2	Sector Jurapango Bajo	1	21
3	Sector Inyatola	1	34
4	Sector Cochabamba	1	114
<b>TOTAL DE USUARIOS / MEDIDORES</b>			<b>223</b>

#### 4.11.8. Caracterización del sistema de agua potable

De acuerdo al tipo de fuente: por su ubicación, cantidad y calidad de agua, el sistema de agua potable por gravedad cuenta con: 4 redes de distribución por sectores; dos captaciones en la vertiente principal Turupamba, una de 1.5 l/s y otra de 0.5 l/s. De ahí con tubería de 35mm en la línea de conducción se direcciona hacia la planta de tratamiento Jurapango Alto y respectivamente al tanque de reserva con capacidad de  $V=30m^3$  después de la planta de tratamiento, de ahí se distribuye al sector Jurapango, tal como muestra la Figura 11.



**Figura 11.** Mapa de redes de distribución

De la captación Turupamba 2 se captan 0,5 l/s, de ahí en la línea de conducción a la planta de tratamiento Jurapango Bajo de capacidad de  $V=30\text{m}^3$  después de la planta de tratamiento, de allí se regula 0,5 l/s para la red de distribución Jurapango Bajo y 0,5 l/s para el tanque de reserva de Ingotola y su red de distribución. Del tanque reservorio Pesillo de capacidad  $V=100\text{m}^3$ , se regula 1,5 l/s hacia el tanque de reserva Cochas de

capacidad  $V=15m^3$ , de ahí a su red de distribución. La caracterización de la red presenta todas las particularidades y accesorios que configuran el suministro de agua potable.

#### **4.11.8.1. Red Jurapango Alto**

Sub red 1: Parte del tanque de reserva antiguo en la distribución principal con tubería PVC de 32 mm, 2011,8 m; en la parte baja con reducción a tubería PVC de 25 mm, 1365,06 m; de los dos tipos de tubería se desprenden 20 conexiones domiciliarias de 12 mm, 943,7 m; 3 T 32 mm; 1 T 32 mm con reducción a 12 mm; 1 Codo 32 mm; 1 Y 12 mm; 1 Y de 32 mm con reducción a 25 mm; 1 tanque rompe presión de hormigón armado y flotador.

Sub red 2: Parte del reservorio Jurapango Alto y el repartidor de caudales; tubería principal de PVC de 32 mm, 2189,34 m; reduce a PVC de 25 mm, 834,63 m; de ellas desprenden 20 conexiones domiciliarias de 12 mm, 683,5m; 1 T de 32 mm con reducción a 25 mm; 1 Codo 32 mm; 2 tanques rompe presión de hormigón armado y flotador.

Red secundaria: Parte del filtro secundario, ubicado en el límite del páramo de ahí se distribuye directamente hacia seis conexiones domiciliarias de 12 mm, 4 codos.

#### **4.11.8.2. Red Jurapango Bajo**

Parte del reservorio Jurapango Bajo e inicia con tubería principal PVC de 40mm, 966,85m; reduce a PVC de 32mm, 385,15m; de allí reduce a PVC de 25mm, 2414,01m; de esta se desprenden 22 conexiones domiciliarias de 12mm, 1094,37m; 7 tanques rompe presión de hormigón armado y flotador; 4 codos de 32mm.

#### **4.11.8.3. Red Ingotola**

Parte del reservorio, inicia con tubería PVC de 40mm, 1031,94m; continua con PVC de 35mm, 562,77m; reduce a PVC de 32mm, 1744,91m; reduce a PVC de 25mm, 479,93m;

de ahí se desprenden 35 conexiones domiciliarias de 12mm, 1692,73m; 3 codos; 4 Tees; 1 tapón.

#### **4.11.8.4. Red Cochas**

Parte del tanque reservorio Pesillo de capacidad  $V=100\text{m}^3$ , se regula 1,5 l/s hacia el tanque de reserva Cochas de capacidad  $V=15\text{m}^3$ , de ahí a su red de distribución. A partir del reservorio, inicia con tubería PVC de 32mm, 3856,77m; continua con PVC de 25mm, por diferentes ramales 8987,54m; reduce a PVC de 12mm, para conexiones domiciliarias 1744,91m que suman 95 micromedidores.

La red integral de distribución del agua, atraviesan vías, terrenos y otras obras, respetando el derecho a la servidumbre del sistema de agua, tiene una longitud total de 33916,01 metros, contempla cinco diámetros distintos de tuberías, que se distribuyen a lo largo y ancho del área de gestión con las siguientes longitudes:

- Tubería de 12 mm, 8319,68 metros
- Tubería de 25 mm, 14873,57 metros
- Tubería de 32 mm, 9913,62 metros
- Tubería de 35 mm, 562,76 metros
- Tubería de 40 mm, 9246,38 metros

#### **4.11.9. Programas de gestión**

Para efecto de los programas de gestión se plantea los argumentos a la Junta administradora de agua considerando todos los aspectos del proceso de gestión. La gestión estratégica es el proceso de gestión que permite a la Junta administradora de agua definir y establecer los objetivos que se pretende lograr, así como las actividades que se llevarán a cabo para alcanzarlos. Esto teniendo como premisa una mejor toma de decisiones y la intención de aportar un rumbo a la J.A.A.P.

#### 4.11.9.1. Condiciones de operación y mantenimiento

En la Tabla 27 se detallan los costos de operación y mantenimiento por cada una de las actividades que se realizan en el sistema.

**Tabla 27.** Costos de operación y mantenimiento

Imagen verificador	Descripción	Costo Mensual Referencial (USD)	%
	<p><b>Monitoreo</b> Zona de la microcuenca Turupamba, en donde se almacena la reserva de agua del Páramo Cusín</p>	10.0	2,1
	<p><b>Protección, conservación</b> <b>Captación Turupamba 1</b> Se capta 1.5 litros /segundo de agua, la cual se conduce al desarenador y sedimentador. <b>Captación 2</b> Se capta 0.5 litros /segundo y conduce a la planta de tratamiento Jurapango Bajo.</p>	20.0	2,1
	<p><b>Protección en captación</b> El agua ingresa al primer tanque desarenador y luego el agua es regulada con una válvula de control para asegurar el caudal concesionado, este ingresa al tanque sedimentador y el sobrante de agua se deja incorporar al cauce natural</p>	20.0	2,1
	<p><b>Caudal ecológico</b> Agua que se integra al cauce natural de la microcuenca receptora Turupamba.</p>	10.0	0,8

	<p><b>Tratamiento (monitoreo de calidad)</b> El agua captada en Turupamba 1, llega a la planta de tratamiento Jurapango Alto en donde es tratada, filtrada y clorada, lista para distribución y consumo. Análisis de calidad, semestralmente.</p>	350.0	34,4
	<p><b>Reservorio (monitoreo)</b> 7 tanques de reserva o almacenamiento Cada semana se realiza el mantenimiento de un tanque de reserva. Se necesitan siete semanas para cumplir con dicha gestión.</p>	35.0	3,4
	<p><b>Distribución red Jurapango alto 1</b> Recorridos diarios para evaluación y monitoreo de pH y cloro residual, TRP, conexiones y micromedidores.</p>	10.0	2,1
	<p><b>Distribución red Jurapango alto 2</b> Recorridos diarios para evaluación y monitoreo de pH y cloro residual, TRP, conexiones y micromedidores.</p>	10.0	2,1
	<p><b>Distribución red Jurapango bajo</b> Recorridos diarios para evaluación y monitoreo de pH y cloro residual, TRP, conexiones y micromedidores.</p>	10.0	2,1
	<p><b>Distribución Cochás</b> Recorridos diarios para evaluación y monitoreo de pH y cloro residual, TRP, conexiones y micromedidores.</p>	20.0	2,1

	<p><b>Distribución Ingotola</b> Recorridos diarios para evaluación y monitoreo de pH y cloro residual, TRP, conexiones y micromedidores.</p>	20.0	2,1
	<p><b>Cobro mensual (asistente)</b> Manejo de sistema de cobro y apoyo en la gestión.</p>	25.0	2,1
	<p><b>Pago operador</b> Pago de servicio</p>	355.0	2,1
	<p><b>Gestión de conflictos, daños y fugas</b> Verificación, indemnización, acuerdos, socialización, etc.</p>	25.0	30,2
	<p><b>Viáticos y otros</b> Reuniones, capacitaciones, entre otros</p>	40.0	4,2
	<p><b>Rendición trimestral de cuentas</b> Logística, material didáctico, refrigerios, etc.</p>	20.0	3,4
<b>TOTAL</b>		<b>1000</b>	<b>100%</b>

#### 4.11.9.2. Esquema de planificación estratégica de la J.A.A.P.

Es un proceso sistemático que provee dirección, en respuesta al entorno cambiante para lograr resultados determinados, ayuda como medidor de la credibilidad de la

J.A.A.P., da transparencia al mostrarse a sus usuarios, muestra el objetivo y propósito, así como la posibilidad de monitoreo.

Expresa la visión a la comunidad en general, es decir se expone en forma clara la razón de existencia, permite evaluar resultados obtenidos y frustrados a través del establecimiento de niveles de control o herramientas de control y medición, y se resume en la Figura 12.

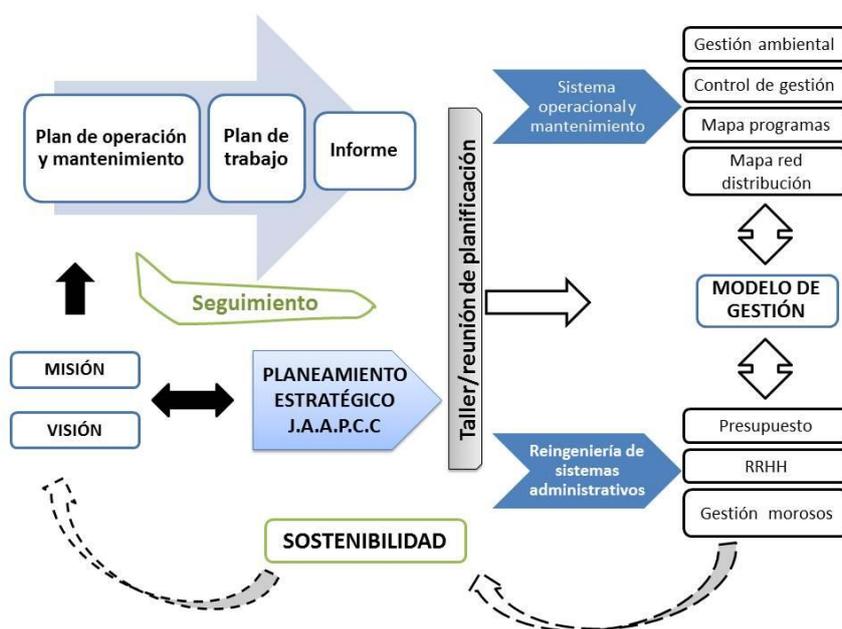


Figura 12. Estructura de planificación

Los elementos de la planificación estratégica, se describen a continuación:

- **Planeamiento estratégico.-** Reuniones con SENAGUA, comité de salud y directorio
- **Misión.-** Función o actividades que la J.A.A.P. debe cumplir
- **Visión.-** Vista realista y coherente con su misión en el futuro
- **Plan de operación y mantenimiento.-** Acciones ejecutables para el funcionamiento del sistema
- **Plan de trabajo.-** Estrategia de cumplimiento del plan de operación y mantenimiento.
- **Informe.-** Dar a conocer la gestión en asamblea trimestralmente.

- **Gestión ambiental.-** Diligencias conducentes al manejo integral del sistema ambiental.
- **Control de gestión.-** Proceso administrativo que sirve para evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos organizacionales.
- **Mapa de programas.-** Actividades macro del plan de trabajo.
- **Mapa red de distribución.-** Seguimiento y monitoreo a redes, con planos por sectores
- **G. Presupuesto.-** Dar buen uso a recursos económicos
- **Recursos humanos.-** Personal inmerso en la J.A.A.P.
- **Gestión morosa.-** Cobro y recuperación de cartera vencida

#### **4.11.9.3. Reglamento interno de la J.A.A.P.**

Se encuentra disponible en documento independiente con las condiciones y características propias del directorio y asamblea de usuarios, con el siguiente contenido:

- Reuniones de la Junta Administradora
- Reuniones generales ordinarias
- Reuniones generales extraordinarias
- Deberes y atribuciones de los miembros del directorio
- Periodo de duración
- Conexiones domiciliarias
- Derechos de los usuarios
- Obligaciones de los usuarios
- Suspensión temporal del servicio de agua potable
- De las reconexiones
- Mingas
- Multas
- Expulsiones definitivas
- Separación del sistema
- Deberes y atribuciones del operador
- Determinación y reajuste de tarifa.

#### **4.11.9.4. Programa anual de trabajo (PAT)**

Es la herramienta de gestión que orienta las acciones a la J.A.A.P., en función a los aprendizajes. El propósito es ordenar las funciones a través de los compromisos de gestión comunitaria del agua adquiridos en el momento que asumen el directorio; configurando para ello actividades específicas de administración, operación, mantenimiento y gestión ambiental en el marco del recurso hídrico.

El PAT es funcional, articulador y participativo por lo tanto requiere de la intervención activa de todos los miembros del directorio, cabildos y especialmente del operador del sistema de agua potable, asumiendo sus responsabilidades desde el rol que les corresponde.

Para ello se determina que realizarán un listado de actividades específicas en los cuatro ejes de gestión comunitaria y se planificará de forma diaria, quincenal, mensual, semestral y anual. Dependiendo el nivel de importancia de cada actividad. Los ejes de gestión son los siguientes:

- Administración
- Operación
- Mantenimiento
- Gestión ambiental

#### **4.11.9.5. Tarifa a pagar por cada beneficiario**

Para calcular el valor de la tarifa a pagar por cada beneficiario por el servicio de suministro de agua para consumo humano, la J.A.A.P.- CM deberá seguir los siguientes pasos:

Para el año 2017 se tienen los siguientes datos:

- Obtener el gasto total durante el año (Suma Gastos Fijos + Gastos Temporales)
- Gasto total al año = Q 12,000.00 USD (ver cuadro condición de operación y mantenimiento)

- El gasto mensual resulta de dividir el gasto total al año entre 12 meses

$$\text{Gasto mensual} = \text{Q } 12,000.00 \text{ USD} / 12 = \text{Q } 1,000.00 \text{ USD}$$

- La Tarifa a pagar por cada beneficiario resulta de dividir el Gasto mensual entre el número de beneficiarios.

Tarifa a pagar = Q 1,000.00 / 218 beneficiarios = Q 4.58USD se puede considerar el valor de 4.50 dólares americanos a pagar mensualmente.

Se estima también incluir el valor de 0.30 dólares como exceso en el consumo mensual; es decir el usuario que sobrepase el consumo base de 10m<sup>3</sup>, pagara adicionalmente dicho valor por cada m<sup>3</sup> excedido.

Se está considerando un 3% del valor de gestión estratégica, mensual, para el pago por servicios ambientales (PSA), se muestra como protección y conservación y caudal ecológico.

Este valor representa la cantidad de treinta y cinco dólares mensualmente; anualmente se dispondrá de 360.00 dólares, los cuales serán para implementar acciones a corto, mediano y largo plazo en el establecimiento de un vivero forestal, reforestación y restauración ecológica de la zona de recarga hídrica, conservación de suelo, implementación de sistemas agrosilvopastoriles y determinar posibles fuentes de contaminación que puedan influir negativamente en la microcuenca receptora.

#### **4.11.9.6.Registro de supervisión del sistema y de usuarios**

Esta supervisión se realiza diariamente con el fin de tener un registro de cumplimiento de actividades en relación directa al operador del sistema de agua potable. Es la forma más participativa para que usuarios, dirigentes, comité de salud y SENAGUA, verifiquen el cumplimiento de actividades al operador del sistema, como se puede apreciar en la Tabla 28.

**Tabla 28.** Registro de supervisión del sistema

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>REALIZA</b>	<b>NO REALIZA</b>
Recorrido a zona de captación		
Monitoreo a la línea de conducción		
Desinfección de agua		
Pruebas de pH y cloro residual		
Limpieza a componentes del sistema		
Abastecimiento de agua		
Eliminación de agentes contaminantes en TRP		
Higiene personal y limpieza		
Toma de lectura a micro medidores		
Representatividad a la J.A.A.P.		
Vigilancia y monitoreo de la calidad del agua		
Vigilancia y monitoreo de la calidad del agua		
Presentación de informe mensual al directorio		

#### **4.11.10. Resultados e impactos esperados**

Que los miembros del directorio se empoderen de la problemática local y aporten en la implementación del presente modelo de gestión mediante actas, con el fin de garantizar una adecuada gestión del recurso hídrico y que mejore la calidad de vida de los usuarios del sistema de agua potable.

El tratamiento se unifique, para obtener agua de consumo humano en mejor e iguales condiciones en los cuatro sectores de la comunidad. Contar con la distribución de agua mejorada para todos los sectores. Tanques reductores de presión reconstruidos e instalada malla plástica para que no ingresen insectos y anfibios pequeños.

Que todas las actividades inmersas a la junta de agua sean compartidas por todos los miembros del directorio y en el caso de monitoreo en la zona de captación se lo efectúe conjuntamente con el guardabosque comunitario. Que se haya establecido un cronograma de monitoreo y adquisición de aparatos modernos de medición in situ de cloro residual y demás parámetros.

#### **4.11.11. Tiempo de ejecución**

El tiempo de ejecución del presente modelo de gestión está dado para cinco años como se lo realiza mediante una planificación estratégica a nivel nacional y local, siendo

ejecutable y susceptible de actualizaciones, para cada administración electa democráticamente en asamblea comunitaria.

#### 4.11.12. Estrategia de seguimiento y evaluación

Mediante esta evaluación se trata de determinar los cambios, si es que los ha habido, ocurridos en la microcuenca receptora con la ejecución del modelo de gestión, ya que éstos se pueden presentar debido a las dinámicas propias de ellas o por otros factores exógenos a la misma (alteración de la microcuenca, ocurrencia de eventos causantes de daños en el sistema, y otros), que hacen que las condiciones para las cuales se formuló el modelo cambien de manera importante, como se puede observar en la Tabla 29.

**Tabla 29.** Indicadores de seguimiento

Nº	INDICADORES	EVOLUCIÓN TIEMPO (anual)					AUDITORÍA		
		I %	II %	III %	IV %	V %	CUMPLE	CUMPLE PARCIALMENTE	NO CUMPLE
1	Gestión estratégica	20	40	60	80	100			
2	Esquema modelo de gestión	100	100	100	100	100			
3	Reglamento interno de la junta administradora	100	100	100	100	100			
4	Elaboración del programa anual de trabajo (PAT)	100	100	100	100	100			
5	Tarifa a pagar por cada beneficiario	100	100	100	100	100			
6	Catastro de usuarios	100	100	100	100	100			
7	Registro de supervisión del sistema y de usuarios	100	100	100	100	100			
8	Operación y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua en la comunidad	100	100	100	100	100			

Periódicamente la Junta Administradora de Agua debe hacer una evaluación para determinar el nuevo estado de la microcuenca, sistema de gestión y evaluar la evolución que se está presentando.

#### 4.11.13. Catastro de usuarios

El manejo del agua potable como recurso natural necesario para la vida, es el principal insumo para el consumo humano e incluso para la producción agropecuaria y generación

de recursos económicos, sin embargo, genera gran incertidumbre en la actualidad debido a los cambios bruscos en las condiciones climáticas, lo que provoca periodos extremos de épocas secas y lluviosas generando en su mayoría desabastecimiento y un déficit en la distribución del agua potable a los usuarios.

#### **4.11.13.1. Conceptos generales**

Catastro del sistema de agua potable: Es el registro administrativo del padrón de usuarios y caracterización de las conexiones en relación a la ubicación, superficie y usos.

Sistema de agua potable: Conjunto de infraestructuras de captación, conducción, almacenamiento y distribución del agua, así como la administración del sistema.

Sistema de Información Geográfica “SIG”: Conjunto de herramientas informáticas (hardware y software) para recolectar, almacenar, recuperar, transformar, analizar y desplegar datos espaciales (georreferenciados) del mundo real para un conjunto particular de propósitos. En un SIG los datos pueden representarse en formato ráster (píxeles o áreas), vectorial (líneas), o por medio de puntos.

#### **4.11.13.2. Ubicación del sistema de agua potable**

El sistema de agua potable está ubicado en la provincia Imbabura, cantón Ibarra, parroquia Angochagua, comunidad Cochas La Merced, el área de influencia del sistema se encuentra entre los 2850 y 4000 m.s.n.m., en la cuenca del Río Tahuando de donde capta el recurso hídrico para el sistema y presta su servicio en los sectores de Jurapango, Ingatola y Cochas.

#### **4.11.13.3. Materiales**

Para la elaboración del producto catastral se empleó lo siguientes materiales y equipos:

- Libreta de campo
- GPS Garmin 64sc

- Vehículo 4x4
- Cámara fotográfica
- Carta topográfica digital de la zona del sistema a Escala 1:50.000. IGM, 2013 en formato shp
- Información catastral del GADM de Ibarra (año 2016)
- Ortofotografías del proyecto SIGTIERRAS
- Sistema de Información Geográfica “SIG”
- Computador portátil y sus componentes
- Documentos de la junta de agua potable: estatutos, nombramientos de directivas, permisos de uso y aprovechamiento, padrón de usuarios (año 2016).

#### 4.11.13.4. Padrón de usuarios

Luego de haber realizado toda la fase de recopilación de datos y tomas de puntos GPS en el sistema de agua potable, se logró elaborar el siguiente padrón de usuarios del sistema, considerando también la red a la que pertenecen, tal como se muestra en la Tabla 30.

**Tabla 30.** Padrón de usuarios del sistema

Numero	USUARIO	RED	X	Y
001	SANDOVAL YANES MARIA ASUNCION	JURAPANGO BAJO	821757	10020550
002	ANRANGO CHURUCHUMBI FABIAN	JURAPANGO BAJO	821597	10020509
003	YANEZ ESCOLA ANGELICA REBECA	JURAPANGO BAJO	821394	10020380
004	ESCOLA ANTAMBA JUAN BERNABE	JURAPANGO BAJO	821389	10020399
005	TAMBA SANDOVAL ROSA AVELINA	JURAPANGO BAJO	821409	10020558
006	LECHON SANDOVAL BELISARIO	JURAPANGO BAJO	821181	10020478
007	SANDOVAL LECHON PEDRO	JURAPANGO BAJO	821246	10020393
008	TAMBA SANDOVAL JOSE MIGUEL	JURAPANGO BAJO	821174	10020313
009	SANDOVAL TAMBA SEGUNDO PABLO	JURAPANGO BAJO	821017	10020253
010	TAMBA CANAREJO MARIA ERLINDA	JURAPANGO BAJO	820905	10020164
011	JOSE MANUEL TAMBA SANDOVAL	JURAPANGO BAJO	821066	10020173
012	TAMBA SANDOVAL LUIS ERNESTO	JURAPANGO BAJO	821029	10020093
013	YANEZ CHURUCHUMBI JUAN GUILLERMO	JURAPANGO BAJO	820991	10019987
014	TITO MARIA	JURAPANGO BAJO	821229	10020008
015	YANEZ TITO JOSE PABLO	JURAPANGO BAJO	821147	10019928
016	LECHON ANTAMBA LUIS HERIBERTO	JURAPANGO BAJO	821058	10019788
017	TAMBA LECHON AVELINO	JURAPANGO BAJO	820789	10019975
018	TITO JUAN EVARISTO	JURAPANGO BAJO	820763	10019850

019	SANDOVAL ANDRANGO LUIS GONZALO	JURAPANGO BAJO	820679	10020079
020	ANRRANGO TITO JOSE MANUEL	JURAPANGO BAJO	820612	10019837
021	LECHON CHURUCHUMBI MANUEL DE JESUS	JURAPANGO ALTO 2	820241	10019826
022	CHURUCHUMBI SANDOVAL ALEJANDRO	JURAPANGO BAJO	820359	10019556
023	SANDOVAL ANRRANGO MARIA LAURA	JURAPANGO ALTO 3	820077	10019582
024	LECHON SANDOVAL SILVIA ANABELY	JURAPANGO ALTO 3	819844	10019893
025	SANDOVAL ANTAMBA CARLOS CESAR	JURAPANGO ALTO 3	819745	10019931
026	FERNANDEZ YANEZ JOSE AMADOR	JURAPANGO ALTO 3	819709	10019958
027	CUASPA TITO ISAIAS	JURAPANGO ALTO 3	819681	10020036
028	LECHON HONORIO	JURAPANGO ALTO 3	819579	10020192
029	LECHON SANDOVAL FANNY ROCIO	JURAPANGO ALTO 1	819732	10020226
030	CHURUCHUMBI SANDOVAL LUIS ALFONSO	JURAPANGO ALTO 2	820127	10019922
031	FERNANDEZ GONZA MANUEL ELISEO	JURAPANGO ALTO 2	820315	10019982
032	SANDOVAL ANTAMBA CARLOS CESAR	JURAPANGO ALTO 2	820321	10020124
033	LECHON LECHON LUIS CERVANDO	JURAPANGO ALTO 1	819564	10020823
034	LECHON SANDOVAL ANSELMO	JURAPANGO ALTO 2	820452	10020198
035	LECHON SANDOVAL JOSE LEONARDO	JURAPANGO ALTO 2	820372	10020319
036	LECHON SANDOVAL JOSE LEONARDO	JURAPANGO ALTO 2	820366	10020326
037	LECHON CHURUCHUMBI MANUEL DE JESUS	JURAPANGO ALTO 2	820383	10020422
038	ANRANGO YANEZ ANGELINA	JURAPANGO ALTO 2	820544	10020380
039	LECHON CHURUCHUMBI MARIA MARIBEL	JURAPANGO ALTO 2	820618	10020458
040	LECHON SANDOVAL JOSE ANSELMO	JURAPANGO ALTO 2	820525	10020675
041	FERNANDEZ YANEZ JOSE AMADOR	JURAPANGO ALTO 2	820617	10020658
042	SANDOVAL CHACHALO ULPIANO	JURAPANGO ALTO 2	820651	10020783
043	YANEZ TITO LUIS ROSALINO	JURAPANGO ALTO 2	820719	10020890
044	CABRERA QUILUMBAQUIN JOSE MANUEL	JURAPANGO ALTO 1	820310	10020649
045	YANEZ TITO MARIA ISABEL	JURAPANGO ALTO 1	820257	10020575
046	YANEZ PERUGACHI PAULA VICTORIA	JURAPANGO ALTO 1	820057	10020565
047	CHURUCHUMBI LECHON ANDRES	JURAPANGO ALTO 2	820155	10020272
048	TITO LECHON JUAN JOSE	JURAPANGO ALTO 1	819978	10020421
049	ANDRANGO SANDOVAL EMILIO	JURAPANGO ALTO 1	819905	10020403
050	TITO ANRANGO JOSE PEDRO	JURAPANGO ALTO 1	819853	10020316
051	LECHON SANDOVAL JOSE HERMENEGILDO	JURAPANGO ALTO 1	819740	10020447
052	CHURUCHUMBI SANDOVAL LUIS EMILIANO	JURAPANGO ALTO 1	819644	10020552
053	LECHON LECHON LUIS SERVANDO	COCHAS	819633	10020607
054	TITO LECHON LUIS ENRIQUE	JURAPANGO ALTO 1	819746	10020690
055	TITO YANEZ JOSE GREGORIO	JURAPANGO ALTO 1	819617	10020723
056	ANRANGO JUAN JOSE	JURAPANGO ALTO 1	819872	10020768
057	YANEZ SANDOVAL AGUSTIN	JURAPANGO ALTO 1	819891	10020687
058	PERUGACHI YANEZ MARIA REBECA	JURAPANGO ALTO 1	819956	10020701
059	PERUGACHI YANEZ CARMEN	JURAPANGO ALTO 1	819882	10020698
060	YANEZ CHURUCHUMBI LUIS ALBERTO	JURAPANGO ALTO 1	819989	10020697
061	YANEZ ANRANGO SEGUNDO ELIAS	JURAPANGO ALTO 1	819929	10020945

062	YANEZ CHURUCHUMBI MARIA ORFELINA	JURAPANGO ALTO 1	819730	10020862
063	TITO YANEZ MARIA FRANCISCA	JURAPANGO ALTO 1	820046	10020968
064	ALBA LECHON LUIS MESIAS	COCHAS	819609	10021107
065	LECHON TITO JOSE ANTONIO	JURAPANGO ALTO 1	820158	10020875
066	CHURUCHUMBI CUASPA ROSA MATILDE	JURAPANGO ALTO 1	820219	10021205
067	TITO LECHON MARIA DOMITILA	JURAPANGO ALTO 1	819975	10021296
068	YANEZ TITO LUIS TARQUINO	JURAPANGO ALTO 1	819922	10021145
069	YANEZ TITO LUIS ROSALINO	JURAPANGO ALTO 1	819808	10021246
070	LECHON SANDOVAL MARIA OFELIA	COCHAS	819698	10021170
071	CUASPA LECHON LUCIA ETELVINA	JURAPANGO ALTO 1	820576	10021258
072	SANDOVAL SANDOVAL PEDRO RICARDO	JURAPANGO ALTO 2	821171	10020702
073	LECHON CHURUCHUMBI JAIME RUBEN	JURAPANGO ALTO 2	821043	10020674
074	TAMBA SANDOVAL JORGE LUIS	JURAPANGO ALTO 2	820971	10020749
075	TAMBA DIAZ ZOILA MARIA	JURAPANGO ALTO 2	820960	10020882
076	LECHON SANDOVAL JULIO CESAR	JURAPANGO ALTO 2	820968	10021040
077	DIAZ MARIA MATILDE	JURAPANGO ALTO 2	820966	10021118
078	FARINANGO JESUS ANA	COCHAS	821000	10021534
079	FARINANGO JESUS ANA	COCHAS	820947	10021307
080	ANDRANGO FARINANGO MIGUEL ANGEL	COCHAS	820805	10021566
081	YANEZ TITO LUIS ROSALINO	COCHAS	820840	10021425
082	CUASPA TITO ISAIAS	COCHAS	820762	10021376
083	YANEZ YANEZ JUAN MANUEL	COCHAS	820377	10021378
084	LECHON CUASPA MISAEL	COCHAS	820273	10021461
085	JUAN JOSE TITO LECHON	COCHAS	820180	10021498
086	LECHON CHURUCHUMBI SEGUNDO	COCHAS	820110	10021516
087	LECHON YANEZ CESAR LORENZO	COCHAS	820020	10021552
088	LECHON CHURUCHUMBI URCICINO	COCHAS	819848	10021450
089	CUASPA LECHON GASPAS	COCHAS	819664	10021319
090	YANEZ SANDOVAL JOSE MARCELINO	COCHAS	819682	10021464
091	YANEZ LECHON SERGIO AMABLE	COCHAS	820278	10021757
092	LECHON TITO MILLANO	COCHAS	819768	10021681
093	LECHON TITO BELISARIO	COCHAS	819832	10021731
094	SANDOVAL SANCHO JULIO REMIGIO	COCHAS	819982	10021731
095	LECHON CHURUCHUMBI CESAR	COCHAS	819956	10021800
096	LECHON CHUROCHUMBI JORGE	COCHAS	819847	10021796
097	LECHON SANDOVAL ANSELMO	COCHAS	820017	10021881
098	LECHON TITO JUAN MANUEL	COCHAS	820101	10021727
099	ESCUELA OSWALDO CHIRIBOGA	COCHAS	820330	10021714
100	CASA COMUNAL COCHAS	COCHAS	820396	10021773
101	PUESTO DE SALUD COCHAS	COCHAS	820446	10021731
102	CUASPA SANDOVAL DIEGO PATRICIO	COCHAS	820224	10021901
103	CUASPA LECHON JUAN ANTONIO	COCHAS	820382	10022058
104	ANRANGO LECHON LUIS ALBERTO	COCHAS	820356	10022037

105	YANEZ ANRANGO ELSA MARIA	COCHAS	820450	10021926
106	FARINANGO YANEZ APARICIO	COCHAS	820525	10021813
107	FARINANGO YANEZ PEDRO IGNACIO	COCHAS	820611	10021739
108	CUASPA ESCOLA LUIS EDUARDO	COCHAS	820493	10021617
109	CUASPA ESCOLA JAIME ROLDOS	COCHAS	820554	10021598
110	CHURUCHUMBI CUASPA PIEDAD MARIA	COCHAS	820575	10021524
111	SANDOVAL YANEZ RICARDO	COCHAS	820610	10021588
112	FARINANGO AMADA	COCHAS	820686	10021560
113	FARINANGO CUASPA JOSE VICENTE	COCHAS	820675	10021629
114	YANEZ SANDOVAL LUIS TARQUINO	COCHAS	820854	10021731
115	TITO YANEZ GONZALO	COCHAS	820830	10021818
116	ANRRANGO YANEZ SERGIO ARMANDO	COCHAS	821056	10021946
117	ANRRANGO YANEZ LUIS OSWALDO	COCHAS	821053	10021961
118	YANEZ ANRANGO CARLOS BELISARIO	COCHAS	820657	10021954
119	CUASPA LECHON MARCELINO	COCHAS	820649	10022080
120	LECHON CHURUCHUMBI JORGE ENRIQUE	COCHAS	820563	10022197
121	ANRRANGO TITO EMILIO	COCHAS	820476	10022173
122	SANDOVAL ANTAMBA MARIA DOLORES	COCHAS	820361	10022207
123	FARINANGO YANEZ LUIS TARQUINO	COCHAS	820410	10022327
124	SANDOVAL YANEZ MARIANO	COCHAS	820370	10022294
125	LECHON YANEZ ANCELMO	COCHAS	820742	10022325
126	LECHON YANEZ JOSE MANUEL	COCHAS	820769	10022356
127	CHURUCHUMBI CUASPA JULIO CESAR	COCHAS	820759	10022456
128	SANDOVAL CHURUCHUMBI LUIS FRANKLIN	COCHAS	820704	10022544
129	YANEZ ANRANGO JOSE MANUEL	COCHAS	820831	10022063
130	FARINANGO SANDOVAL TELMO FABIAN	COCHAS	820362	10022320
131	SANDOVAL YANEZ MARIANO	COCHAS	821139	10022331
132	SANDOVAL CHURUCHUMBI JUAN LIZANDRO	COCHAS	821199	10022213
133	YANEZ SANDOVAL HERIBERTO	COCHAS	821163	10022056
134	SANDOVAL CHURUCHUMBI JUAN VICTOR	COCHAS	821243	10022121
135	YANEZ SANDOVAL MANUEL INDALICIO	COCHAS	821333	10022055
136	CHURUCHUMBE ANRANGO MARIA CRISTINA	COCHAS	821362	10022012
137	CHURUCHUMBI LECHON SEGUNDO CALIXTO	COCHAS	821419	10022013
138	ANTAMBA SANDOVAL LUIS TARQUINO	COCHAS	821473	10022097
139	CHURUCHUMBI SANDOVAL ALEJANDRO	COCHAS	821405	10022100
140	SANDOVAL YACELGA PAULA	COCHAS	821343	10022127
141	SANDOVAL YACELGA PAULA	COCHAS	821362	10022279
142	ANRANGO YANEZ JUAN ALFREDO	COCHAS	821331	10022329
143	SANDOVAL YANEZ LUIS HERNAN	COCHAS	821274	10022420
144	YANEZ ANRANGO FRANCISCO	COCHAS	821200	10022366
145	LECHON SANDOVAL WILSON RODRIGO	COCHAS	821123	10022414
146	SANDOVAL YANEZ LUIS AMADOR	COCHAS	820998	10022373
147	SANDOVAL YANEZ EMILIANO	COCHAS	820874	10022357

148	LECHON YANEZ JOSE ALEJO	COCHAS	820843	10022511
149	CHURUCHUMBI LECHON JOSE	COCHAS	820755	10022604
150	TITO LECHON VICENTE	COCHAS	820762	10022708
151	LECHON SANDOVAL SEGUNDO MARIANO	COCHAS	820984	10022643
152	SANCHEZ COLIMBA SEGUNDO AMADOR	COCHAS	820974	10022719
153	SANDOVAL YANEZ MANUEL	COCHAS	821044	10022570
154	SANDOVAL GERMAN LUIS	COCHAS	820969	10022618
155	FARINANGO CHICAIZA JOSE BAYARDO	COCHAS	821075	10022534
156	SANDOVAL CHURUCHUMBI APARICIO	COCHAS	821162	10022501
157	CHURUCHUMBI CHURUCHUMBI FERNANDO	COCHAS	821131	10022599
158	LECHON CHURUCHUMBI PEDRO RICARDO	COCHAS	821100	10022735
159	LECHON CHURUCHUMBI JUAN PAULINO	COCHAS	821083	10022740
160	MENDEZ LECHON JOSE MIGUEL	COCHAS	821022	10022821
161	CHURUCHUMBI LECHON JUAN ERMENEGILDO	COCHAS	820985	10022891
162	CHURUCHUMBI ANRANGO MARIA AVELINA	COCHAS	820872	10022878
163	LECHON CHURUCHUMBI PEDRO RICARDO	COCHAS	820922	10022906
164	PENAQUISHPE FUEREZ LUIS ANGEL	COCHAS	820507	10023078
165	ESCOLA SANDOVAL VICTOR MANUEL	COCHAS	820359	10022973
166	CASCO CHURO ROSALINA	COCHAS	820417	10022973
167	ESCOLA FERNANDEZ JAIME	COCHAS	820503	10022892
168	CHURUCHUMBI LECHON VIRGILIO	COCHAS	820589	10022849
169	LECHON CHURUCHUMBI MARIA ISOLINA	COCHAS	820583	10022589
170	TITO FARINANGO NICOLAS	COCHAS	820675	10022763
171	ANTAMBA JUAN RODRIGO	COCHAS	820704	10022777
172	CHURUCHUMBI ESCOLA MARIA JESUS	COCHAS	821295	10022823
173	SANDOVAL TITO MARIA ARNULFA	COCHAS	821484	10022898
174	LECHON CHURUCHUMBI RENE PATRICIO	COCHAS	821537	10023061
175	CHURUCHUMBI SANDOVAL CESAR SEGUNDO	COCHAS	821623	10022919
176	CHURUCHUMBI SANDOVAL FIDEL	COCHAS	821681	10022933
177	ANTAMBA TITO LUIS AMADEO	COCHAS	821773	10022952
178	CHURUCHUMBI LECHON JUAN MARIA	COCHAS	821482	10022691
179	CHURUCHUMBI LECHON JOSE ANTONIO	COCHAS	821458	10022583
180	SANDOVAL CHURUCHUMBI MARTHA	COCHAS	821517	10022389
181	CHURUCHUMBI LECHON MARIA ALEGRIA	COCHAS	821468	10022479
182	CHURUCHUMBI LECHON JUAN MANUEL	COCHAS	821524	10022452
183	CUASPA ESCOLA MARIA VERONICA	INGATOLA	821679	10021983
184	CUASPA ESCOLA ELIAS JOSE	INGATOLA	821789	10022123
185	CHURUCHUMBI ESCOLA SERVANDO	INGATOLA	821830	10022188
186	YANEZ SANDOVAL MANUEL INDALICIO	INGATOLA	821832	10021924
187	CHURUCHUMBI SANDOVAL JOSE EDGAR	INGATOLA	821896	10022023
188	FARINANGO SANDOVAL RUBEN	INGATOLA	822055	10021928
189	SACARIAS FARINANGO DIEGO	INGATOLA	822108	10021835
190	SANDOVAL SANCHEZ MARIA CLEMENTINA	INGATOLA	822091	10021848

191	SANDOVAL CHURUCHUMBI SEGUNDO LEONIDAS	INGATOLA	821959	10021847
192	CHURUCHUMBI LECHON JUAN MANUEL	INGATOLA	821956	10021673
193	SANDOVAL SANDOVAL JOSE MIGUEL	INGATOLA	820251	10021006
194	SANDOVAL LIDIA MARGARITA	INGATOLA	821788	10021625
195	YANEZ MARIA ERNESTINA	INGATOLA	821972	10021583
196	ESCOLA SANDOVAL JUAN CARLOS	INGATOLA	822107	10021593
197	SANDOVAL CHURUCHUMBI JUAN VICTOR	INGATOLA	822170	10021663
198	LECHON YANEZ MOISES GONZALO	INGATOLA	822241	10021790
199	SANDOVAL YANEZ MANUEL	INGATOLA	822251	10022002
200	SANDOVAL CHURUCHUMBI LUIS HERNAN	INGATOLA	822434	10021656
201	CHURUCHUMBI CHURUCHUMBI LUIS EDUARDO	INGATOLA	822341	10021683
202	SANDOVAL YANEZ EMILIANO	INGATOLA	822399	10021466
203	SANDOVAL YANEZ RICARDO	INGATOLA	822243	10021499
204	FARINANGO SANDOVAL JUAN JOSE	INGATOLA	822256	10021497
205	CHURUCHUMBI LECHON SEGUNDO CALIXTO	INGATOLA	822025	10021283
206	LECHON SANDOVAL JUAN LEONARDO	INGATOLA	821867	10021488
207	FARINANGO ANTAMBA LUZ MARIA	INGATOLA	821686	10021581
208	ESCOBAR CORDONES LUIS GILBERTO	INGATOLA	821585	10021586
209	LECHON SANDOVAL SEGUNDO BELISARIO	INGATOLA	821451	10021401
210	YANEZ CARLOS BELISARIO	INGATOLA	821696	10021318
211	FARINANGO CHICAIZA JOSE BAYARDO	INGATOLA	821777	10021169
212	SANDOVAL CHURUCHUMBI APARICIO	INGATOLA	821848	10021154
213	TITO SANDOVAL MARIA CARMEN	INGATOLA	822051	10021094
214	ISCH SOLINES MARCELO XAVIER	COCHAS	821358	10022997
215	ANRRANGO YANEZ LUIS OSWALDO	COCHAS	820360	10021783
216	MARMOL SANDOVAL MARIA CONSUELO	INGATOLA	822208	10021392
217	SANDOVAL YANEZ LUIS HERNAN	INGATOLA	821674	10021924
218	FARINANGO YANEZ JUSTO CRISTOBAL	INGATOLA	822227	10021588
219	ANRRANGO YANEZ GEREMIAS	JURAPANGO ALTO 1	819799	10020653
220	LECHON CHURUCHUMBI JOSE MARIA	COCHAS	820074	10021901
221	CHURUCHUMBI LECHON JOSE FELIPE	COCHAS	821453	10022528
222	LECHON SANDOVAL JUAN LEONARDO	COCHAS	820954	10021595
223	YANEZ TITO MRIA LUZMILA	COCHAS	820323	10021122

#### **4.11.14. Operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua en la comunidad**

El manual se encuentra disponible al final de la propuesta y cuenta con todas las condiciones de operación y mantenimiento del sistema de agua potable, los cuales están comprendidos en cuatro unidades, como se detalla en la Tabla 31.

**Tabla 31.** Objetivos del manual de operación y mantenimiento

<b>UNIDAD</b>	<b>OBJETIVOS</b>
<b>UNIDAD 1</b> <b>El agua en la comunidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer el marco legal e institucional que ampara la gestión comunitaria del agua en el Ecuador</li> <li>- Impulsar en la comunidad la reflexión sobre la relación entre el agua y la salud</li> <li>- Reconocer la importancia de la declaración del derecho humano al agua</li> </ul>
<b>UNIDAD 2</b> <b>Microcuenca abastecedora, relación con la calidad y cantidad del agua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer la relación del sistema con la microcuenca que abastece del recurso hídrico</li> <li>- Identificar las opciones de fuentes de agua que existen en su entorno</li> <li>- Valorar la importancia que tiene la mantención y respeto del caudal ecológico</li> </ul>
<b>UNIDAD 3</b> <b>Componentes y funciones del sistema de agua potable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer los distintos componentes que tiene el sistema de agua potable</li> <li>- Reconocer estos componentes y su importancia en el sistema al que esté vinculado</li> <li>- Valorar de manera positiva el rol que cumple la persona responsable de la operación y mantenimiento</li> </ul>
<b>UNIDAD 4</b> <b>Operación y mantenimiento de los componentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer las acciones que se deben realizar en cada componente para el adecuado funcionamiento del sistema</li> <li>- Realizar las acciones rutinarias de operación y mantenimiento</li> <li>- Valorar el cuidado y mantenimiento preventivo como elemento básico de la sostenibilidad</li> </ul>

A continuación se presenta la propuesta del manual de operación y mantenimiento para la junta administradora de agua potable



# Manual de OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO



Cevallos B. Héctor  
Vallejos S. Stalin



## **DIRECTORIO**

Tamba Díaz María Beatriz

**PRESIDENTA**

Sandoval Yánez Silvio Darío

**SECRETARIO**

Sandoval Sancho Julio Remigio

**TESORERO**

Lechón Escola Anita Lucia

**PRIMER VOCAL (JURAPANGO BAJO)**

Sandoval Sandoval Lidia Verónica

**SEGUNDO VOCAL (COCHAS NORTE)**

Anrrango Yánez Geremías

**TERCER VOCAL (JURAPANGO ALTO)**

Anrrango Alberto

**CUARTO VOCAL (COCHAS SUR)**

Lechón Gloria

**QUINTO VOCAL (INGATOLA)**

# Manual de OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 2018

## PRESENTACIÓN

El proyecto de investigación “Evaluación del sistema de Agua Potable Cochas La Merced y Propuesta de Modelo de Gestión”, que se desarrolló dentro de la comunidad de Cochas La Merced en la parroquia rural Angochagua, responde a “La mejora en las capacidades de la sociedad civil, en especial del pueblo Quichua Karanqui, presente en el área de estudio, con la finalidad de permitir la gestión efectiva y sostenible del servicio de agua para consumo humano y saneamiento, razón por la que se ha elaborado y se pone a disposición el presente Manual de Operación y Mantenimiento para el sistema de agua para consumo humano a nivel comunitario, que contribuye a la sostenibilidad y desarrollo de los sistemas de agua de la provincia de Imbabura.

El propósito del presente Manual, es que sirva como una guía para realizar las actividades necesarias en cada una de las obras que conforma el sistema de abastecimiento de agua potable, con el fin de que los directivos y el operador, desarrollen las capacidades correspondientes, para la adecuada administración y operación del sistema, así como, realizar el mantenimiento preventivo, las reparaciones en forma correcta y oportuna cuando el caso lo requiera.

Una de las finalidades de este manual es que el operador u operador, adquieran los conocimientos y destrezas de carácter práctico en relación a la administración, operación y mantenimiento del sistema. Para ello es recomendable que se realicen talleres de capacitación por parte de la SENAGUA, pues ello permitirá que se logre un aprendizaje bastante significativo.

Los miembros que conforman la directiva de la Junta Administradora de Agua Potable, los líderes y los usuarios deberán participar activamente en cada una de las actividades a realizar, de este modo, se garantizará el buen funcionamiento del sistema de agua y saneamiento durante el período para el cual fueron diseñados, así, los beneficiarios podrán disponer de un sistema que les suministre agua de buena calidad, en forma permanente, contribuyendo al mejoramiento de las condiciones ambientales, de salud y calidad de vida de la población.

Se espera que el presente Manual de Operación y mantenimiento, sea un instrumento útil para los funcionarios encargados de la administración, operación y mantenimiento del sistema de agua potable, de tal forma que pueda brindar a los beneficiarios un servicio digno y seguro, ganándose de esta forma la confianza de los beneficiarios para que se comprometan en la administración del proyecto y sobre todo a pagar la tarifa correspondiente, que es un pilar fundamental para la sostenibilidad de los proyectos.

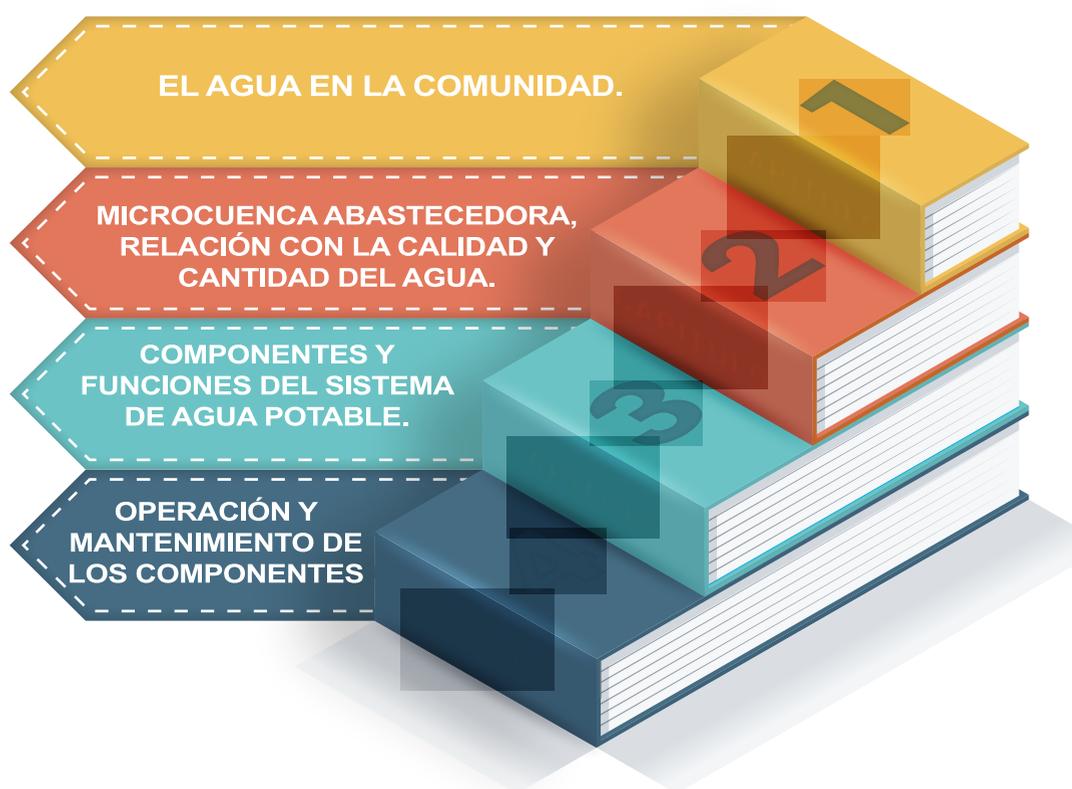
El agua fue considerada desde siempre, principio y sostén de la vida. Los grupos humanos se desarrollaron junto a manantiales, ríos y lagos, que les permitían tener alimento y agua cada día. Con el pasar del tiempo, las personas hemos comprendido que la salud depende, en gran medida, de la calidad del agua que consumimos a diario, tanto para beber como para preparar los alimentos.

Las poblaciones han crecido de tal manera que ya no es posible que todas estén cerca de las fuentes de agua. O si lo están, la calidad del agua está deteriorada por la contaminación de las fuentes, por lo que es necesario traer agua de lugares distantes y purificarla. Por eso, se construyen obras que permiten tener agua de calidad en la cantidad necesaria. Estas obras construidas para obtener agua potable son los Sistemas de Agua Potable.

Muchas veces, frente a las necesidades de agua en las comunidades, son ellas mismas las que se organizan, algunas veces con apoyo de organismos nacionales e internacionales, para la construcción de sus propios sistemas de agua potable, operados y administrados por la misma Comunidad bajo un modelo de autogestión.

Esto es lo que llamamos el Manejo Comunitario del Agua, el cual se organiza por medio de Organizaciones Comunitarias de Servicios de Agua Potable y Saneamiento, que dependiendo de cada país se llaman: Juntas de Agua, Comités de Agua Potable, Acueductos Comunales, Asociaciones Administradoras, Cooperativas de Agua, entre otras. Aquí es importante señalar que, generalmente, las personas creen que el agua de la lluvia o la que sale de un manantial es pura y se puede tomar directamente.

# CONTENIDO DEL MANUAL POR CAPÍTULOS



## EL AGUA EN LA COMUNIDAD.



En este primer capítulo se presentan los elementos estratégicos con los que se relaciona la operación y mantenimiento, la Declaratoria del derecho humano al agua y saneamiento de que mantiene las Naciones Unidas; la gestión comunitaria y su importancia en el aprovisionamiento de agua de la población rural; y la relación agua, salud, calidad de agua y enfermedades de origen hídrico.

Los contenidos de la unidad están presentados de tal manera que nos permiten relacionar nuestro sistema con un marco legal e institucional muy importante de derechos, reconocer y potenciar la importancia de la gestión comunitaria, y comprender la importancia de la calidad del agua para la salud y la vida.

### OBJETIVOS

Conocer el marco legal e institucional que ampara la gestión comunitaria del agua en el Ecuador.

Impulsar en la comunidad la reflexión sobre la relación entre el agua y la salud.

Reconocer la importancia de la Declaración del derecho humano al agua.

01 El Agua en nuestra comunidad

02 La Constitución y el (COOTAD) en la gestión comunitaria.

03 El agua y su relación con la salud comunitaria

04 El agua ideal para consumo humano

# 01 El Agua en nuestra comunidad

## Derecho Humano al Agua y Saneamiento.

El 28 de julio de 2010, a través de la Resolución 64/292, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento, reafirmando que un agua potable limpia y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos.

Reconocer formalmente un derecho humano al agua y expresar la voluntad de dar contenido y hacer efectivo dicho derecho, puede ser una manera de estimular a la comunidad internacional y a los gobiernos para que redoblen sus esfuerzos para satisfacer las necesidades humanas básicas y para la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

En el caso de Ecuador las competencias que asumen los gobiernos locales están señaladas en el Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD).

## 02 Constitución y COOTAD en la gestión comunitaria

### Constitución de la República del Ecuador

Los artículos 12, 313 y 318 de la Constitución de la República consagran el principio de que el agua es patrimonio nacional estratégico, de uso público, dominio inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos.

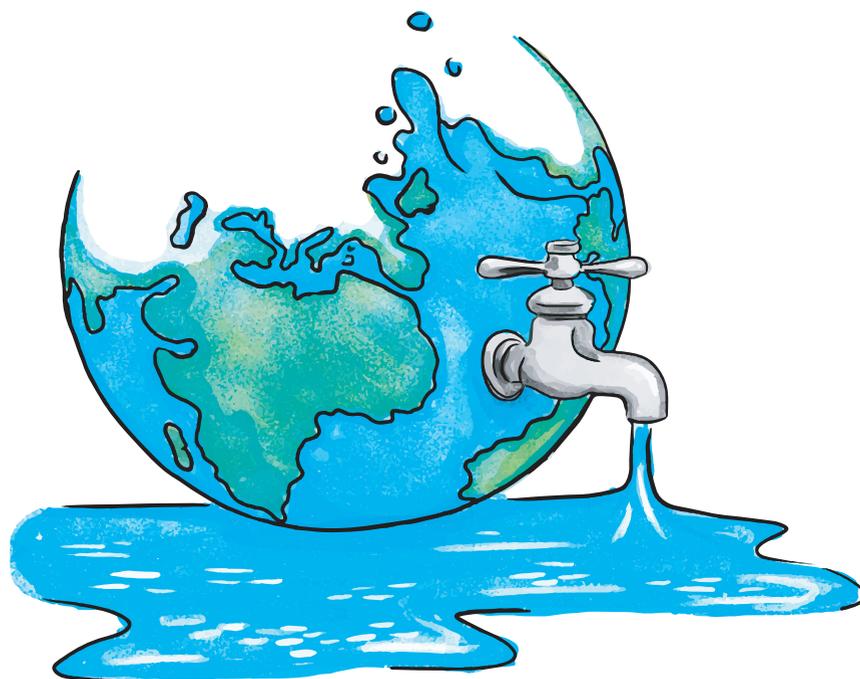
El artículo 318 de la Constitución prohíbe toda forma de privatización del agua y determina que la gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria y que el servicio de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias.

El artículo 314 de la Constitución de la República asigna al Estado la responsabilidad de la provisión de los servicios públicos de agua potable y de riego para lo cual dispondrá que sus tarifas sean equitativas y establecerá su control y regulación. La misma norma determina que el Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios.

El artículo 411 dispone que el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico y que regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, especialmente en las fuentes y zonas de recarga. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

La Primera Disposición Transitoria de la Constitución de la República dispone que la Ley que regule los recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua, incluirá los permisos de uso y aprovechamiento, actuales y futuros, sus plazos, condiciones, mecanismos de revisión y auditoría para asegurar la formalización y la distribución equitativa de este patrimonio.

Los artículos 66 y 276 de la Constitución de la República reconocen y garantizan a las personas y colectividades el derecho al acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo y a una vida digna que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios.



## Código Orgánico de Ordenamiento Territorial Autonomía y Descentralización (COOTAD)

**Artículo 55.-** Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal.- Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

... d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley...

**Artículo 137.-** Ejercicio de las competencias de prestación de servicios públicos.- Las competencias de prestación de servicios públicos de agua potable, en todas sus fases, las ejecutarán los gobiernos autónomos descentralizados municipales con sus respectivas normativas y dando cumplimiento a las regulaciones y políticas nacionales establecidas por las autoridades correspondientes. Los servicios que se presten en las parroquias rurales se deberán coordinar con los gobiernos autónomos descentralizados de estas jurisdicciones territoriales y las organizaciones comunitarias del agua existentes en el cantón.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales planificarán y operarán la gestión integral del servicio público de agua potable en sus respectivos territorios, y coordinarán con los gobiernos autónomos descentralizados regional y provincial el mantenimiento de las cuencas hidrográficas que proveen el agua para consumo humano. Además, podrán establecer convenios de mancomunidad con las autoridades de otros cantones y provincias en cuyos territorios se encuentren las cuencas hidrográficas que proveen el líquido vital para consumo de su población.

Los servicios públicos de saneamiento y abastecimiento de agua potable serán prestados en la forma prevista en la Constitución y la ley. Se fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y lo comunitario. Cuando para la prestación del servicio público de agua potable, el recurso proviniera de fuente hídrica ubicada en otra circunscripción territorial cantonal o provincial, se establecerán con los gobiernos autónomos correspondientes convenios de mutuo acuerdo en los que se considere un retorno económico establecido técnicamente.

Las competencias de prestación de servicios públicos de alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, y actividades de saneamiento ambiental, en todas sus fases, las ejecutarán los gobiernos autónomos descentralizados municipales con sus respectivas normativas. Cuando estos servicios se presten en las parroquias rurales se deberá coordinar con los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales.

La provisión de los servicios públicos responderá a los principios de solidaridad, obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad. Los precios y tarifas de estos servicios serán equitativos, a través de tarifas diferenciadas a favor de los sectores con menores recursos económicos, para lo cual se establecerán mecanismos de regulación y control, en el marco de las normas nacionales.

El agua es un derecho humano para todos los comuneros, sin excepción, sabemos que es irrenunciable, y lo más importante, es patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida ¡compañeros!



De manera complementaria y sin perjuicio de lo anterior, los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales gestionarán, coordinarán y administrarán los servicios públicos que le sean delegados por los gobiernos autónomos descentralizados municipales. Vigilarán con participación ciudadana la ejecución de las obras de infraestructura y la calidad de los servicios públicos existentes en su jurisdicción.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales realizarán alianzas con los sistemas comunitarios para gestionar conjuntamente con las juntas administradoras de agua potable y alcantarillado existentes en las áreas rurales de su circunscripción. Fortaleciendo el funcionamiento de los sistemas comunitarios. Los gobiernos autónomos descentralizados municipales podrán delegar las competencias de gestión de agua potable y alcantarillado a los gobiernos parroquiales rurales.

Todas las instancias responsables de la prestación de los servicios deberán establecer mecanismos de control de calidad y los procedimientos de defensa de los consumidores y consumidoras; y las sanciones por vulneración de estos derechos, la reparación e indemnización por deficiencias, daños o mala calidad de bienes y servicios, y por la interrupción de los servicios públicos que no fuera ocasionada por caso fortuito o fuerza mayor.



El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua. La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias.

## 03 El agua y su relación con la salud comunitaria

El agua y el saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública, ya que en cuanto se pueda garantizar el acceso al agua salubre y a instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de sus condiciones de vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades.

El agua en la naturaleza no se encuentra en estado de pureza total, si no que contiene una serie de elementos disueltos que no se pueden ver a simple vista. El pasaje normal del agua por el suelo que suele correr por lechos lodosos, saltar por entre piedras y follaje, la contamina, incorporando en ella elementos físicos (ramas, piedras, papeles, latas), químicos (sales) y bacteriológicos (desperdicios).

Los científicos que estudian el agua, dicen que algunos minerales y sales disueltas en el agua no son malos para la salud y que, en poca cantidad, hasta son beneficiosos. Pero, cuando esas sales o minerales provocan olores o sabores en el agua... ¡hay que desconfiar! Si al probar el agua, ésta tiene gusto desagradable, está avisando que es dañina para el ser humano. Por ejemplo: si tiene mucha cantidad de magnesio, produce fuertes diarreas.

Pero así como nuestras actividades impactan la calidad del agua, el agua también puede impactar nuestra existencia. Así, el agua, reconocida siempre como elemento fundamental para la vida, suele a veces convertirse en una verdadera amenaza. Cuando está contaminada, provoca graves enfermedades.

Pero el agua también es vida. En ella se desarrolla una gran cantidad de microorganismos, que no se ven porque son muy, muy pequeños para ser identificados por el ojo humano.

No se ven, pero muchas veces se sienten, porque producen enfermedades.

Si bien se sabe que no todos los microorganismos son peligrosos para la salud de las personas, algunas bacterias y especialmente algunos virus, son los causantes de cerca de ochenta enfermedades, algunas de ellas muy graves, como el cólera, la hepatitis y la fiebre tifoidea; que pueden hasta causar la muerte a los seres humanos.



Según la Organización Mundial de la Salud, casi 3 millones y medio de personas, en su mayoría niños y niñas, mueren cada año de enfermedades relacionadas con el agua, como la malaria, la diarrea, los parásitos, la hepatitis A, el cólera, entre otras.



## 04 El agua ideal para consumo humano

Donde hay agua hay vida, hay alimento, hay salud. Hay comodidad para vivir y progresar.

El agua ayuda a mantener estable la temperatura del cuerpo; por ejemplo, a través del sudor nos protegemos del calor y cuando respiramos producimos vapor de agua.

El agua hace parte de los múltiples procesos químicos que ocurren en nuestro cuerpo. Cuando decimos que estamos deshidratados es porque nuestro cuerpo ha perdido mucha agua, y esto nos puede causar la muerte en corto tiempo si no lo remediamos.

Los animales y vegetales de los que nos alimentamos también necesitan del agua para su existencia y desarrollo.

En el agua que consumimos se encuentran disueltas muchas sustancias minerales que el cuerpo requiere para su funcionamiento.



**Recordamos que el agua es potable cuando:**

- No tiene color (incolora).
- No tiene olor (inodora).
- No tiene sabor (insípida).
- Está libre de contaminantes químicos y microbiológicos.

## Calidad del Agua

Las aguas destinadas para consumo humano no deben tener organismos, sustancias químicas, minerales o impurezas que puedan causarnos enfermedades.

El agua posee características físicas, químicas y bacteriológicas que definen su calidad.

Para purificar o potabilizar el agua es necesario someterla a uno o varios procesos de tratamiento dependiendo de la calidad del agua cruda.

Estos procesos son: la clarificación, la filtración y la desinfección.

Para llevarlos a cabo consulte al técnico de SENAGUA, Municipio de Ibarra o de las entidades encargadas.



### Clarificación

Es un proceso para remover las partículas suspendidas en el agua turbia para hacerla clara.

### Filtración

Es un proceso que consiste en pasar el agua a través de varias capas de material poroso con el fin de retener algunas bacterias y partículas suspendidas en el líquido

### Desinfección o eliminación de organismos

El proceso de desinfección se realiza con cloro y ayuda a eliminar gran cantidad de microorganismos.

Sin embargo, la aplicación de cloro en el agua requiere mucho cuidado ya que una dosis insuficiente no produce la desinfección total, y una dosis excesiva produce efectos negativos para la salud.

El agua potable se usa para consumo doméstico, en determinados procesos industriales y comerciales y para consumo público.

En el consumo doméstico se debe incluir el aseo del hogar y el lavado de ropa.

El tratamiento que se le da al agua para hacerla potable es costoso, por eso debemos tener cuidado de no malgastar el agua tratada.

El agua cruda (o sea no tratada o desinfectada) se usa para regar cultivos, controlar el polvo en las calles y lavar carros, entre otros.



En la actualidad, uno de cada cinco seres humanos no dispone de agua potable. Dentro de 20 años, las dos terceras partes de la humanidad vivirán con escasez de agua y en el año 2050, la mitad de la población mundial sufrirá por la falta de agua suficiente para beber, cocinar y asearse. (Ministerio de salud pública)

## Enfermedades relacionadas al agua contaminada

Cuando tomamos agua sin tratar (cruda o impotable) pueden surgir muchas enfermedades, a las que se denomina enfermedades de origen hídrico y que son causadas por virus, bacterias o parásitos que se multiplican en aguas mal almacenadas, sin tratamiento, o por prácticas higiénicas deficientes.

En general, las enfermedades de origen hídrico son causadas principalmente por:

- Utilizar agua de mala calidad.
- Un mal almacenamiento del agua.
- Servicio de agua no continuo y malos hábitos de higiene.



Podemos adquirir enfermedades al tomar agua cruda o no tratada, al consumir alimentos preparados o lavados con ella o al bañarnos con agua contaminada.

El almacenamiento inadecuado del agua o las aguas estancadas también favorecen el crecimiento de insectos, como moscas y zancudos, que transmiten muchas enfermedades.

Cuando no contamos con agua suficiente en nuestros hogares, o ésta no llega de manera continua, se dificultan nuestras prácticas higiénicas. Esta situación favorece la presencia de piojos y sarna, así como otras enfermedades de la piel, parásitos y lombrices.

Algunos parásitos que crecen en el agua pueden producir enfermedades intestinales en las personas cuando consumen el agua sin purificar.

Las plantas de tratamiento o dispositivos de cloración se utilizan para potabilizar el agua y evitar que se produzcan las enfermedades de origen hídrico.

Cuando no existen sistemas de tratamiento o de cloración de aguas, podemos purificarla con métodos caseros o, como mínimo, debemos hervirla.

Es preciso que la comunidad intervenga, participando activamente y tomando la iniciativa con pleno conocimiento de los beneficios que trae el contar con agua segura para el consumo humano.



## MICROCUECA ABASTECEDORA, RELACIÓN CON LA CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA.

2

Nuestros sistemas de agua tienen relación con una cuenca hidrográfica que es necesario que podamos ubicar, pues lo que pase en esta cuenca podrá afectar positiva o negativamente a nuestra provisión de agua. Por eso, entender esta relación es muy importante. Asimismo, el modo en que tratemos nuestra agua en el sistema, el uso que le demos y la forma en la que tratamos nuestras descargas puede afectar la calidad del agua que consumen otras comunidades.

Los sistemas no están aislados, son parte de un conjunto de relaciones sociales ambientales y económicas, que pueden afectar la disponibilidad y calidad de agua que consumimos. Los tipos de fuentes que se pueden encontrar, así como sus principales características también serán presentados en este capítulo.

### OBJETIVOS

Conocer la relación del sistema de agua potable con la microcuenca que abastece el recurso hídrico.

Identificar las opciones de fuentes de agua que existen en su entorno.

Valorar la importancia que tiene la mantención y respeto del caudal ecológico.

01 El ciclo hidrológico

02 Microcuenca abastecedora

03 Disponibilidad, cantidad y calidad de agua.

04 Tipos de fuentes de agua disponibles en la naturaleza.

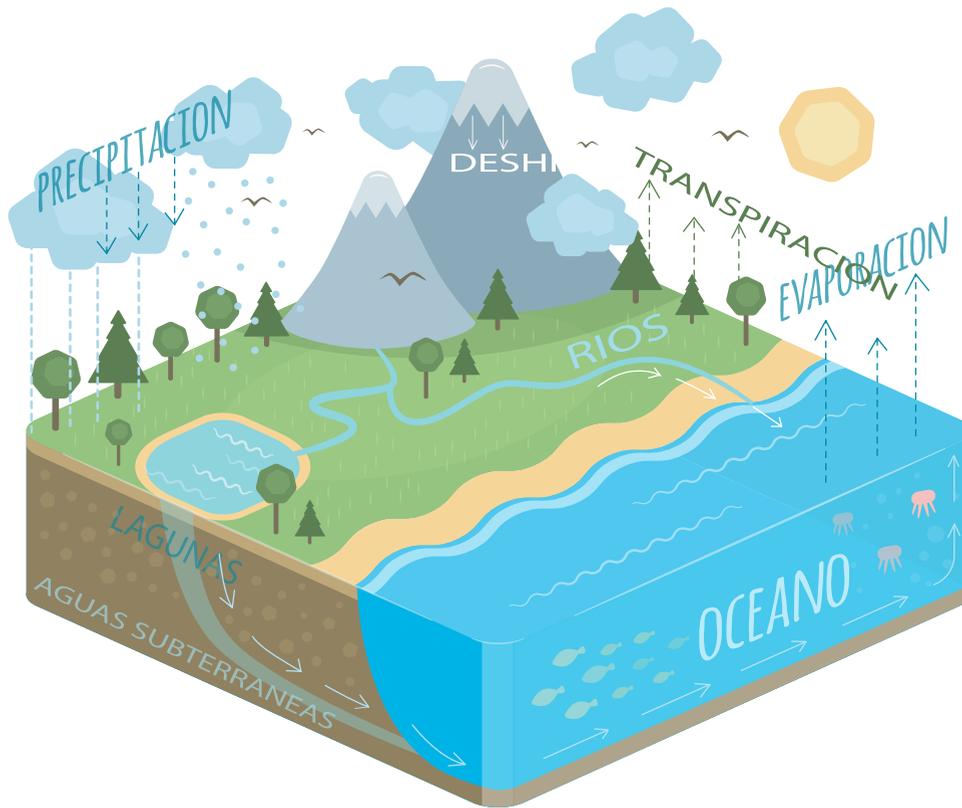
05 El caudal ecológico en una microcuenca abastecedora.

# 01 El ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico es un proceso continuo que no tiene principio ni fin, porque representa una transferencia de agua en forma líquida, sólida o gaseosa de los cuerpos de agua en la naturaleza. La energía para esta transformación proviene del calor del sol y de los esfuerzos de la gravedad y el viento.

Este ciclo incluye la precipitación, interceptación, infiltración, evaporación, transpiración, percolación y escorrentía.

El agua pasa a la atmósfera por los procesos de evaporación y transpiración y cae a la tierra como precipitación (lluvia, nieve o granizo). Algo de esta agua cae directamente a los cuerpos de agua como mares, lagos y ríos, otra a la tierra y otra a las hojas de la vegetación. Otra parte es evaporada inmediatamente o antes de que pueda llegar a la tierra. De la parte que llega a la tierra, si la superficie tiene capacidad de captarla, se infiltrará. Pero si la superficie es de arcilla, roca u otro material muy denso o poco profundo se satura rápidamente. Si la superficie está congelada o si ha habido precipitación anterior que haya mojado el suelo, el agua no se infiltrará y formará escorrentía superficial.



Dentro del ciclo es importante resaltar, plantas de humedad como, paja de páramo, almohadillas y musgos. En el páramo hay ciertas plantas con habilidad de absorber agua, retenerla y distribuirla.

El ciclo del agua en los páramos es el más corto y menos contaminado que el usual, el ciclo consiste en que las nubes se precipitan sobre el pajonal y almohadillas (los cuales son vegetación con gran capacidad de absorción hídrica), esta agua es expulsada, formando corrientes, luego el agua de estas especies es absorbida por las nubes y se descarga como lluvia en el mismo sitio el cual forma parte de la microcuenca receptora.



Dependiendo del lugar donde se origine y las condiciones de las laderas aguas abajo, esa escorrentía superficial podría llegar hasta un río o quebrada o infiltrarse en el suelo. De esa agua que se infiltra en el suelo, parte se queda en el subsuelo, lo que aumenta la humedad y abastece la vegetación, y otra parte pasa por el subsuelo hasta el suelo profundo o la roca, a través del proceso de percolación. Si hay una zona impermeable abajo, el agua podría encontrar la zona saturada dentro de la tierra que se llama la zona freática, donde los poros de la materia están completamente llenos. Cuando el agua encuentra este nivel, comienza entonces un movimiento lateral en forma de corrientes subterráneas desde las partes más altas a las más bajas.

Cuando existe suficiente agua infiltrada y percolada, lo cual hace crecer el nivel freático o de agua subterránea hasta el punto de alcanzar la superficie de la tierra, esa agua se exfiltra, produciendo entonces un humedal, un lago, río o una serie de manantiales, dependiendo de la estructura de la roca y suelo y la topografía propia de cada zona.

Un factor a considerar en el ciclo hidrológico y el balance hídrico es el impacto o la afectación que podría tener el cambio climático, dado que la evidencia científica indica que este implica cambios en la precipitación y los patrones de escurrimiento. En el caso de América Latina y el Caribe, esto significa un aumento en la magnitud y la frecuencia de eventos hidro-meteorológicos extremos, sequías e inundaciones, así como una variabilidad en patrones tradicionales de precipitación y escurrimiento.

## 02 Microcuenca abastecedora

Pequeña cuenca de primer o segundo orden, en donde vive un cierto número de familias (comunidad) utilizando y manejando los recursos del área, principalmente el suelo, agua, vegetación (incluyendo cultivos y vegetación nativa) y fauna (como animales domésticos y silvestres).

Desde el punto de vista operativo, la microcuenca posee un área que puede ser planificada por un técnico contando con recursos locales y/o un número de familias que pueda ser tratado como un núcleo social que comparte algunos intereses comunes

La microcuenca es el área que rodea la fuente de agua que abastece a una comunidad.

Toda microcuenca es parte de una cuenca, un área geográfica más grande conformada por varias fuentes de aguas superficiales o subterráneas que corren hacia un río principal. Éste, a su vez, puede desembocar en una corriente de agua mayor, como un río, una ciénaga o en el mar.

Para los sistemas de agua potable, la microcuenca abastecedora es sumamente importante para promover usos del suelo que propician la infiltración durante la época lluviosa y prevenir la escorrentía superficial, por ejemplo, a través del mantenimiento de la cobertura forestal natural.

Por definición, los sistemas de agua miden sus caudales o productividad hídrica del sistema (aforos) en la estación seca. Si hay suficiente agua en la estación seca también habrá suficiente en la época de lluvias. Aquí es importante señalar que en una cuenca la agricultura orgánica, con cobertura de vegetación completa y obras de retención de agua en el campo, es probablemente de igual valor que un bosque denso.

Es importante reconocer la funcionalidad o valor múltiple de árboles y vegetación e igualmente reconocer que su labor debe ser permanente.

Por ejemplo, en el caso de ser necesarios esfuerzos de reforestación, el sembrar árboles maderables para la protección de fuentes de agua puede crear problemas a futuro porque de no ser en una zona legalmente protegida, la protección de esos árboles puede ser puesta en riesgo para fines de la explotación maderera, con todos los impactos que involucra. De igual modo, es importante seleccionar especies de árboles que sean autóctonas y se caractericen por no requerir de mucha agua.

Es necesario detenerse a pensar la instauración de sistemas silvopastoriles (árboles y animales) en las zonas de recarga de tomas de agua, ya que este hecho podría causar contaminación de agua por las heces de los animales. Asimismo sería necesario prevenir la instauración de sistemas agroforestales (cultivos y árboles) en las zonas de recarga si los cultivos requieren uso de agroquímicos, ya que podrían causar contaminación química del agua.



# 03 Disponibilidad, cantidad y calidad de agua

El hecho de que se presenten problemas en la operación y el mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable está ligado a la gestión de la cuenca. Dado que está de por medio la salud de los beneficiarios del sistema, su abordaje merece importancia.

La confiabilidad o sustentabilidad de un sistema de abastecimiento de agua potable está ligado a la cobertura del sistema, continuidad del servicio, calidad del producto (el agua) así como a ciertas condiciones específicas como presión, cantidad, etc. Todas estas características tienen un vínculo muy fuerte con la matriz productora del agua, la cuenca, por lo tanto, de su gestión depende el funcionamiento del sistema total.

En el caso de tomas de agua, conducciones, plantas potabilizadoras, pozos, bombas, tanques de almacenamiento y otros, estos sufrirán si en ciertas épocas del año tienen que tratar agua con excesiva presencia de sedimentos o contaminantes o simplemente si hay escasez.

La operación y mantenimiento está en función de la calidad del sistema comunitario. Esto se refiere a cuidar la inversión de capital que se desarrolló durante el proyecto de captación y aprovechamiento de recursos de la cuenca. El mantenimiento es un costo a largo plazo y está bajo la responsabilidad de la comunidad.

El mal funcionamiento de sistemas de agua potable tiene un costo financiero y social en términos de trabajo perdido y enfermedades, cuando los beneficiarios deben abastecerse de fuentes contaminadas o sacrificar su higiene básica por cortes en el servicio. Este tipo de problemas incide directamente en la salud de la población y en los costos sociales y económicos que esto conlleva.

## Cantidad del agua en la microcuenca abastecedora.

Cuando hablamos de la disponibilidad del recurso agua en el tiempo, nos referimos a dos factores que son la cantidad y la calidad. En la gestión integrada de cuencas hidrográficas, muchas veces el balance hídrico, o sea la cantidad de agua disponible, es el factor que más mueve y convoca a las comunidades cuando se trata de problemas o de la solución a los mismos.

Es importante por lo tanto enfocar el manejo integrado de cuencas con el hecho de mantener el balance hídrico adecuado de forma que las cantidades de agua abastezcan las necesidades de todos los usuarios de la cuenca a lo largo del año. Con ello se busca un equilibrio entre los y las usuarias aguas abajo con las y los usuarios aguas arriba, así como con las necesidades ecosistémicas.

Bajo este enfoque, se necesita conocer los conflictos biofísicos del uso de la tierra que pueden tener influencia significativa sobre la entrada de agua a la cuenca (lluvia) y el agua retenida y luego utilizada para diversos usos.



Las cuatro formas más importantes de contaminación para la calidad del agua son:

- a) El desecho de aguas residuales (urbanas e industriales), heces de saneamiento urbano, letrinas y tanques sépticos rurales en cuerpos de agua.
- b) Las descargas de grandes cantidades de sedimentos suspendidos, que resultan de la erosión de los suelos en las laderas de las cuencas.
- c) Procesos extractivos, la minería por ejemplo.
- d) Procesos productivos agropecuarios extensivos.

Los sedimentos que se encuentran en las fuentes de agua, no solamente producen daño físico a los sistemas de aprovechamiento de agua a través de sus efectos de sedimentación, sino que también afectan la calidad, debido a su aspecto, su sabor y olor, además de que transportan y protegen otros contaminantes (encapsulados) entre ellos plaguicidas, materia orgánica, bacterias y metales pesados.

Además, la presencia de sólidos en suspensión puede afectar substancialmente la capacidad de los sistemas de purificación (especialmente la desinfección), a pesar de su buen funcionamiento.

Este efecto múltiple es una de las razones principales por la que muchas veces se utiliza agua subterránea (que tiene poco sedimentos suspendidos), proveniente sobre todo de manantiales y pozos.

En caso contrario, es necesario remover los sólidos suspendidos en el agua antes de abastecer a las y los usuarios.

## 04 Tipos de fuentes de agua disponibles en la naturaleza.

### Aguas superficiales

Se encuentran en quebradas, ríos o lagos y están sujetas a contaminación, tanto por medios naturales como por las actividades humanas.

El agua superficial debe ser protegida para evitar que se convierta en un medio de transporte de agentes causantes de enfermedades.

Para su utilización es necesario su tratamiento.



### Aguas subterráneas

Son las aguas que brotan o se filtran del subsuelo.

Generalmente, su calidad es mejor que las fuentes superficiales ya que el agua, al ir pasando por las diferentes capas de la tierra, se va filtrando.

Así se hace más pura y libre de materia orgánica y bacterias.



**Principios básicos para la selección de fuentes de agua:**

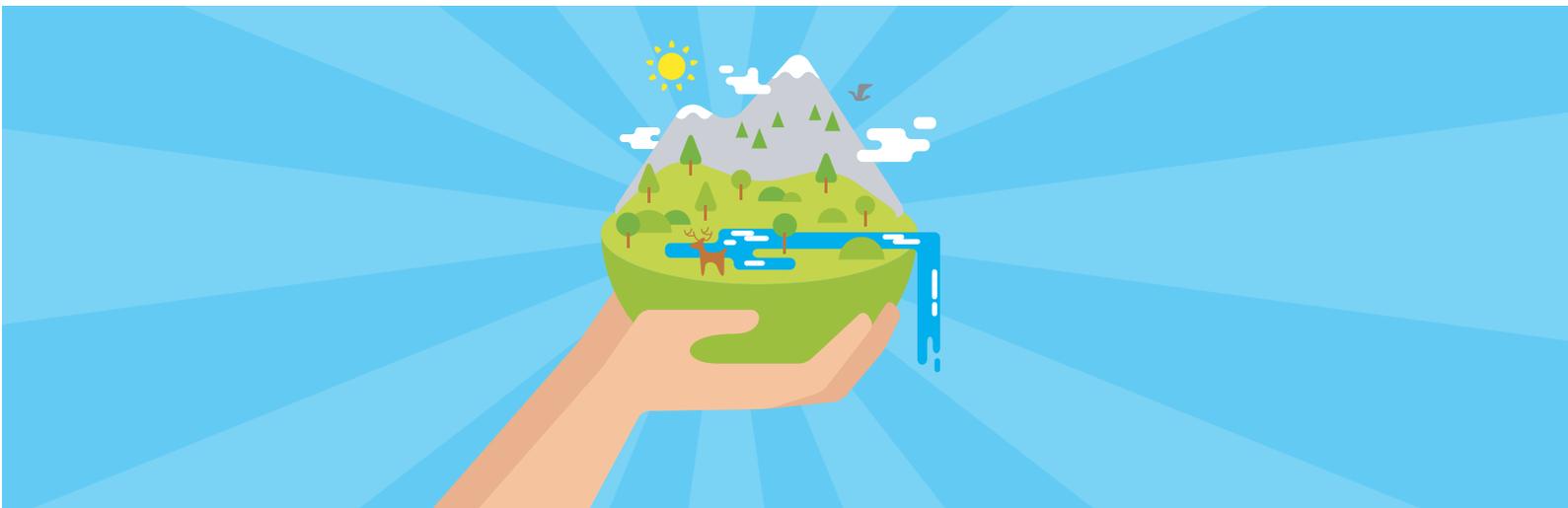
- Captar el agua en el punto más alto posible en la cuenca hidrográfica (balanceando la necesidad de tener el mayor caudal posible durante todo el año).
- Seleccionar microcuencas hidrográficas con la menor presencia humana posible.
- Seleccionar fuentes de agua que demuestren, en forma consistente, que siempre tienen bajos niveles de contaminación.
- Seleccionar los puntos de toma mejor protegidos, con mayor cobertura vegetal y menor accesibilidad posible.
- Una vez seleccionado el sitio es importante darle protección física y legal lo más rápidamente posible hasta la construcción del sistema.

# 05 El caudal ecológico en una microcuenca abastecedora.

La expresión caudal ecológico, referida a un manantial, río o a cualquier otro cauce de agua corriente, es una expresión que puede definirse como el agua necesaria para preservar los valores ecológicos en el cauce del mismo.

Todo proyecto que conlleve la derivación de agua de cauces hídricos naturales (agua potable, riego, hidroeléctricas, etc.), debe considerar la conservación del caudal ecológico aguas abajo de las obras, para evitar la alteración de los corredores ecológicos constituidos por estos cauces hídricos.

Un caudal ecológico es la cantidad de agua que corre de un manantial, río o de cualquier otro cauce de agua corriente, preservando el caudal o flujo de agua en las condiciones ambientales adecuadas. La evaluación de los caudales ecológicos se basa en la suposición de que en manantiales y ríos hay una cierta cantidad de agua “de sobra” que puede utilizarse sin afectar de manera inaceptable los servicios que ese manantial o río aporta como ecosistema.



Los caudales ecológicos no se limitan a establecer un nivel “mínimo” para el caudal en manantiales y ríos. Todos los elementos de un régimen de caudales naturales, incluyendo las inundaciones y las sequías, son importantes para controlar las características de un determinado ecosistema acuático y de las comunidades naturales que lo habitan. Por ejemplo, los ríos con un régimen de caudales constante pueden ser rápidamente invadidos por especies que se convierten en plagas.

La Gestión Integral de los Recursos Hídricos (GIRH), aborda un enfoque integrador de las dos facetas de un manantial, río o curso de agua como reserva hídrica y ecológica, compatibilizando el aprovechamiento racional y eficiente del recurso hídrico con el mantenimiento de una integridad ecológica aceptable del ecosistema fluvial. Este es un elemento fundamental a considerar e incorporar en la elaboración de los Planes de Ordenamiento de Cuencas.

**“Caudal ecológico es la cantidad de agua, expresada en términos de magnitud, duración, época y frecuencia del caudal específico y la calidad del agua expresada en términos de rango, frecuencia y duración de la concentración de parámetros que se requieren para mantener un nivel adecuado de salud en el ecosistema”.**



## COMPONENTES Y FUNCIONES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.



En este capítulo se presentan los principales procesos técnicos que se deben llevar a cabo en el Sistema de Agua potable, de manera de hacer una inspección preventiva y correctiva de las obras y de la red que asegure la cantidad, la calidad y continuidad de los servicios.

Se presentará igualmente todo el procedimiento básico para que los miembros de la Junta Administradora de Agua potable y el operador puedan realizar un proceso técnico de cloración, aspecto fundamental en la calidad de los servicios que se brindan a una comunidad.

### OBJETIVOS

Conocer los distintos componentes que tiene el sistema de agua potable.

Reconocer estos componentes y su importancia en el sistema al que esté vinculado.

Valorar de manera positiva el rol que cumple la persona responsable de la operación y mantenimiento.

01 Fuente

02 Captación

03 Conducción

04 Tratamiento

05 Tanque de almacenamiento

06 Red de distribución

07 Acometidas domiciliarias

08 Micromedidor

El sistema de agua potable es el conjunto de instalaciones y equipos utilizados para abastecer de agua a una población en forma continua, en cantidad suficiente y con la calidad y la presión necesarias para garantizar un servicio adecuado a los usuarios.

**Operación:** Conjunto de acciones que se efectúan para poner en funcionamiento a todos los componentes o partes de un sistema de agua potable.

**Mantenimiento:** Acciones permanentes que se realizan con la finalidad de conservar un adecuado estado de funcionamiento de los componentes o partes del sistema.

**Mantenimiento preventivo:** Es aquel que se realiza con una frecuencia determinada con la finalidad de prevenir y evitar daños al sistema

**Mantenimiento correctivo:** Consiste en las acciones que se efectúan para reparar daños o reponer piezas deterioradas por el uso.

**Operador:** Persona calificada responsable de la operación y mantenimiento de las instalaciones del sistema de agua potable.

## Sistemas de agua potable por gravedad

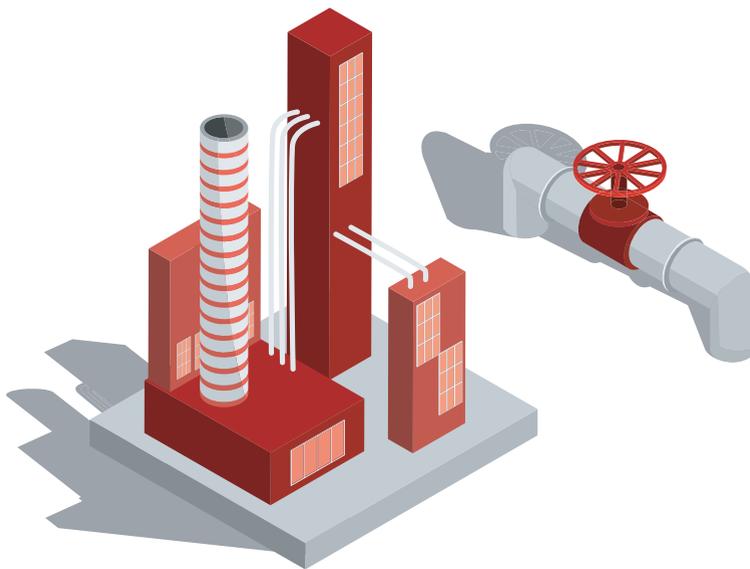
Se encuentran principalmente en zonas montañosas. Se aprovecha la topografía del terreno para llevar por gravedad el agua desde la captación, en la zona más alta, hasta las viviendas, en las zonas más bajas.

## Sistemas de agua potable por bombeo

Existen a su vez de dos tipos de captación por bombeo: aquellos que utilizan como fuente las aguas superficiales como ríos y lagos, y los que usan aguas subterráneas (pozos).

Ambos emplean equipos de bombeo para elevar el agua desde la captación o desde la capa freática hasta la planta potabilizadora, así como tanques de almacenamiento o de reserva, generalmente situados en un sitio estratégico por su elevación con respecto al poblado o la comunidad a servir.

Desde ese tanque, el agua llega a las viviendas por gravedad.



## Problemas generados por la tala de bosques o deforestación

A pesar de la importancia que tiene el agua, se sigue provocando daños a las zonas de recarga hídrica, causada por la intervención del hombre en el desarrollo de actividades agrícolas, extracción de leña, construcción de viviendas, actividades pecuarias e industriales, entre otros, en sitios no apropiados y con la implementación de prácticas inadecuadas que como producto están incidiendo negativamente en la calidad

Los bosques cumplen funciones importantísimas como: proporcionar oxígeno que necesitamos para respirar, recolectan y filtran el agua de lluvia, con lo cual se mantiene el ciclo hidrológico y abastecen los manantiales, evitan inundaciones o sequías, etc. y cantidad de agua en las fuentes superficiales y subterráneas.



# 01 Fuente

Es el depósito de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua potable.

Según la zona, puede ser un manantial (afloramiento, naciente, nacimiento), o bien un pozo o la derivación de agua de un curso de agua como un río o lago.



# 02 Captación

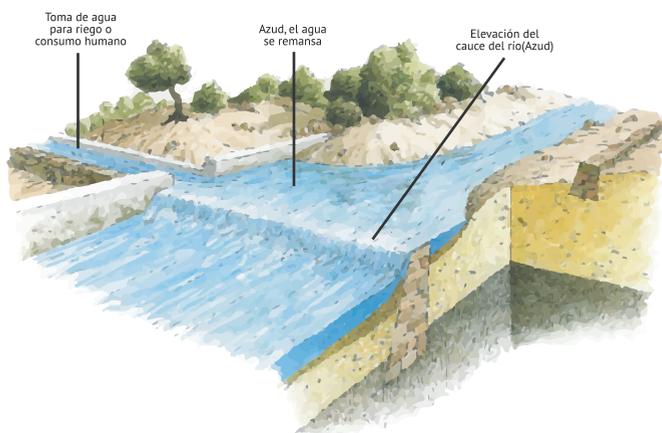
Es el conjunto de obras o estructuras necesarias para obtener o “captar” el agua de una fuente de abastecimiento de agua. De acuerdo con el tipo de fuente, pueden existir captaciones superficiales o subterráneas, pero también puede captarse el agua de lluvia.

## Azud

Permite captar el agua desde una fuente de agua superficial (río de montaña, por ejemplo).

El agua ingresa por la rejilla y de allí es llevada a un tanque desarenador.

Para llevarlos a cabo consulte al técnico de SENAGUA, Municipio de Ibarra o de las entidades encargadas.



## Captación de agua lluvia

En regiones con largos períodos de sequía entre épocas de lluvia, se recomienda construir tanques para almacenar el agua que cae. El agua puede ser captada desde los techos de las casas y conducida por canaletas laterales que van a depositar el agua en un tanque de almacenamiento o cisterna.

Para que la captación de aguas de lluvia sea eficiente, los techos deben ser construidos con materiales apropiados que no permitan obstrucción del recorrido del agua, con suficiente área y adecuada pendiente.

Para evitar la entrada de las primeras aguas de lluvia al tanque o cisterna (aquellas que generalmente acarrearán cantidad de residuos o sedimentos acumulados en el techo) se recomienda construir una pequeña caja sobre la tapa del tanque donde las aguas de lluvia se van a depositar directamente.

Esta caja posee una llave de salida. En el momento de iniciar la lluvia se deja abierta. A los cinco minutos aproximadamente, se cierra y se permite el ingreso del agua de lluvia al tanque de almacenamiento por medio del tubo de conexión que inicia en la parte superior de la caja.

También puede utilizarse un dispositivo de filtro que permite brindar un tratamiento primario a las aguas de lluvia. Este puede ser un filtro lento de arena en la parte superior del tanque o cisterna. De esta forma se garantiza agua almacenada de buena calidad. Si el agua es para consumo humano, puede hervirse o desinfectarse con cloro.

### CAPTACIÓN:

El sistema de agua potable cuenta con captación de aguas superficiales, provenientes de la microcuenca receptada Turupamba, del Cerro Cusín a 3420 m.s.n.m, es captada mediante una reja de fondo y estructura de represa de hormigón armado.

### REJA DE FONDO:

También se cuenta con una estructura de hierro y perforaciones en material de polietileno para regular el paso de materiales gruesos, como restos vegetales y animales.

### Captaciones subterráneas

Esta captación es utilizada para fuentes subterráneas. Son estructuras en forma de túnel o tuberías con ranuras o perforaciones, construidas por debajo del nivel freático o por debajo del nivel del agua de un río o quebrada para captar el agua infiltrada en el subsuelo.

En general, el túnel o tubería perforada se rodea o envuelve con material granular (grava y arena), que permite mejorar la infiltración. El agua así recogida va a un tanque recolector.

### Pozos

Son perforaciones a determinada profundidad, que se hacen en un terreno para captar aguas subterráneas. Pueden ser profundos. Los pozos poco profundos (menos de 10 metros), se conocen con el nombre de aljibes. Este tipo de captación necesita equipos de bombeo.

## 03 Conducción

Es el componente mediante el cual se transporta “agua cruda”, ya sea a flujo libre o presión. Dependiendo del caudal de agua y de la topografía del terreno, se utilizan canales o tuberías. El agua cruda es la que proviene directamente de una fuente superficial o subterránea en estado natural; es decir, que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento, desinfección o potabilización.

La conducción refiere a las obras o red de tuberías que permiten llevar el agua desde el lugar de tratamiento o potabilización hasta el tanque de almacenamiento o de reserva, pero también directamente hasta la red de distribución.

Tanto la aducción como la conducción son tuberías o canales por donde se transporta agua, pero mientras la aducción transporta agua cruda a presión o a flujo libre, la conducción transporta agua a presión ya tratada desde el lugar de tratamiento o potabilización hasta el tanque de almacenamiento o de reserva o directamente hasta la red de distribución.

Para las tuberías de aducción y conducción se debe tener en cuenta que el diámetro mínimo utilizado debe ser de dos (2) pulgadas, cuando las tuberías trabajan a presión. La profundidad mínima de excavación para enterrarlas debe ser de 60 centímetros desde la superficie hasta el lomo de la tubería.

### El agua en las tuberías de conducción

Puede hacerlo a flujo libre, es decir por la acción de la gravedad, como es el caso del agua que se transporta por un canal abierto.

También lo puede hacer a presión, es decir que el agua no está en contacto con la atmósfera y tiene una presión mayor que la presión atmosférica, como por ejemplo cuando el agua fluye por la tubería de conducción o distribución.

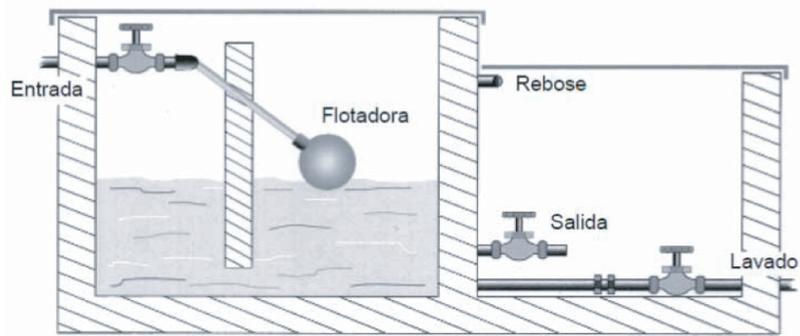
### Componentes de las tuberías de conducción

Una red de aducción o de conducción no está compuesta únicamente por tuberías, sino que también tiene otras estructuras y accesorios.

En terrenos quebrados, esas tuberías, para su buen funcionamiento, requieren la instalación de cámaras de quiebre de presión o tanques rompe presión, válvulas reductoras y reguladoras de presión, válvulas de aire o ventosas y válvulas de purga.

Esta es una estructura en forma de cámara o tanque utilizada para bajar la presión del agua que a veces llega con mucha fuerza. Así se evitan altas presiones en las instalaciones ubicadas aguas abajo.

El material del que están fabricadas las tuberías muchas veces se rompe por el peso o la presión del agua. Dependiendo del material del que están construidas las tuberías y de su espesor, el fabricante recomienda la presión máxima que puede soportar el tubo. Con esta información, los ingenieros pueden colocar, de ser necesario, una o varias cámaras de quiebre de presión o tanques rompe presión a lo largo de la conducción.



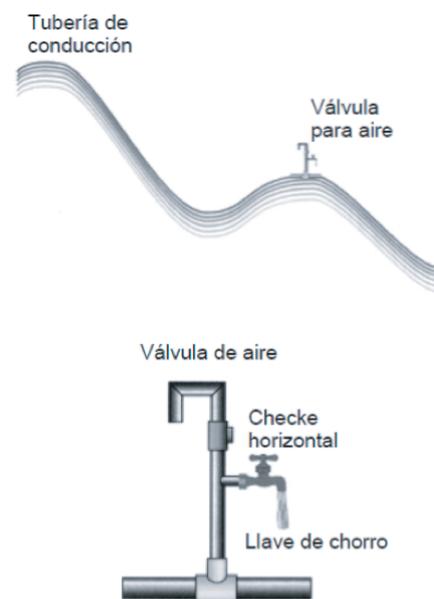
La cámara de quiebre de presión o tanque rompe presión es una estructura pequeña, que puede ser de un metro por cada lado; tiene una tubería de entrada localizada en la parte superior y una tubería para la salida en la parte inferior. El agua, al caer en el tanque, pierde su presión.

### Válvulas de alivio de presión

Son dispositivos que dejan salir el aire para que no impida que el agua siga su curso. A lo largo de los puntos altos de las líneas de aducción o conducción, suele acumularse aire en la parte superior de la tubería, lo cual cambia la velocidad del agua en el interior del tubo y forma bolsas de aire.

El aire, que es más liviano que el agua, forma un tapón que impide su paso. Si ese aire no se expulsa, junto con obstruir el correcto paso del agua, puede provocar un rápido deterioro de las tuberías.

Tradicionalmente, los operadores hacen un hueco en la tubería para que ese aire salga. Sin embargo, esta es una práctica arcaica no recomendada, puesto que además de deteriorar la tubería, permite que entren al sistema desde sedimentos hasta impurezas. Este hecho, al mismo tiempo que puede obstruir o deteriorar el sistema también representa un riesgo sanitario importante.



El sistema automático o manual de la válvula de aire o ventosa, permite que el aire salga.

Mediante este dispositivo, el aire se expulsa a través unas cámaras metálicas conectadas a la tubería y tiene un orificio superior que está sellado por una esfera metálica o flotador.

Cuando la cámara se llena de aire, el flotador cae y deja salir el aire por el orificio.

### Válvulas de limpieza o de purga

Son accesorios que permiten desalojar o “purgar” el material acumulado en el interior de los tubos y la normal circulación del agua y descargue de tubería.

El agua puede arrastrar tierra, arena e inclusive piedras dentro de la tubería de conducción. En los sitios más bajos ese material se sedimenta, obstruyendo el tubo.

Estos accesorios se colocan lateralmente en los puntos más bajos de las redes, para que al abrirlas permitan la salida de los sedimentos acumulados en las tuberías.



## 04 Tratamiento

Se llama tratamiento al proceso del sistema de agua potable donde se llevan a cabo las diferentes acciones y procesos para mejorar las características físico-químicas y bacteriológicas del agua volviéndola potable, o sea, apta para el consumo humano.

El conjunto de estructuras, obras, equipos y materiales necesarios para los procesos necesarios en el tratamiento que logra la potabilización del agua se debe ver como una industria que utiliza como materia prima principal el agua cruda y cuyo producto final es el agua potable.

Dependiendo de la calidad del agua que sea captada para el tratamiento existen diferentes procedimientos físicos y químicos.

### Sedimentador o desarenador

Un sedimentador o desarenador constituye la primera unidad de tratamiento. Es una estructura vital en las captaciones superficiales, sobre todo cuando la corriente de agua arrastra mucho sedimento.

Puede ser un tanque rectangular, mucho más largo que ancho, dentro del cual el agua circula a muy poca velocidad.

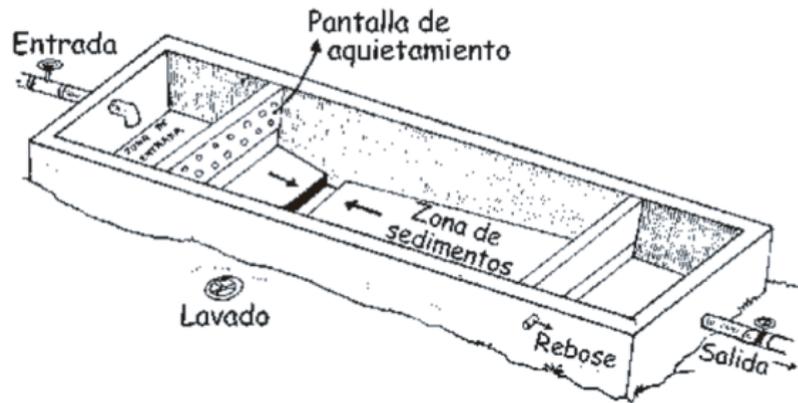
Debido a este hecho las partículas recogidas, se asientan en el fondo, por acción de la fuerza de gravedad que las atrae.

En el caso de Cochas La Merced, la planta de tratamiento está conformada por dos prefiltros, también un filtro lento descendente y al final del tratamiento tenemos la desinfección con cloro.



El sedimentador o desarenador está dividido en cuatro componentes:

a) Zona de entrada: Su función principal es reducir la velocidad que trae el agua desde la captación, mediante una pantalla deflectora o de aquietamiento, para facilitar la eliminación de las partículas. Aquí puede haber lateralmente un vertedero o tubería de rebose, que devuelve el caudal sobrante al río.



b) Zona de sedimentación o de sedimentos: En esta zona las partículas pueden llegar al fondo del sedimentador o desarenador y asentarse. El agua debe estar en reposo.

c) Zona de lodos: Es donde se deposita y almacena los lodos sedimentados.

d) Zona de salida: Recoge el agua clarificada. Está constituida por una pantalla sumergida, un vertedero de salida y un canal de recolección. Esta zona debe estar cubierta con una tapa, para evitar una posible contaminación. Antes de la salida, también puede haber lateralmente un vertedero o tubería de rebose, que devuelve el caudal sobrante al río.

En el desarenador es conveniente instalar una tubería de paso directo, con válvulas de cierre en cada extremo, que conecte a la tubería de entrada con la tubería de salida. A este tipo de instalación se le conoce como "by-pass" (por su nombre en inglés) y se pronuncia "Baipas".

Si va a lavar el desarenador, cierre la válvula de entrada y abra las válvulas del paso directo o by-pass, para no suspender el suministro de agua a la comunidad. Comience el lavado abriendo la válvula de desagüe, lo que permite desocupar el desarenador.

Aproveche la presión del agua para remover el lodo acumulado y cepille las paredes para remover el lodo atrapado.

Cuando no se haya previsto la tubería de paso directo, tenga cuidado en no demorar mucho la operación de lavado para que la tubería no se desocupe completamente. Evite que la tubería de aducción se llene de aire, poniendo a funcionar las válvulas de purga y las ventosas (más adelante se explicará cómo funcionan esas válvulas).

La limpieza debe ser periódica, dependiendo del deterioro de la calidad del agua, principalmente en invierno. El mantenimiento que se debe realizar en el desarenador se presenta más adelante.



**¿Qué se debe hacer con los sedimentos acumulados en el desarenador?**

Estos sedimentos deben retornar al río o a la fuente de agua, aguas debajo de la estructura de captación, siempre y cuando esto no cause daño alguno y lo permita la ubicación del desarenador y las normas ambientales específicas.

Desde hace algunos años, en el caso de Ecuador se viene utilizando un sistema de tratamiento por medios físicos que se llama Filtración en Múltiples Etapas (FIME), que consiste en procesos de filtración dinámica, pre-filtración y filtración lenta.

## Tratamiento de aguas para consumo humano en comunidades

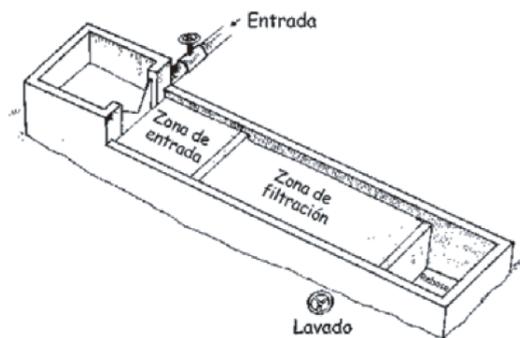
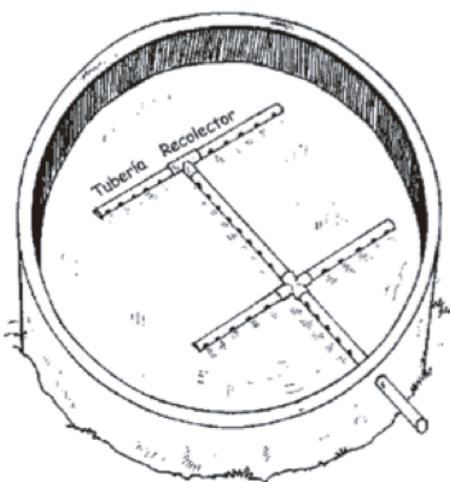
**FILTRO DINAMICO:** Es un tanque rectangular, poco profundo, lleno de material granular (arena y grava), con un sistema de drenaje en el fondo que recoge el agua filtrada.

Se construye generalmente al costado de un río, de montaña o de una quebrada. Cuando el agua está muy turbia, el filtro dinámico se tapa automáticamente y protege al resto de los litros.

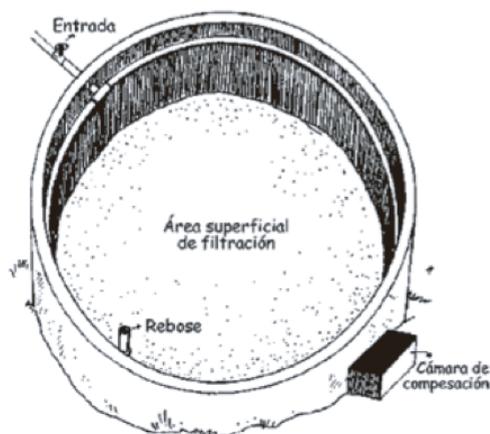
**PRE-FILTRO:** Un pre-filtro es un tanque lleno de grava.

El agua, en su interior, disminuye la turbiedad, porque la tierra es retenida por la grava a través de varios procesos físicos.

PREFILTRO GRUESO ASCENDENTE



**FILTRO LENTO:** Un pre-filtro es un tanque lleno de grava. El agua, en su interior, disminuye la turbiedad, porque la tierra es retenida por la grava a través de varios procesos físicos. El filtro lento elimina la turbiedad en casi un 100% y elimina también hasta el 99.99% de los microorganismos dañinos para el ser humano que puedan estar en el agua.



## Tratamiento de aguas por medios químicos

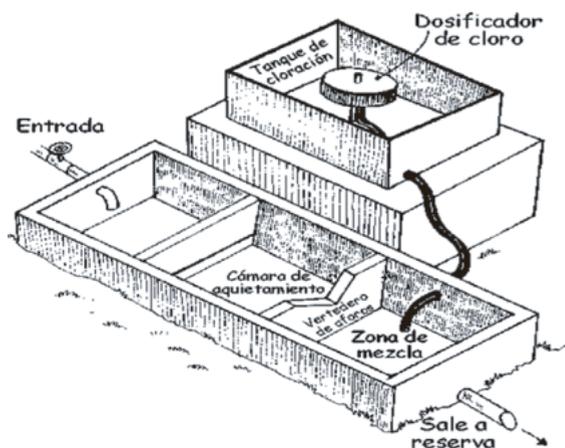
El tratamiento o la desinfección por medios químicos controla la contaminación que se puede dar en el agua desde que sale de la unidad de tratamiento físico (desarenador o filtros), hasta que es utilizada en las casas.

En el medio rural, para la desinfección lo más utilizado es el cloro (Figura 4). Un producto con gran poder bactericida, capaz de matar las bacterias o impedir su desarrollo. Además es barato y de fácil manejo.

El cloro se usa en dos de sus presentaciones: Granular (Hipoclorito de calcio) y líquido (Hipoclorito de sodio).

La cantidad o dosis de cloro que se debe aplicar depende de la cantidad y de la calidad del agua.

Por su gran efectividad como desinfectante, una pequeña dosis (apenas un miligramo de cloro) puede desinfectar un litro de agua. A manera de comparación, un miligramo es como un cristal de azúcar.



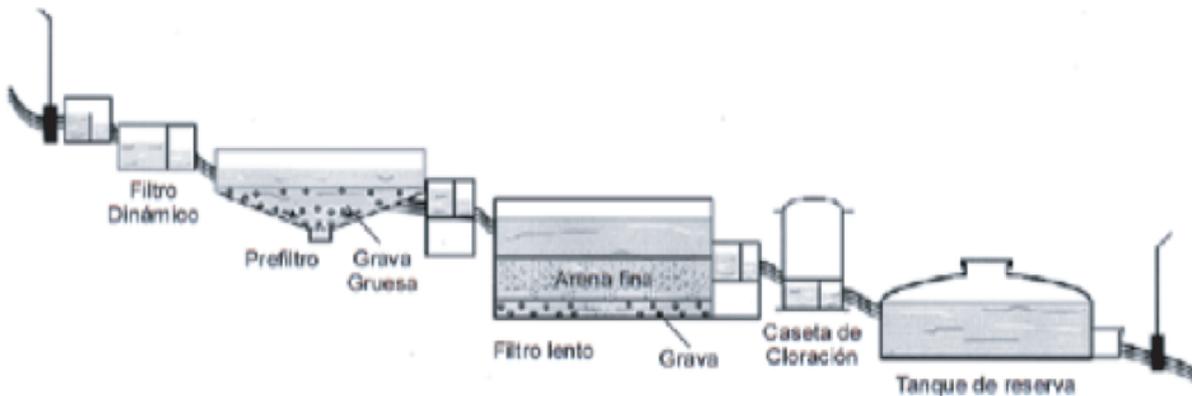
# 05 Tanque de almacenamiento

Es una estructura para almacenar agua, que puede ser construida con hormigón o ferrocemento, pero también de acero vitrificado o bien de plástico de alta resistencia. Puede tener forma cuadrada, rectangular o redonda y siempre cubierto.

El tanque de almacenamiento o reserva garantiza la cantidad de agua requerida por la población en las horas de mayor consumo. El tanque almacena el agua durante la noche y en las horas de menor consumo, por lo cual su volumen depende del tamaño de la población.

El tanque de almacenamiento es útil para compensar las variaciones de consumo en el día, mantener y compensar las presiones en la red, así como para almacenar cierta cantidad de agua que permita atender situaciones de emergencia como incendios o interrupciones provocadas por daños del acueducto aguas arriba del tanque.

El tanque de almacenamiento se ubica en un punto alto de la población. En poblaciones grandes o de topografía muy irregular, puede existir más de un tanque de reserva.



## Elementos de un tanque de almacenamiento

Un tanque de almacenamiento, además de la estructura para almacenar, debe tener siempre los siguientes elementos:

- Tubería de entrada con su correspondiente válvula de cierre, para suspender o permitir la entrada de agua al tanque, según se requiera; tubería de salida con su correspondiente válvula de control; tubería para lavado del tanque, con válvula de control; tubería de paso directo o by-pass; tubería de rebose y tubería de drenaje con válvula de control, utilizada durante el lavado del tanque.
- Una tapa o cubierta superior para prevenir la caída de hojas y otros objetos dentro del tanque. Si el tanque no tiene cubierta, debe construirse un techo para controlar el ingreso de vectores y la caída de elementos volátiles con basura y hojas secas.
- Una tapa o compuerta de inspección para facilitar el acceso al interior del tanque.
- Escalera de acceso al tanque, tanto externa como interna, para facilitar las labores de limpieza.
- Tubos de ventilación o respiradores (con rejilla en su extremo para impedir la entrada de elementos o insectos al tanque).
- Una tubería de rebose o de desfogue, para que el agua salga cuando el tanque se llena.
- Un sistema para medir el nivel de agua en el tanque, que puede ser una manguera transparente pegada por fuera a una regla marcada con el cero (0) coincidiendo con el fondo.

h) Una tubería de salida, con su correspondiente válvula para permitir o impedir la salida de agua del tanque.

i) Una tubería de drenaje con su correspondiente válvula para evacuar el agua de lavado del tanque.

j) Una tubería de derivación o tubería de paso directo (by-pass) que conecta directamente la tubería de entrada a la tubería de salida, sin pasar por el tanque, para no interrumpir el servicio cuando el tanque esté en mantenimiento.

### ¿Qué es el cloro?

El hipoclorito de calcio es un producto sólido en forma de gránulos blancos. Debe almacenarse en un recipiente oscuro y bien tapado, a la sombra, para evitar que con el tiempo pierda su potencia.

Generalmente el hipoclorito de calcio viene empacado en cubetas o recipientes de 50 libras o 25 kilos, en una concentración del 70% como cloro. De todas maneras, es importante tener siempre presente la concentración del cloro en el hipoclorito que viene marcada en el envase.

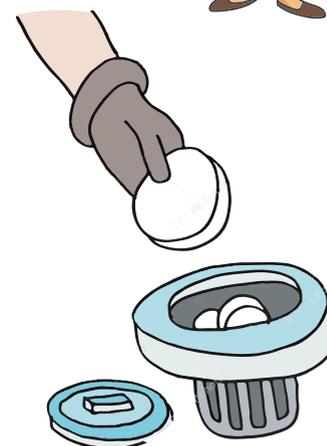


### ¿Cómo se mide el cloro residual?

El cloro residual se puede medir en campo utilizando para ello un comparador o dispositivo de medición de cloro para agua potable, con la ayuda de una sustancia llamada DPD.

Cuando esta sustancia se aplica al agua clorada hace que tome un color rosado. La intensidad del color es proporcional a la cantidad de cloro que tenga el agua.

En el caso de tomas de agua, conducciones, plantas potabilizadoras, pozos, bombas, tanques de almacenamiento y otros, estos sufrirán si en ciertas épocas del año tienen que tratar agua con excesiva presencia de sedimentos o contaminantes o simplemente si hay escasez.



### Procedimiento para determinar la concentración de cloro en tanques, tuberías y llaves domiciliarias

1. Enjuague tres veces el comparador o dispositivo de medición de cloro para agua potable con la muestra y llene la celda marcada con  $Cl_2$  que corresponde al cloro residual.
2. Agregue al compartimiento de cloro residual una pastilla de DPD; el agua tomará una tonalidad rosada; agite, tape y ajuste. Espere unos segundos a que se disuelva la pastilla.
3. Observe el color obtenido y compárelo con la escala de colores y valores de cloro ( $Cl_2$ ) que tiene el comparador hasta encontrar un cloro igual. El valor que corresponde al color igual al de la muestra es el del cloro residual. Registre el resultado en mg/L en el formato de control que se lleve.

### Recomendaciones:

1. No agite la muestra antes de agregar el reactivo, ya que se libera el cloro presente en el agua.
2. Evite que la muestra sea expuesta a demasiada luz.
3. No guarde la muestra para más tarde; el análisis se debe realizar de inmediato.
4. Mantenga limpio el comparador.

# 06 Red de distribución

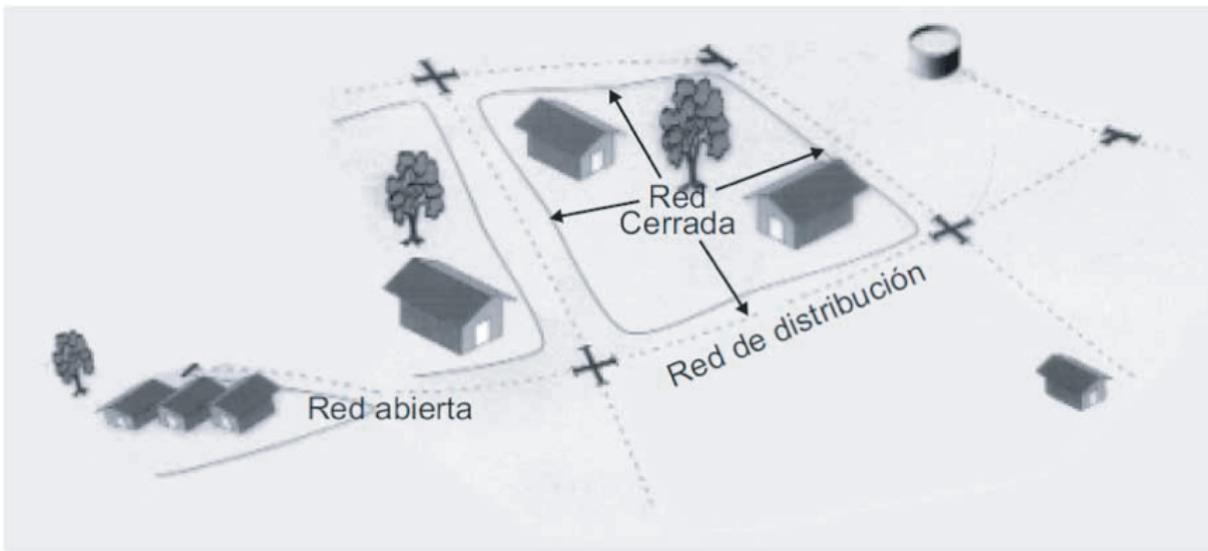
La red de distribución es cerrada en el caso de poblaciones con un desarrollo urbano en manzanas o cuadras, cuando se instalan matrices formando un circuito cerrado. El agua dentro de las tuberías puede circular en las dos direcciones -de ida y vuelta podemos decir- lo que garantiza una mejor distribución del agua.

La función de la red de distribución es repartir agua potable a los domicilios o puntos de consumo. Dependiendo de la forma y el tamaño de la población, la red de distribución puede ser una instalación lineal abierta (para poblaciones desarrolladas a lo largo de una vía o poblaciones dispersas), o cerrada en forma de malla, conformada por tubos y accesorios conectados en forma continua de diferentes diámetros.

Conduce el agua a lo largo de caminos, calles y cuadras o manzanas y desde donde se conectan las acometidas domiciliarias. En la red de distribución se debe garantizar la calidad del agua, la cantidad y las presiones adecuadas.

Integrados a la red de distribución se encuentran los hidrantes, las válvulas de limpieza en los puntos bajos (llamadas válvulas de purga) y las válvulas de cierre, que permiten aislar tramos de la red durante labores de reparación o cuando se necesita regular el servicio.

Las redes de distribución pueden estar conformadas por una red matriz o principal y por redes secundarias. La red matriz distribuye el agua procedente de la conducción, planta de tratamiento o tanques de almacenamiento a las redes secundarias. Se encarga de mantener las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto de todo el sistema y generalmente no reparte agua en ruta.



Las redes secundarias se derivan de la red principal y distribuyen el agua a los barrios o sectores de una población.

En lo posible, las conexiones domiciliarias se deben instalar desde las tuberías de la red secundaria y no de la tubería principal o matriz.

Existen dos tipos básicos de red de distribución:

- a) Ramificada
- b) Mallada

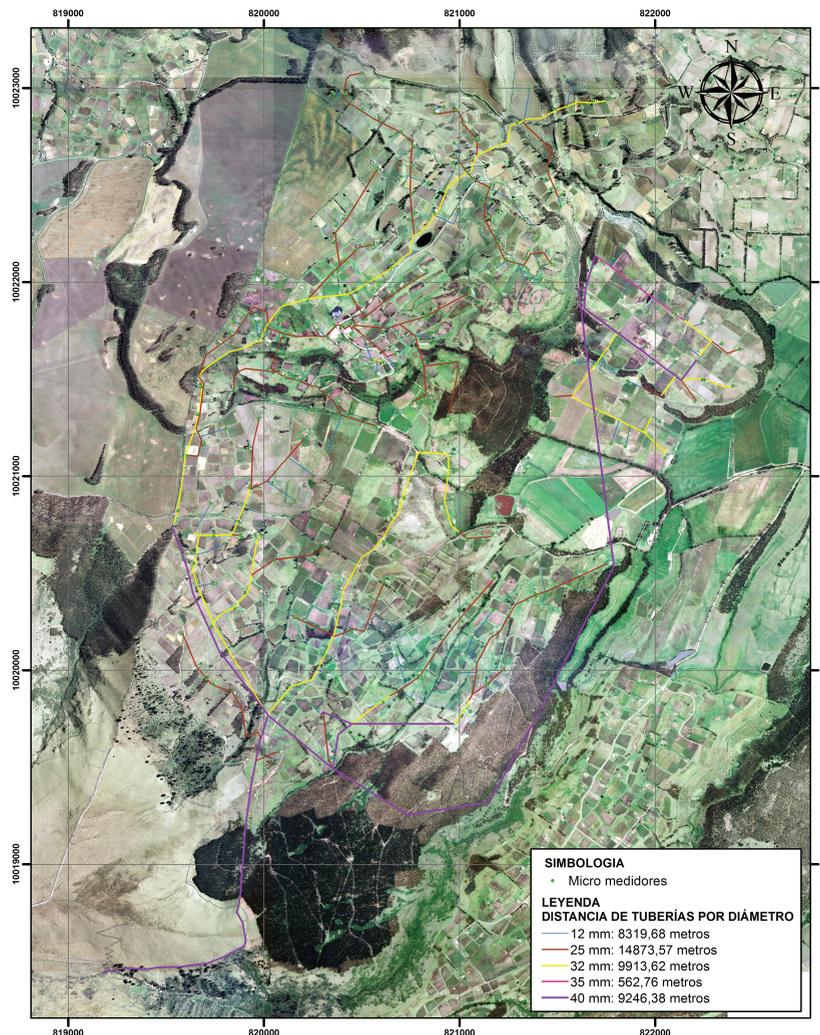
## Red de distribución ramificada

Es la red que está compuesta por una tubería principal y una serie de ramificaciones que terminan en puntos ciegos o pequeñas mallas. Se conoce también como configuración de espina de pescado.

Este tipo de red se emplea por lo general en caminos o veredas, donde por razones topográficas no es económico ni técnico conectar los ramales. También se adapta a las poblaciones que se desarrollan a lo largo de una vía o de un río.

## Red de distribución mallada

Es la red que está conformada por tuberías donde el agua circula a través de circuitos cerrados, lo cual produce un servicio más eficiente en presión y caudal.



Las tuberías de plástico, como el PVC y el PEAD, son muy resistentes a la corrosión proveniente de suelos ácidos.

Las de polietileno (PEAD) son además exibles y de fácil instalación.

No se debe confundir las tuberías de polietileno (PEAD) con las utilizadas en riego agrícola porque estas son de baja presión y no apropiadas para ser instaladas en sistemas de agua potable.



## Tipos de tuberías

Las tuberías o tubos que se utilizan para transportar agua vienen en diferentes materiales y diámetros, tal como se detalla en las tablas siguientes:

Material		Hierro acerado (HA)
Presentación		Tramos de 6 a 12 m de longitud de 6 a 24 pulgadas.
Características		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gran resistencia mecánica.</li> <li>2. Soporta grandes deformaciones antes de romperse.</li> <li>3. Tolera fuertes presiones.</li> <li>4. Se usa para transportar enormes caudales a altas presiones.</li> <li>5. No se usa en redes de distribución.</li> <li>6. Se oxida fácilmente, requiere revestimiento interno y externo apropiado.</li> </ol>
Instalación		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Unión espigo y campana.</li> <li>2. Brida roscada.</li> <li>3. Espigo doble para soldar a tope.</li> <li>4. Unión Dresser o unión roscada.</li> </ol>

Material		Hierro dúctil (HD)
Presentación		Tramos de 6 m de longitud, diámetros de 4 a 6 pulgadas.
Características		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Es una tubería de hierro dúctil con revestimiento interior y externo en Zinc.</li> <li>2. Alta resistencia a presión interior.</li> <li>3. Buen comportamiento en condiciones de enterrado.</li> <li>4. Aptitud de corte y perforación con herramientas simples.</li> <li>5. Resistencia a choques por manipulación e instalación.</li> <li>6. Fácil transporte.</li> </ol>
Instalación		Unión universal manual conjunta-espigo campana susceptible de instalación superficial sin adaptación especial.

Material		Hierro fundido (HF)
Presentación		Tramos de 6m de longitud de 3 a 36 pulgadas.
Características		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tubería frágil.</li> <li>2. Poca resistencia a los golpes.</li> <li>3. No se puede soldar en sitio.</li> <li>4. Sensible a corrosión por suelos ácidos e incrustaciones con aguas alcalinas.</li> <li>5. Cuando está protegida internamente ene muy buena duración.</li> </ol>
Instalación		Unión espigo campana con plomo o mediante bridas o flanges a tuberías de extremos lisos.

Material		Polivinilo de cloruro (PVC)
Presentación		Tramos de 6 m de longitud, diámetros de 1/2 a 12 pulgadas.
Características		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tubería liviana.</li> <li>2. Fácil de instalar.</li> <li>3. Inerte a corrosión química.</li> <li>4. Superficie interior lisa, bajas pérdidas.</li> <li>5. Los rayos ultravioleta la degradan y pierde resistencia, debe estar protegida contra la radiación solar.</li> <li>6. Alta resistencia a la tensión y al impacto.</li> </ol>
Instalación		Unión mecánica espigo-campana, con empaque de caucho. Esta unión es movable y permite mantenimiento fácil. Unión soldada con soldadura líquida. Esta unión, una vez terminada, es rígida y hace difícil el mantenimiento.

<b>Material Polietileno de alta densidad (PEAD)</b>	
<b>Presentación</b>	Rollos de 100 metros y 2 1/2 y 3 pulgadas. Distintivo azul para uso de un sistema de agua potable.
<b>Características</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Excelente resistencia a la corrosión.</li> <li>2. Muy flexible, se acomoda al terreno; puede curvarse horizontal y ver caliente sin necesidad de codos.</li> <li>3. Ideal para la zona rural siempre y cuando sea para un sistema de agua potable. La tubería de riego no sirve.</li> <li>4. Liviana y de fácil manejo.</li> <li>5. Cuando el ensamble de la tubería se hace fuera de la zanja, se necesitan menos excavaciones que cuando se instalan tuberías de otros materiales.</li> <li>6. Las redes de tuberías de polietileno en muy buenas condiciones hidráulicas, pocas uniones que produzcan fugas y menores riesgos de desempates con los asentamientos de terreno.</li> <li>7. Para su instalación requiere equipo especial para soldar con calor.</li> <li>8. El material se aprovecha mejor porque como viene en rollos se puede cortar a la longitud que se necesite, eliminando los desperdicios.</li> </ol>
<b>Instalación</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Termofusión a tope, es la más usada.</li> <li>2. Termofusión a socket.</li> <li>3. Electrofundición.</li> <li>4. Unión mecánica espigo-campana.</li> </ol>

<b>Material Tubería de cobre (Cu)</b>	
<b>Presentación</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se fabrica en diámetros de 3/8 hasta 2 pulgadas.</li> <li>2. Se presenta en dos pos: flexible y rígida.</li> <li>3. El po M es el que se usa para instalaciones de agua fría y caliente.</li> <li>4. En 3/8 y 1/2 pulgada se usa en acomodadas e instalaciones internas de sistemas de agua.</li> </ol>
<b>Características</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Resistente a la oxidación e incrustaciones.</li> <li>2. Superficie interior muy lisa, pocas pérdidas por rozamiento.</li> <li>3. Alta resistencia a la presión interna y externa.</li> <li>4. Puede ser flexible o rígida, según el po de aleación.</li> <li>5. Alto costo, por eso se usa poco.</li> </ol>
<b>Instalación</b>	Se puede empalmar abocinando los extremos y u lizando acople en bronce. Para tubería rígida incluye accesorios de campana que se empalman con soldadura de estaño.

<b>Material Plástico flexible (PF+UAD)</b>	
<b>Presentación</b>	Diámetros de 1/2 y 3/4 de pulgada. Rollos de 90 metros. Distintivo azul para uso en sistemas de agua potable.
<b>Características</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. En algunos países como Colombia viene reemplazando a las tuberías de cobre en las acomodadas domiciliarias.</li> <li>2. Es fabricada en PEAD.</li> <li>3. Resiste presiones internas altas.</li> <li>4. Resiste a la corrosión interna y externa.</li> <li>5. Puede curvarse sin que se rompa.</li> <li>6. Es liviana, de fácil transporte, almacenamiento e instalación.</li> <li>7. Resiste cargas externas altas.</li> <li>8. Se degrada con la luz solar.</li> <li>9. No confundirla con la que se utiliza para riego.</li> </ol>
<b>Instalación</b>	Unión mecánica espigo-campana, con empaque de caucho. Esta unión es movable y permite mantenimiento fácil. Unión soldada con soldadura líquida. Esta unión, una vez terminada, es rígida y hace difícil el mantenimiento.

## Transporte y almacenamiento de tuberías

Existen recomendaciones para el almacenaje y transporte de tuberías, de acuerdo con el material de que están hechas y sus características:

Tubería PVC	
<b>Transporte</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. En camiones de por lo menos 6m de longitud.</li> <li>2. Colocada en forma horizontal, en arrumes o acumulaciones que no sobrepasen 1.5m de altura.</li> <li>3. Debe evitarse que las hileras se golpeen entre sí, se rueden o resbalen.</li> <li>4. Evitar arrastrar por el suelo o golpear la tubería durante el cargue y descargue.</li> </ol>
<b>Almacenamiento</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Almacenarlas por diámetro.</li> <li>2. Colocarlas siempre sobre piso nivelado.</li> <li>3. Ubicarlas en hiladas, haciendo que queden “al aire” las campanas de unión para evitar que se deterioren. Esto puede hacerse colocando las hiladas sobre tarimas o plataformas o si están directamente en el suelo, haciendo dos zanjas para proteger las campanas de la primera hilada de tuberías.</li> <li>4. Máxima altura de almacenamiento en arrumes o acumulaciones: 1.5 m.</li> <li>5. Amarrar los arrumes o acumulaciones entre 4 paralelos, para evitar que se deslicen.</li> <li>6. No deben estar a la intemperie.</li> <li>7. No es recomendable guardar las tuberías en sitios cerrados donde se acumule demasiado calor, puesto que pueden deformarse.</li> </ol>

Poliétileno de alta densidad (PEAD)	
<b>Transporte</b>	Es fácil porque la tubería es liviana
<b>Almacenamiento</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Protección de la intemperie.</li> <li>2. No es recomendable guardar las tuberías en sitios cerrados donde se acumule demasiado calor, puesto que pueden deformarse.</li> </ol>

Plástico flexible (PF+UAD)	
<b>Transporte</b>	Su presentación en rollos de 90 metros permite versatilidad en el transporte.
<b>Almacenamiento</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Protección de la intemperie.</li> <li>2. No es recomendable guardar las tuberías en sitios cerrados donde se acumule demasiado calor, puesto que pueden deformarse.</li> </ol>



## Accesorios del Sistema de agua potable

Los accesorios son elementos que sirven para ensamblar y reparar las tuberías y son generalmente fabricados del mismo tipo de material.

Hacen más fácil la instalación de las tuberías del sistema de agua potable. Por lo general son del mismo material de las tuberías y tienen las mismas especificaciones de presión. Para diámetros superiores o iguales a 6 pulgadas, se utilizan accesorios en hierro dúctil (HD).

El diámetro y diseño de los accesorios se adaptan a las condiciones de las tuberías a las cuales se conectan. Para el caso de las tuberías de PVC, los accesorios vienen para presión y unión mecánica.

### Uniones

También se llaman juntas. Se utilizan para empatar, prolongar o cambiar la dirección de las tuberías. También hay uniones de reparación.

### Reducción

Se utiliza para cambiar de un diámetro mayor a uno menor o viceversa en un mismo tramo de tubería.

### Tes o T

Sirven para unir entre sí tres tramos de tubería que se cortan formando dos ángulos rectos. Su objetivo principal es el de efectuar derivaciones en el sistema de agua potable, dependiendo de su trazado. Se consiguen en diferentes diámetros y materiales.

Hay tres tipos de Tés o T: Con campana, con bridas y con extremos lisos. El tipo se selecciona según el extremo de la tubería o el accesorio que se quiera empatar. Si el accesorio termina en una brida, se necesita una T con brida.

### Codos

Son accesorios destinados a efectuar cambios de dirección en la tubería, ya sea horizontal o vertical, o bien curvas a diferentes grados: 90°, 45°, 22 1/2°, 11 1/2°. Son de radio corto o de radio largo y sus extremos vienen con campana y espigo, doble campana, extremo liso, con brida o roscados.

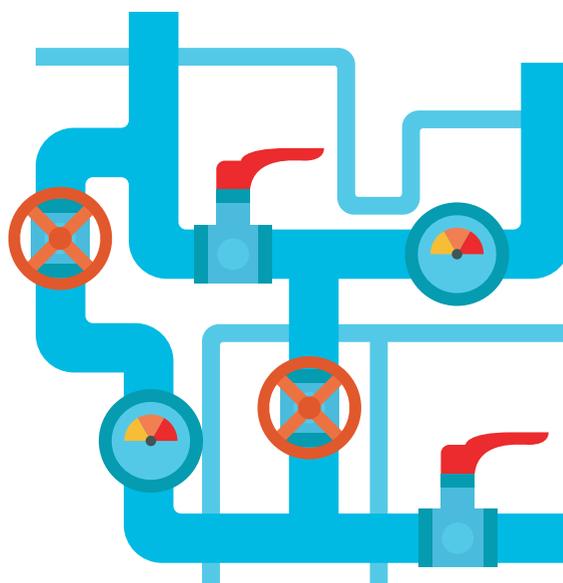
Con la tubería de AC o PVC, se utilizan codos de HD y PVC, adaptados para ser instalados con campana, unión o soldados. Esto último en el caso de la tubería de PVC.

### Tapón

Los tapones se usan para cerrar el extremo de una tubería o de un accesorio.

Existen de dos clases: Tapones machos, que son roscados, cierran la boca o campana de un accesorio o el extremo de una tubería, la cual también debe ser roscada (neplo). Y los tapones hembra que son lisos y cierran el extremo de un espigo.

Los tapones para tubería de PVC de diámetros mayores de dos (2) pulgadas son instalados con soldadura líquida. Para obtener mayor resistencia a las presiones de la red se deben instalar, si los hay disponibles por el fabricante del tubo, tapones roscados. De lo contrario, siempre que se instale un tapón y para evitar que la presión del agua lo desaloje, debe construirse un anclaje en concreto o ladrillo pegado. Debidamente apoyado y los sucientemente pesado. De esta forma se evita que la presión del agua dispare el tapón.



# 07 Acometidas domiciliarias

La acometida domiciliar es un conjunto de tuberías y accesorios que llevan el agua desde la red de distribución hasta el punto de registro (micromedidor) de un usuario o usuaria o casa de habitación.

De acuerdo con las normas técnicas, las acometidas domiciliarias para viviendas residenciales son de media pulgada (1/2"). No se deben instalar diámetros mayores, a menos que exista alguna justificación técnica de la OCSAS para autorizar su instalación. Toda acometida domiciliar consta de los siguientes elementos:

## Collar de derivación

Se ubica sobre la tubería de distribución. Su diámetro varía de acuerdo al diámetro del tubo del que se va a conectar. Estos collares de derivación vienen desde 2 pulgadas, con diámetro del orificio de salida hacia la tubería domiciliar de 1/2 pulgada.

## Adaptador macho

Es un accesorio con espigo roscado para conectar con un accesorio hembra, también roscado, del mismo diámetro de la tubería de conexión.

## Registro de incorporación

Es una válvula de cilindro de bronce con rosca en el extremo que entra a la silla o collar y en el otro extremo permite roscar el acople. Se utiliza para conexión en tuberías que se encuentran a presión y debe ser instalado para perforar la tubería con herramienta especializada.

## Llave de registro de corte

Es una válvula de cilindro en bronce, que se instala antes del medidor. Su función es la de permitir la suspensión del servicio de agua.

## Tee o T

Es de hierro galvanizado y es el punto donde termina la acometida y comienza la instalación interna del usuario o usuaria.

## Tapón

Cierra una de las salidas de la Tee anterior. Debe quedar a la vista y su función principal es verificar la presión de servicio, antes de atender un reclamo por falta de agua o baja de presión. También sirve para sondear la instalación interna cuando se presentan obstrucciones.

## Cajilla

Es la caja protectora dentro de la cual se coloca el medidor.

Generalmente es metálica y tiene una tapa de hierro forjado que se abre, ya sea por medio de una bisagra o bien por medio de una llave maestra. Permite leer el medidor y darle mantenimiento.

## Medidor

Aparato de medida de consumo de agua del usuario/a.



Para su colocación el operador debe primeramente interrumpir el servicio de agua en ese tramo, mediante la operación de válvulas del sector, luego de lo cual procederá a efectuar la excavación, descubriendo totalmente la tubería, en una longitud que permita trabajar adecuadamente. Como no es posible drenar toda el agua del tramo, una buena práctica es ejecutar un pozo al costado de la zanja a efectos de que absorba el agua contenida en la misma.

## Instalación de las acometidas domiciliarias.

1. Determine o localice en el plano de la red de distribución la vivienda o el predio donde se realizará la conexión.
2. Localice la tubería en el terreno y haga una excavación lo suficientemente amplia alrededor del tubo: al menos unos 10 centímetros por debajo del fondo del tubo y un mínimo de 15 centímetros a cada lado del tubo.
3. Si la acometida debe cruzar por vía pavimentada y la red se encuentra a una profundidad de 0,80 metros, se deben hacer dos excavaciones enfrentadas; desde la excavación más cercana a la tubería de distribución se pasa una sonda hacia la excavación de la vivienda, incluyendo a la sub-base para que no destruya las redes de otros servicios.
4. Limpie la tubería para colocar el collar de derivación; quite la tuerca y el buje del collar.
5. Instale la abrazadera del collar en el tubo sin golpearlo. Gírelo suavemente sin forzarlo y ubíquelo en un ángulo de aproximadamente 45° hacia donde va a quedar la caja del medidor.
6. Ajuste el collar, acomodándolo con las guías que incluye; coloque cinta teflón y gire la tuerca hasta el buje con la mano hasta que esté bien apretado. Ajústelo con una llave cuidando de no reventarlo.
7. Instale el registro de incorporación en el collar de derivación con cinta de teflón. Antes a oje la tuerca para que abra y cierre fácilmente. Ajuste suavemente el registro.
8. En el registro de incorporación utilice un berbiquí o taladro con broca para perforar el orificio en el tubo. Perfore con cuidado, evitando que ingresen a la tubería residuos de la perforación. Una vez perforado el tubo cierre el registro; retire el berbiquí o taladro y verifique que el tubo esté bien perforado. De lo contrario, repita el procedimiento.
9. Revise que la tubería no tenga cortaduras o que no esté deteriorada por el manejo, almacenamiento o transporte.
10. Instale el tubo de PVC para acometida hasta la cajilla del medidor.
11. Verifique que no hay fugas en las conexiones. Si no hay fugas, abra el registro, deje salir un poco de agua para purgar y lavar la tubería. Cierre el registro y tape la tubería con tierra, compactando manualmente por encima de la tubería.
12. Arme el medidor dentro de la cajilla.

Las conexiones domiciliarias son gestionadas, a través de las JAAP, debiendo prohibirse cualquier obra por intervención de particulares en la red de distribución. Estas conexiones deben realizarse bajo control municipal.



## Reparaciones de las acometidas domiciliarias

Para la reparación de la tubería de acometidas domiciliarias, se llevan a cabo las siguientes operaciones:

1. Una vez identificado el daño y descubierta la tubería, suspenda el servicio desde el registro de incorporación instalado cerca del collar de derivación o del medidor, o bien de la válvula de control más cercana a la casa de habitación.
2. Proceda a realizar las reparaciones necesarias.
3. Reconecte el agua, verifique que no hay fugas y que el daño ha sido reparado.
4. Vuelva a enterrar la tubería y deje el sitio en el estado en que se encontraba.



## Válvulas de corte

Se utilizan para aislar tramos de tuberías en caso de posibles daños o reparaciones. Se deben instalar al comienzo y al final de la conducción y a cada 1.000 metros de tubería. Existen diferentes tipos de válvulas de corte, las cuales se describen a continuación:

**1. Válvulas de compuerta:** Estas válvulas tienen uno o dos discos de bronce dentro de una carcasa de hierro fundido. Se deslizan transversalmente a la dirección del flujo, regulando el paso de agua. La carcasa tiene unas guías internas de asiento del mismo diámetro de la tubería, para que los discos encajen en ellas cuando la válvula está completamente cerrada. Los discos o compuertas se suben o bajan mediante un vástago de tornillo y una tuerca, que giran. Por lo general tienen extremos lisos con diámetros exteriores para usar con unión mecánica, en el caso de la tubería PVC. Hay también válvulas de brida o campana.

Estas válvulas son de construcción sencilla, de apertura y cierre lento. Esto evita golpes de ariete. Pueden ser reparadas en el sitio sin necesidad de retirarlas. Son muy comunes a la salida de las plantas de tratamiento y en la red de distribución. Permiten regular el caudal según la necesidad.

**2. Válvulas de mariposa:** Se instalan para el cierre o apertura del paso de agua dentro de tuberías de diámetro entre 2 y 24 pulgadas (tuberías de conducción o redes matrices). Consisten en una carcasa, generalmente de hierro fundido, con el mismo diámetro de la tubería y dentro de la cual va instalada una lenteja circular que gira 90° alrededor de su eje. Estas válvulas se ubican dentro de cajas de concreto. Para que el movimiento de la lenteja sea lento y así evitar golpes de ariete, las válvulas tienen piñones que reducen la velocidad del movimiento. Para su reparación y mantenimiento debe acudir a personal especializado.

**3. Válvulas de globo:** El principio de funcionamiento de estas válvulas es el que se aplica en los grifos de los lavamanos, duchas, etc. Se utilizan generalmente para tuberías con diámetros menores a 4 pulgadas de diámetro. Una válvula globo está compuesta por un disco que, cuando se da vueltas a la manija, se dirige hacia abajo y cierra el paso del agua. Este tipo de válvulas presentan fugas por la manija cuando se desgasta el empaque que está en el eje de la válvula.

**4. Válvulas de retención:** Se usan para evitar que el agua se devuelva por la misma tubería. Su construcción es muy sencilla; consta de una cámara con una aleta que se abre al entrar el agua y se cierra cuando el agua trata de devolverse.

**5. Válvulas de flotador:** La función principal de una válvula de flotador es mantener un nivel fijo de agua en una estructura, bien sea un tanque de almacenamiento o una cámara de quiebre de presión. Cuando el agua ha llegado al nivel de control, la válvula cierra el paso de agua. Cuando el nivel de agua baja, la válvula se abre y permite el paso de agua.

**6. Válvula reguladora de presión (VRP):** La función principal de una válvula reguladora es disminuir la presión en los sitios donde ésta se encuentra por encima de su valor permitido; es decir, que no sobrepase su nivel máximo de 60 m.c.a.

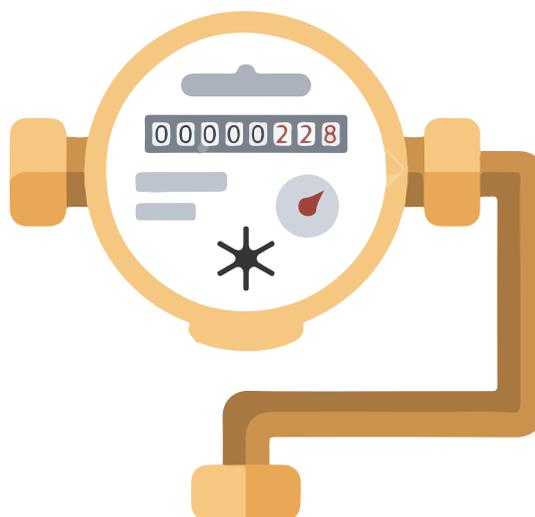
Estas válvulas se requieren en los sitios de topografía quebrada o de pendientes fuertes y se instalan en las tuberías principales. Se ubican principalmente entre el desarenador y el tanque de almacenamiento o entre el tanque de almacenamiento y la red, cuando el tanque está ubicado en sitios muy altos. La revisión de la presión a la salida de la válvula debe hacerse con ayuda de un manómetro.

Estas válvulas deben instalarse en cámaras cerradas, protegidas para evitar que personas ajenas las manipulen. La reparación de estas válvulas la debe hacer personal especializado.

## 08 Micro medidor

La acometida domiciliaria con micromedidor permite establecer el consumo de cada familia y mejora la distribución de agua a la población. El micromedidor es el aparato que mide la cantidad consumida por el usuario o usuaria del sistema de agua potable en un determinado tiempo, que por lo general es un mes.

En un sistema de agua potable es muy importante elegir cuidadosamente los medidores, para obtener la máxima precisión posible en la medición del consumo. Existen dos tipos de medidores en el mercado: los medidores de velocidad y los medidores volumétricos.



### Medidores de velocidad

El principio de funcionamiento de estos medidores consiste en hacer pasar el agua por una cámara dentro de la cual se coloca una turbina.

El agua, al golpear la turbina en uno o varios puntos, la hace girar. La velocidad de giro de la turbina es proporcional a la cantidad de agua que pasa a través del medidor.

### Medidores volumétricos

Registran el número de veces que el agua llena una cámara de volumen determinado.

Son muy e cientes y sensibles para registrar los caudales altos y bajos.

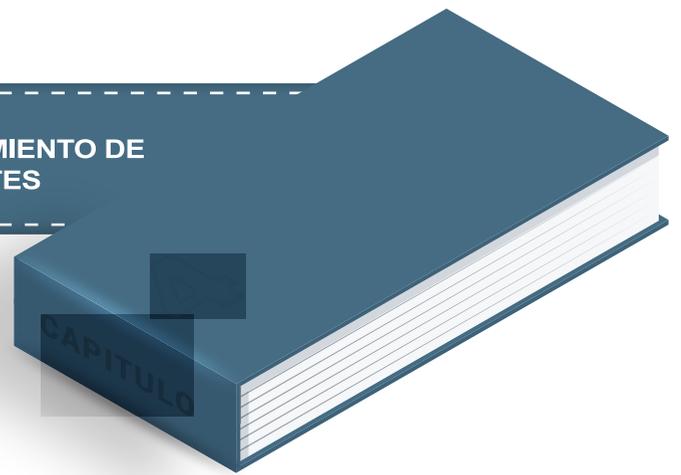
Requieren de agua libre de impurezas, especialmente arenas.

### Recomendaciones para instalar los medidores:

- Los medidores deben ubicarse en zonas públicas de fácil acceso para efectuar las lecturas de consumo y el mantenimiento respectivo. En lo posible se debe evitar que el operario/a tenga que entrar a las propiedades para efectuar estas labores.
- Conservar tramos rectos de 2 a 5 metros antes y después del medidor.
- El medidor debe estar protegido contra condiciones climáticas extremas.
- Se debe instalar en sitios rígidos y estables.
- No instale los medidores en zonas húmedas o pantanosas.
- Cada medidor debe estar ubicado dentro de una caja protectora.



## OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS COMPONENTES



En este capítulo se desarrollará la importancia de la operación y mantenimiento para el funcionamiento y la adecuada prestación de agua potable en su comunidad, así como una explicación detallada de las acciones que se deben desarrollar en cada componente tratado en la unidad anterior.

El rol de la organización, así como la importancia de un operador/a que realice las acciones están tratadas en este capítulo ubicando la necesaria complementariedad de tareas.

El operador/a es la persona encargada del manejo y el mantenimiento del sistema de agua potable. Pero no es el único responsable. Es importante que la comunidad entera colabore en su mantenimiento.

### OBJETIVOS

Conocer las acciones que se deben realizar en cada componente para el adecuado funcionamiento del sistema.

Realizar las acciones rutinarias de operación y mantenimiento.

Valorar el cuidado y mantenimiento preventivo como elemento básico de la sostenibilidad.

01 Captación

02 Conducción

03 Tratamiento

04 Tanque de almacenamiento.

05 Red de distribución

06 Acometidas domiciliarias

07 Micro medidor



## 01 Captación

Para captaciones laterales y de fondo pueden realizarse las siguientes actividades de mantenimiento preventivo.

- Limpiar las rejillas retirando hojas, troncos o cualquier residuo presente.

- Lavar y limpiar el tanque recolector para remover los sólidos y la suciedad acumulados en las paredes y en el fondo.

- Abrir la válvula de limpieza del tanque recolector y dejar salir los sedimentos acumulados en su interior.
- Abrir o cerrar las compuertas, según el caudal de agua que necesite.
- Verificar el funcionamiento de las válvulas y lubricarlas, de ser necesario.
- Tener en cuenta los cambios en la calidad del agua cruda, especialmente relacionados con el caudal, la turbiedad y los sedimentos de gran tamaño.
- Interrumpir el servicio cuando el agua esté muy turbia o tenga mucho lodo y avisar al operador de planta sobre esta situación, si hay planta.
- Interrumpir el servicio cuando el agua esté muy turbia o tenga mucho lodo y avisar al operador de planta sobre esta situación, si hay planta.

A continuación se citan las principales actividades para el mantenimiento de la captación y la frecuencia con la que se deben realizar.

<b>CAPTACIÓN</b>	
<b>Cada 15 días</b>	
<b>Actividad</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Limpie la rejilla. Esta actividad se debe realizar dependiendo de la calidad del agua cruda; si en época de lluvias la rejilla se obstruye rápidamente, debe limpiarse de manera frecuente. Si la captación es de difícil acceso, busque ayuda con personas que vivan cerca de ella para realizar esta actividad. En zonas remotas o que presenten algún grado de peligrosidad se debe ir acompañado, pues puede contar con ayuda en caso de algún accidente.</li> <li>2. Realice la revisión de la estructura para encontrar fugas, daños o deterioro de la infraestructura.</li> <li>3. Revise si hay tomas presuntamente no autorizadas aguas arriba de la captación actual. En caso afirmativo, debe informarse inmediatamente a su superior y a la autoridad ambiental o reguladora encargada de otorgar las concesiones de agua para que sea verificada su situación legal.</li> <li>4. Revise si hay descargas de aguas residuales presuntamente no autorizadas aguas arriba de la captación. En caso afirmativo, debe informarse inmediatamente a su superior y a la autoridad ambiental pertinente.</li> <li>5. Limpie la cámara de derivación.</li> </ol>
<b>Materiales</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hágalo manualmente con pala, rastrillo o recogedor y cepillo.</li> <li>2. Utilice guantes y botas.</li> </ol>
<b>Cada 1 mes</b>	
<b>Actividad</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mida el caudal del agua.</li> <li>2. Mida la turbiedad del agua.</li> </ol>
<b>Materiales</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Instrumentos para aforo o medición de caudal, cronómetro y turbidímetro.</li> </ol>
<b>Cada 3 meses</b>	
<b>Actividad</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verifique el funcionamiento de las válvulas y lubríquelas.</li> <li>2. Verifique y lubrique cualquier dispositivo de apertura y cierre de compuertas de seguridad de los diferentes dispositivos en la captación como picaportes, aldabas, bisagras, candados, etc.</li> <li>3. Verifique el estado del metal o de la pintura anticorrosiva de las estructuras metálicas, y de ser necesario proceda a reparar cualquier corrosión. Limpie y aplique de nuevo pintura anticorrosiva.</li> <li>4. Verifique la presencia de algas, musgos y organismos vivos en el interior de la captación y retírelos.</li> </ol>
<b>Materiales</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aceite y grasas lubricantes.</li> <li>2. Cepillo metálico, brochas y pintura anticorrosiva.</li> </ol>

## 02 Conducción

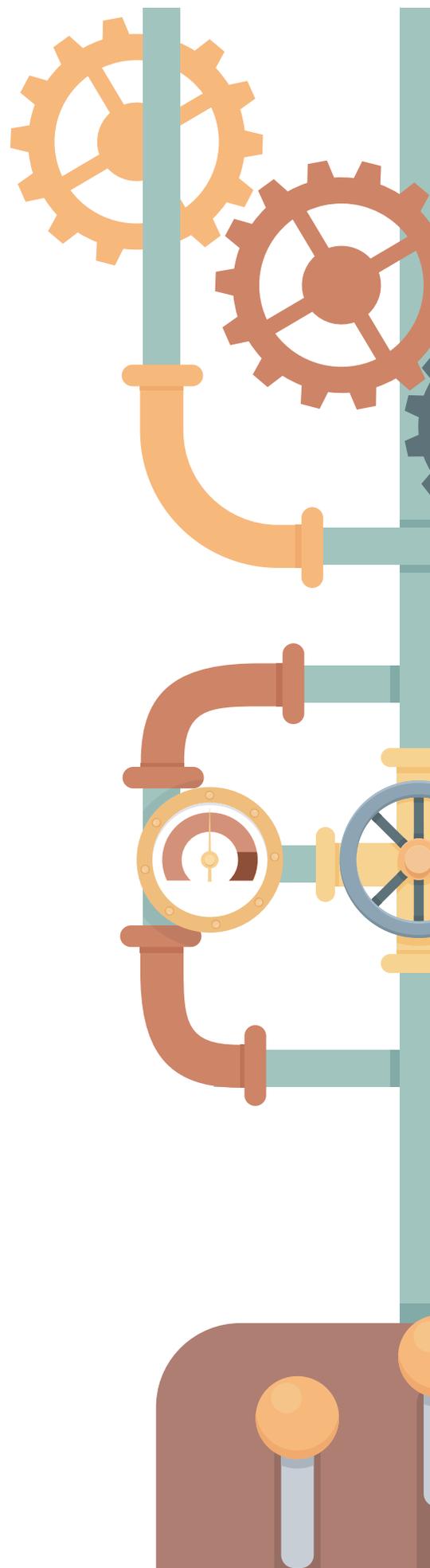
Los principales problemas en las tuberías de aducción y conducción ocurren debido a obstrucciones por material que llega desde la captación cuando no hay desarenador, planta de tratamiento o filtros.

Además, se pueden presentar fallas por asentamiento o deslizamiento del suelo que los soporta; también por la presencia de aire, cuando la aducción es demasiada larga.

Por último, se puede presentar rotura por debilitamiento de las tuberías, cuando quedan expuestas al ambiente, especialmente si son de plástico. Cuando las tuberías quedan expuestas, pueden igualmente ser objeto de vandalismo o de roturas por realización de trabajos u otros.

Para las tuberías de aducción y conducción se deben realizar las siguientes actividades de mantenimiento preventivo:

1. Mantener despejada el área adyacente a la tubería. Esto facilita su inspección.
2. Hacer recorridos frecuentes a lo largo de las tuberías para verificar su estado y detectar riesgos de inestabilidad del terreno.
3. Debe evitarse que queden tramos de tubería expuestos al sol, sobre todo si son de plástico o polietileno. El sol daña la superficie de las tuberías, afecta su exhibilidad y las hace menos resistentes. Si esta situación se presenta, hay que cubrir la tubería a una altura mínima de 60 centímetros por encima del lomo del tubo.
4. Detectar fugas, ltraciones y roturas y repararlas de inmediato. Recuerde que las fugas producen exceso de humedad en el suelo, lo que a su vez puede provocar derrumbes o asentamientos del terreno alrededor de las tuberías, con el consecuente daño de la tubería o de otro tipo de infraestructura / instalación como calles, carreteras, muros, casas, etc.
5. Revisar periódicamente que las válvulas para aire o ventosas tengan un funcionamiento correcto, es decir que expulsen el aire contenido en las tuberías. La válvula de conexión entre la tubería de conducción y la ventosa debe permanecer siempre abierta.
6. Abrir periódicamente las válvulas de purga y drenar los sedimentos acumulados en el fondo de las tuberías. Durante esta operación, las válvulas se deben abrir y cerrar lentamente, con el n de evitar sobrepresiones en las tuberías (golpe de ariete).
7. Verificar que el chorro en la cámara de quiebre de presión o tanque rompedor de presión esté sumergido.
8. Revisar periódicamente el funcionamiento de las válvulas y lubricarlas.
9. Detectar y eliminar conexiones no autorizadas.



A continuación se citan las principales actividades para el mantenimiento de las tuberías de conducción y la frecuencia con la que se deben realizar.

CONDUCCIÓN	
Diario	
<b>Actividad</b>	1. Revise la tubería para detectar fugas y daños y repárela de inmediato. 2. Verificar que las válvulas estén funcionando en forma adecuada. Si no es así, repárelas.
<b>Materiales</b>	1. Tubería, pala, pico, segueta, balde, guantes, pegamento, uniones, etc. 2. Cepillo y aceite lubricante.
Cada 1 mes	
<b>Actividad</b>	1. Revise la colocación de los puntos de referencia del trazado de la tubería (indicadores o mojones), importantes para saber por donde pasa enterrada la tubería; si no están, colóquelos nuevamente. 2. Drenar las tuberías para eliminar sedimentos e incrustaciones que se hayan formado. Para realizar esta actividad, se deben abrir las válvulas de purga principalmente en las horas de bajo consumo y procurando que el tanque esté con alto nivel. El tiempo que tarde en mantener la purga abierta depende de la cantidad de sedimentos que exista en la aducción y conducción.
<b>Materiales</b>	1. Estacas, mazo o martillo, machete. 2. Llave maestra para abrir las purgas.
<b>Observaciones</b>	1. Deje registro escrito de todas las actividades de mantenimiento realizadas en las tuberías de aducción y conducción. 2. Informe al administrador/a o Junta Administradora de la OCSAS sobre las actividades realizadas y sobre cualquier novedad o daño encontrado que no se haya podido reparar.

## 03 Tratamiento

### Actividades de operación y mantenimiento preventivo del desarenador

1. Regular el caudal de entrada.
2. Abrir periódicamente la válvula de limpieza, especialmente después de las crecidas de caudal. Esto con la finalidad de evacuar los lodos depositados en el fondo.
3. Retirar cualquier material flotante.
4. Mantener limpia el área cercana al desarenador.
5. Limpiar la estructura (por dentro y por fuera) con agua y cepillo, cada vez que sea necesario.
6. Revisar el funcionamiento de las válvulas.
7. Lubricar las válvulas.

En el desarenador es conveniente instalar una tubería de paso directo con válvulas de cierre en cada extremo, que conecte a la tubería de entrada con la tubería de salida. A este tipo de instalación se le conoce como "by-pass" (por su nombre en inglés).

Si va a lavar el desarenador, cierre la válvula de entrada y abra las válvulas del paso directo o by-pass para no suspender el suministro de agua a la comunidad. Comience el lavado abriendo la válvula de desagüe, lo que permite desocupar el desarenador. Aproveche la presión del agua para remover el lodo acumulado y cepille las paredes para remover el lodo atrapado.

Cuando no se haya previsto la tubería de paso directo, tenga cuidado de no demorarse mucho en la operación de lavado, para que la tubería no se desocupe completamente. Evite que la tubería de aducción se llene de aire, poniendo a funcionar las válvulas de purga y las ventosas (más adelante se explicará cómo funcionan esas válvulas).

La limpieza debe ser periódica dependiendo del deterioro de la calidad del agua, principalmente en invierno. El mantenimiento que se debe realizar en el desarenador se presenta más adelante.

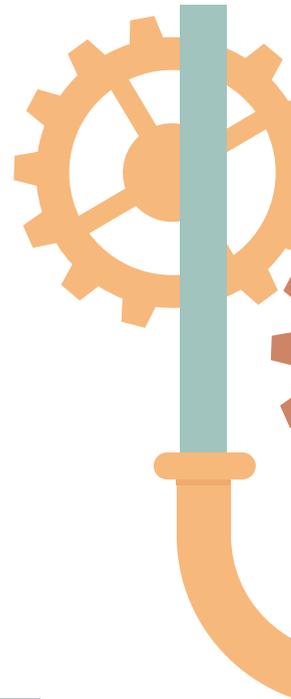
### Sedimentos acumulados en el desarenador

Estos sedimentos deben retornar al río o a la fuente de agua, aguas debajo de la estructura de captación, siempre y cuando esto no cause daño alguno y lo permita la ubicación del desarenador, así como las normas ambientales. Otra alternativa para el manejo de los lodos es depositarlos en lechos de secado y llevarlos a disposición a otro sitio, debidamente autorizado por la autoridad ambiental pertinente.

Desde hace algunos años, en el caso de Ecuador se viene utilizando un sistema de tratamiento por medios físicos que se llama Filtración en Múltiples Etapas (FIME), que consiste en procesos de filtración dinámica y pre filtración.

A continuación se citan las principales actividades para el mantenimiento del desarenador y la frecuencia con la que se deben realizar.

Filtración lenta. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE DESARENADOR Y FILTROS.	
<b>Diario</b>	
<b>Actividad</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revise la estructura para encontrar fugas, daños o deterioro del conjunto.</li> <li>2. Verificar la estabilidad de la zona donde se encuentra ubicada la estructura. Si encuentra alguna inestabilidad, avisar de inmediato a la Junta Administradora para buscar una solución.</li> <li>3. Verificar que las válvulas estén funcionando en forma adecuada.</li> </ol>
<b>Materiales</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se hace de forma manual</li> </ol>
<b>Cada 1 semana</b>	
<b>Actividad</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluación de los lodos acumulados. La frecuencia puede variar, dependiendo de la calidad de agua o según el criterio del operador/a.</li> <li>2. Comprobar si hay evidencias de acceso a la estructura de personas ajenas a la OCSAS, ganado o animales mayores. En caso de comprobarlo, verificar el estado de las cercas de aislamiento y reparar cualquier daño encontrado.</li> </ol>
<b>Materiales</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se realiza en forma manual.</li> <li>2. Alicates, alambre de púa, postes, martillo, grapas, pala, etc.</li> </ol>
<b>Cada 1 mes</b>	
<b>Actividad</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Limpieza completa de la estructura</li> </ol>
<b>Materiales</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cepillo, guantes, botas, pala.</li> <li>2. Ayudante.</li> </ol>
<b>Cada 1 año</b>	
<b>Actividad</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mantenimiento de todos los elementos que conforman el desarenador como compuertas, válvulas, desfogue, etc.</li> <li>2. Retoque y pintura general.</li> </ol>
<b>Materiales</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Equipo especializado.</li> <li>2. Cepillo metálico, guantes, botas, balde.</li> <li>3. Pintura anticorrosiva, brocha.</li> <li>4. Ayudante.</li> </ol>
<b>Cada 2 años</b>	
<b>Actividad</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recubrimiento de las paredes exteriores del tanque con mortero.</li> <li>2. Impermeabilizado, cuando se requiera.</li> </ol>
<b>Materiales</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mortero, arena y herramientas específicas.</li> </ol>
<b>Observaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Deje registro escrito sobre todas las actividades de mantenimiento realizadas.</li> <li>2. Informe al administrador/a o Junta Administradora de la OCSAS sobre las actividades realizadas y sobre cualquier novedad o daño encontrado que no se haya podido reparar.</li> </ol>



# 04 Tanque de almacenamiento

## Actividades de operación y mantenimiento preventivo de los tanques de almacenamiento

1. Limpie el área circundante y elimine cualquier foco de suciedad o contaminación.
2. Revise si existen fugas o grietas en el tanque y repárelas.
3. Inspeccione la presencia de sedimentos en el fondo del tanque. Si los hay brinde mantenimiento requerido. Avise a la comunidad que el servicio se va a suspender mientras se lava el tanque. Para lavarlo, cierre la válvula de entrada de agua al tanque y la salida hacia la comunidad. Abra la válvula de desagüe; si hay tubería de paso directo (by-pass), abra la válvula para que la comunidad no se quede sin agua. Deje que el tanque baje de nivel y con ayuda de botas limpias, escoba y cepillo limpios, saque el lodo que está en el fondo del tanque. Aproveche para lavar las paredes con cepillo. Para el lavado, ayúdese de una manguera a presión conectada a la entrada del tanque o de un balde. Una vez limpio el tanque, cierre la válvula de desagüe, la de la tubería de derivación y abra la válvula de entrada de agua al tanque y luego abra la válvula de la tubería de salida a la comunidad. Cuando esté manipulando las válvulas hágalo suavemente, para evitar el golpe de ariete y que se reviente la tubería. Saque el aire que queda atrapado en la red con las válvulas de purga, válvulas para aire o hidrantes existentes.
4. Limpie periódicamente el interior del tanque. La frecuencia depende de la calidad del agua y de las condiciones del ambiente. Esta limpieza debe efectuarse con espátula y cepillo, eliminando con cuidado toda suciedad del piso y de las paredes; hay que lavar el interior del tanque sin usar jabón.
5. Las válvulas de entrada, salida, desagüe y de paso directo deben cuidarse de la corrosión. Por lo tanto, periódicamente se las debe proteger con pintura anticorrosiva y lubricarlas cuando se requiera.
6. Programar la limpieza del tanque de tal forma que no afecte la presión en la red de distribución, ni se suspenda totalmente el servicio de agua a la población.

## Limpieza y desinfección del tanque de almacenamiento

Para realizar la operación de limpieza y desinfección del tanque de almacenamiento, debe seguirse el procedimiento indicado a continuación:

1. Programar de antemano la limpieza y avisar a los y las usuarias en caso de que sea necesaria una suspensión del servicio.
2. Desocupar el tanque y limpiar los sedimentos acumulados.
3. Restregar las paredes y el piso del tanque con un cepillo de cerda gruesa o grata metálica, para eliminar la suciedad adherida. No usar detergente.
4. Enjuagar el tanque con su ciento agua.
5. Llenar el tanque con una mezcla de agua e hipoclorito de calcio con 70% en forma de cloro, para que el resultado sea una concentración de 50 partes por millón (50 g/m<sup>3</sup>) de cloro en el agua de llenado (ver explicación sobre el cloro).
6. Dejar actuar la mezcla durante un mínimo de 24 horas.
7. Vaciar el tanque totalmente. Permitir el desalojo del agua en el alcantarillado, si existe.
8. Medir el cloro residual con el comparador o dispositivo de medición. Si el cloro residual resulta inferior a 0,4mg/L repetir la operación pero con la mitad del cloro utilizado en el paso número 5.

<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.</b>	
<b>Diario</b>	
<b>Actividad</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revise que las tapas o compuertas de las cámaras de válvulas estén bien cerradas y aseguradas.</li> <li>2. Observe si existen grietas, fugas y rajaduras para corregirlas.</li> <li>3. Revise si el tanque tiene sedimentos.</li> <li>4. Proteja el agua del tanque de la entrada de la presencia de agentes extraños. Instale tapas o compuertas o cambie los empaques protectores.</li> </ol>
<b>Materiales</b>	1. Mortero, arena y herramientas apropiadas.
<b>Cada 2 semanas</b>	
<b>Actividad</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Limpie los sedimentos manipulando la válvula de desagüe sin ingresar al tanque.</li> <li>2. En temporada de lluvias, realice toda la actividad dependiendo del volumen de lodos acumulados.</li> </ol>
<b>Materiales</b>	1. Cepillo, balde, manguera, botas, llaves.
<b>Cada 1 mes</b>	
<b>Actividad</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Limpie los sedimentos. ingrese al tanque para evaluar si requiere ser lavado.</li> <li>2. Antes de ingresar al tanque quite todas las tapas y déjelo ventilar por lo menos durante una hora.</li> <li>3. Revise la escalera de acceso al tanque, verifique que las tuercas y los tornillos estén bien ajustados.</li> <li>4. Revise en el interior del tanque si existen grietas, fugas o desprendimientos de la pared y realice los correctivos necesarios.</li> <li>5. Recuerde que, por su seguridad, siempre que ingresa a un tanque otra persona debe quedar afuera pendiente de su actividad.</li> </ol>
<b>Materiales</b>	1. Cepillo, balde, manguera, guantes, botas, llaves.
<b>Cada 1 año</b>	
<b>Actividad</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pinte las escaleras de acceso al tanque.</li> <li>2. Retoque, resane y pinte el tanque externamente.</li> </ol>
<b>Materiales</b>	1. Pintura anticorrosiva, brocha, balde.
<b>Cada 2 años</b>	
<b>Actividad</b>	1. Recubrimiento de las paredes interiores del tanque con mortero impermeabilizado.
<b>Materiales</b>	1. Mortero, arena y herramientas apropiadas.
<b>Observaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Deje registro escrito de todas las actividades de mantenimiento realizadas en el tanque.</li> <li>2. Informe al administrador/a o Junta Administradora de la OCSAS sobre las actividades realizadas y sobre cualquier novedad o daño encontrado que no se haya podido reparar.</li> </ol>

## 05 Red de distribución

### Actividad más frecuente que realiza un operador en un sistema de agua potable

El operador o la operadora emplea una gran parte de su tiempo en reparar daños en las tuberías, sus accesorios y conexiones domiciliarias.

En un sistema de agua potable, los daños más frecuentes se presentan por las siguientes causas:

- Asentamiento o desplazamiento del terreno donde están cimentados o enterrados los sistemas.
- Desalojo a través de las raíces de árboles que finalmente parten la tubería.
- Fracturas por expansión o contracción de los suelos.
- Tráfico pesado. Cuando las tuberías están instaladas en las vías, el impacto y el asentamiento producido por las ruedas de los vehículos hace que se partan las tuberías cuando no están cimentadas a una buena profundidad.
- Estallido de tuberías por exceso de presión; cambios bruscos y golpe de ariete.
- Mala calidad o fatiga de los materiales.
- Movimientos sísmicos y otros desastres naturales como exceso de lluvia, inundaciones o crecidas.
- Daños por vandalismo.

## Reparar daños en el sistema

Se reparan según el tipo de daño y el material de la tubería y accesorios averiados. Cuando es necesario reemplazar un tramo de la tubería, por más pequeño que sea, deben seguirse los procedimientos descritos en los manuales de instalación y mantenimiento de los fabricantes de tuberías.

Se considera que una reparación es similar a la instalación de un tubo de muy poca longitud.

A continuación se presentan algunas recomendaciones generales para la reparación de daños:

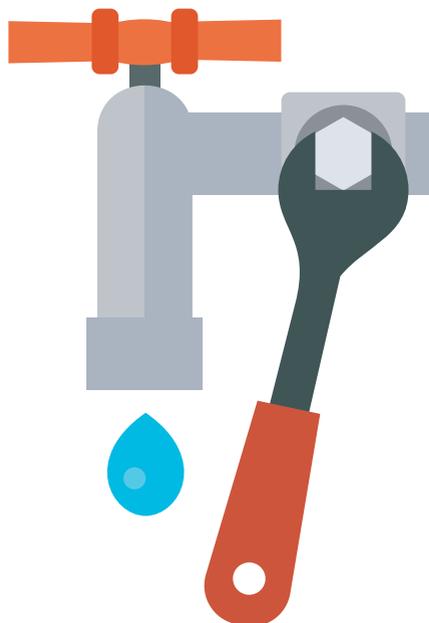
1. Si es necesario suspender el servicio, se debe informar a los y las usuarias afectadas.
2. El operador u operadora deben tener siempre su caja de herramientas con todos los elementos necesarios, incluyendo algunos repuestos y accesorios menores, de uso frecuente en la reparación de daños.
3. Todo daño reportado debe ser reparado en el menor tiempo posible.
4. Se deben aislar y señalizar los sitios de trabajo. Especialmente cuando las reparaciones se hacen en la calle.
5. Dejar constancia escrita de la reparación en un formulario para ese fin.

## Instalación de las tuberías PVC

La profundidad mínima para la instalación de las tuberías en vías públicas debe ser de por lo menos 0,60 metros de la super cie del terreno hasta el lomo del tubo, considerando apropiada una profundidad de 0,80 metros.

En áreas de cultivo, cruces con carretes o vías de tráfico pesado, la profundidad mínima debe de ser mayor. Se recomienda instalarla bajo los 1,20 metros de profundidad.

Cuando la tubería se instala en suelos inestables o sometidos a tráfico pesado, deben tomarse las medidas de protección necesarias, tales como revestimientos de concreto simple o mediante “encamisado” de la tubería con tubos de acero.



La tubería nunca debe quedar expuesta a la superficie. Cuando esto sea imposible, como por ejemplo en un cruce u orilla de quebrada o río, así como en pasos especiales, debe contar con las protecciones adecuadas.

Las reparaciones de tramos de tubería deben hacerse en ambiente seco. Se debe sacar primero el agua acumulada en la zanja y levantar la tubería unos 10 centímetros por encima del fondo de la zanja para evitar el ingreso de lodo a la red.

### Ensamble y reparación de Tuberías PVC (unión mecánica)

1. Antes de unirlos, limpie cuidadosamente tanto el interior de la campana como el espigo.
2. Coloque el lubricante indicado de manera pareja hasta alcanzar la mitad de la longitud del espigo. Mueva el espigo de tal forma que gire y "riegue" el lubricante. Nunca use jabón, manteca u otra sustancia diferente del lubricante indicado.
3. Asegúrese de que las tuberías estén alineadas. Nunca trate de introducir el espigo en ángulo.



### Instalación de tuberías de polietileno

Las tuberías de polietileno o baja densidad para ser usadas en sistemas de agua potable se pueden unir por termofusión a tope, termofusión a socket, electrofusión y unión mecánica.

El método más utilizado es el de termofusión a tope, lo que significa que los dos extremos de la tubería que se van a unir juntarse y se calentarse hasta que se fundan en una sola pieza.

### Ensamble y reparación de Tuberías PVC presión (unión soldada)

1. Corte el tubo con una sierra y asegúrese de que éste quede a escuadra, es decir que el corte debe ser parejo en la "boca" del tubo. Si en el primer intento no lo logra, repita la operación. Quite las marcas de la sierra para que la superficie quede bien lisa
2. Limpie las superficies que va a unir (tanto el tubo como el accesorio), usando un trapo humedecido con limpiador PVC.
3. Pruebe la unión entre el tubo y el accesorio antes de aplicar la soldadura líquida. El tubo debe penetrar dentro del accesorio entre  $1/3$  y  $2/3$  de la longitud de la campana. Cuide que el tubo y el accesorio no queden jcos en esta prueba, de tal manera que se suelten fácilmente.
4. Aplique una ligera capa de soldadura líquida en el interior de la campana del accesorio. Una el tubo con el accesorio hasta que exista un buen ensamble y gire  $1/4$  de vuelta para distribuir la soldadura; mantenga rmente la unión por 30 segundos.
5. Evite que la soldadura penetre en el interior del tubo. Si esto sucede, seque rápidamente.



## Actividades de operación y mantenimiento de la red de distribución

La red de distribución es uno de los componentes del sistema de agua potable al se debe prestar mayor atención. Debe funcionar en forma correcta para que el servicio sea prestado en las condiciones de calidad, cantidad, presión y continuidad requeridas por los usuarios y usuarias.

La operación de un sistema de agua potable consiste principalmente en abrir y cerrar válvulas a la entrada y salida del tanque de almacenamiento y en la red de distribución, con el n de regular la cantidad de agua que pasa por la tubería y distribuir el ujo para que no se presenten de ciencias en ningún sector de la población.

También es necesario hacer toma de presiones en puntos altos, medios y bajos de la red. Tenga en cuenta que es recomendable que la presión mínima sea de 10 metros columna (m.c.a.), en los sitios más altos de la población y no mayor a 60 m.c.a. en los puntos más bajos.

Para esta actividad utilice los hidrantes o las conexiones domiciliarias con ayuda de un manómetro que puede ser adaptado a un punto terminal como una llave de horro o grifo, o bien a un adaptador hembra.

Periódicamente se deben revisar los accesorios para tener seguridad de su buen funcionamiento.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.	
Frecuencia	Trabajo a realizar
Diario	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Compruebe si existen instalaciones clandestinas, ya sea por quejas o denuncias, por evidencias o rastros de su ejecución.</li><li>2. Revise y repare fugas en todos los tramos para evitar el desperdicio de agua.</li><li>3. Instruya a la comunidad para que informe oportunamente los daños o fugas a la OCSAS.</li></ol>
Semanal	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Verifique si el terreno está cediendo en la zona donde está instalada la tubería. En caso de presentarse esta situación es necesario excavar porque esto generalmente señal de que existe una posible fuga en la tubería.</li><li>2. Observe si las uniones están corridas.</li><li>3. Observe si hay humedad o encharcamiento sobre la zona de la tubería.</li><li>4. Determine si hay desplazamiento de la tubería por topogra a quebrada.</li><li>5. Se debe verificar que el nivel del tanque de almacenamiento no baje en las horas de la noche, cuando no existe consumo en las viviendas. Si esto sucede, verifique que no sea por causa de fugas en la red, desperdicio a nivel domiciliario o uso del agua para fines distintos del uso doméstico.</li></ol>
Quincenal	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Abra y cierre las válvulas con unas pocas vueltas para evitar que se peguen.</li><li>2. Se recomienda aplicar, si es necesario, unas gotas de aceite lubricante.</li></ol>
Mensual	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Por lo menos una vez al mes se deben lavar las tuberías para eliminar sedimentos que se hayan formado o acumulado.</li><li>2. Para realizar esta actividad se deben abrir las válvulas de purga en la noche y en las horas de más bajo consumo.</li><li>3. Si hay hidrantes, deje salir el agua por estos aparatos durante un rato.</li></ol>

# 06 Acometidas domiciliarias

## Operación de válvulas

1. Abra y cierre lentamente cuando se requiera, para evitar golpes de ariete.
2. No permita que las válvulas se cierren forzosamente, evite que se peguen.
3. Las válvulas deben tener una tarjeta de control con los siguientes datos: sitio y fecha de instalación, tipo, marca, diámetro, fechas de mantenimiento y estado.

## Mantenimiento de válvulas

Si se necesita cambiar una válvula por presencia de fugas, daños o porque al cerrarlas deja pasar agua, se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

1. Ubique en el plano la válvula que debe ser retirada.
2. Suspnda el servicio de agua en la zona donde está la válvula que va a ser retirada.
3. Excave alrededor de la caja para sacarla y así facilitar la reparación o cambio.
4. Retire de la válvula los accesorios que la ajustan, bien sea la unión de reparación, brida, niple etc.
5. Saque la válvula para su reparación. Si debe cambiar algún accesorio en el sitio, hágalo rápidamente; de lo contrario lleve la válvula al taller de reparación y coloque en su lugar una válvula de repuesto.
6. Aproveche para hacer una buena limpieza de la válvula y para aceitar sus componentes. Si durante esta labor encuentra algún otro componente dañado, cámbielo.
7. Coloque nuevamente la válvula en su lugar utilizando para ello cinta te ón, sellante o pegador.
8. En caso de que no exista válvula de repuesto para reemplazar la que se va a llevar al taller, instale en su lugar un accesorio (unión, niple, etc.) para continuar con el suministro de agua mientras la válvula es reparada. Instale el accesorio más adecuado, de acuerdo con los empates que tenga la válvula.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.		
Frecuencia	Trabajo a realizar	Herramientas
Diario	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Revise que no existan fugas; si las hay, repárelas.</li><li>2. Si encuentra manijas trabadas o cabezotes faltantes, repóngalos.</li><li>3. Retire los elementos extraños y la suciedad que encuentre dentro de la caja de operación de la válvula.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Llave de boca fija, barra, pala, pico, llave inglesa.</li><li>2. Llave para operar válvulas</li></ol>
Mensual	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Drene y limpie las cajas que protegen las válvulas para evitar que se dañen.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Balde, cepillo.</li><li>2. Llave para operar válvulas.</li></ol>
Trimestral	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Verifique el estado, la apertura y el cierre de las válvulas.</li><li>2. Engrase los mecanismos de operación y los tornillos de las uniones de montaje.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Destornillador, llave de boca fija, llave inglesa.</li><li>2. Aceite</li><li>3. Llave para operar válvulas</li></ol>
Anual	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Pinte las válvulas para evitar la corrosión, así como las tapas de la caja de protección.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Pintura anticorrosiva, brocha, thinner</li><li>2. Llaves para operar válvulas.</li></ol>

# 07 Micro medidores

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS MEDIDORES.	
Frecuencia	Trabajo a realizar
Cada vez que se realice la lectura	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revise que no existan fugas, si las hay repárelas o programe su reparación.</li> <li>2. Verifique que el medidor registre el consumo.</li> <li>3. Observe que no existan elementos extraños dentro de la caja; límpiela.</li> <li>4. Revise que no haya deterioro del medidor.</li> <li>5. Registre en el formato apropiado lo que ha podido encontrar e infórmelo a la OCSAS.</li> <li>6. Verifique que el consumo en la vivienda corresponda a lo real (una forma es consultando los registros que lleva la OCSAS); si hay dudas, identifique la causa y repórtela tanto al propietario como a la OCSAS.</li> <li>7. Si se presenta una anomalía debido al deterioro del medidor, programe su reparación para llevarlo a reparación e instale un medidor provisional.</li> <li>8. Si la anomalía se debe al daño del medidor programe su cambio.</li> <li>9. Si se debe a una alteración en el funcionamiento normal del medidor por parte del usuario o por conexiones fraudulentas antes del medidor, informe a la OCSAS y actúe de acuerdo con el reglamento.</li> <li>10. Si se debe a fugas al interior de la vivienda, recomiende al usuario/a que las corrija.</li> </ol>
Cada año	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Haga mantenimiento preventivo al medidor.</li> <li>2. De ser necesario calíbrelo.</li> </ol>



## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

- Se determinó 2255 hectáreas de área de gestión con influencia del clima ecuatorial mesotérmico semihúmedo, relieve escarpado, formaciones geológicas provenientes del volcán Imbabura, zona de recarga con superficie de 100 hectáreas, como también, especies de flora y fauna características de la zona.
  
- El principal conflicto identificado es la escasez de agua, especialmente en época seca ya que las estrategias de gestión se limitan exclusivamente a pedir apoyo para cumplir con el suministro de agua a los 800 habitantes, ya que las condiciones ambientales se presentan cada vez más desfavorables.
  
- La cantidad de agua registrada alcanza valores máximos promedios de 4,50 litros por segundo en época lluviosa y un caudal mínimo promedio de 2,80 litros por segundo en época moderadamente seca. Contando así con caudales positivos para el suministro adecuado e ininterrumpido, sin embargo, si se maneja inadecuadamente el recurso y la población aumenta, el caudal disminuirá, ejerciendo presión sobre la microcuenca receptora.
  
- El análisis comparativo con los valores establecidos en la norma INEN 1108-5: 2014 demuestran que, la mayoría de los parámetros físicos y químicos cumplen satisfactoriamente con los requerimientos para calidad de agua potable en la distribución, también se determina que no cumple con lo establecido por la norma vigente en la

captación y planta de tratamiento, al presentar un valor elevado en el análisis microbiológico para coliformes totales, encontrándose descomposición de materia orgánica por el corto tiempo de permanencia del cloro.

- La presión de agua en las redes de distribución en su medición, indican homogeneidad y similitud en terrenos con relieve ondulado, esto influye en el reparto y suministro ininterrumpido a la población, en la parte alta del sistema las presiones son elevadas a causa de fuertes pendientes, ocasionando daños y fugas, analizados y calificados los nueve componentes del sistema, de determina que la funcionalidad del sistema es media, a efecto de las condiciones actuales de los componentes analizados.

- Se logró estructurar el diagrama y establecer parámetros de gestión, donde se consideran los aspectos de la gestión comunitaria del agua, con un nivel de sustentabilidad de la junta administradora de agua potable del 71,6% de efectividad para el año 2017.

- La estructura del manual de operación y mantenimiento ayuda al operador y directivos a ejecutar plenamente las actividades en todos los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable, captación, conducción, tratamiento, distribución y monitoreo de los mismos, en los 223 usuarios inscritos en el catastro, con seguimiento y evaluación en el cumplimiento de responsabilidades.

- El proceso participativo del análisis FODA se enfoca en la fórmula F4O6D9A7, que refleja la fortaleza de posicionamiento a nivel regional y genera alianzas público privadas para el fortalecimiento en gestión, administración y operación, de tal forma que reduzca significativamente la debilidad organizacional y la amenaza de extinguirse. La propuesta de modelo de gestión se convierte en herramienta base para el cumplimiento de funciones y empoderamiento real en torno al acceso al agua.

## 5.2.RECOMENDACIONES

- Gestionar recursos económicos y ejecutar un plan de mejoramiento de calidad y disponibilidad de agua en la Junta de Agua Potable conjuntamente con el GAD parroquial, Proyecto Pesillo Imbabura, EMAPA-I y comunidad para la priorización y preservación del recurso hídrico.
  
- Realizar un estudio técnico del sistema atrapa nieblas en el sub páramo (3300 m.s.n.m.), analizar y proyectar la cantidad de agua que este sistema aportaría al suministro en los usuarios, este sistema amigable con el ecosistema es una opción de capturar agua de la atmosfera, que evita que escape por acción del viento, y se direcciona, para mejorar las condiciones de cantidad de agua para las futuras generaciones.
  
- Efectuar un estudio hidrogeológico y de prospección física para identificar aguas freáticas o acuíferos y realizar una evaluación, tanto en términos de cantidad como de calidad que contribuya a mediano o largo plazo al sistema de abastecimiento.
  
- Mejorar el sistema de tratamiento y desinfección, con el aporte del presupuesto participativo de la Junta parroquial de Angochagua o del Municipio de Ibarra, de tal manera que, el 100% de usuarios sean suministrados con agua apta para consumo humano durante todo el año.
  
- Considerar la posibilidad de crear un convenio con EMAPA-I, para realizar monitoreo de calidad durante la época seca y época lluviosa de manera que se garantice el suministro de agua en excelentes condiciones.
  
- Intervenir con frecuencia a socializaciones y plan de acción del proyecto “Pesillo Imbabura”, con el fin de presionar y lograr ese tan anhelado acceso equitativo y de calidad del recurso hídrico.
  
- Aplicar y difundir este modelo de gestión del recurso hídrico de forma participativa e incluyente en todos los niveles de gobierno.

## REFERENCIAS

- Armijos, M. (2011). *Agua y páramo: diálogo entre comunidades e iniciativas de conservación*. Quito: Graficas Silva.
- Arthington, A., Naiman, R., McClain, M. y Nilsson, C. (2009). *Preserving the biodiversity and ecological services of rivers*. New York.
- Avila, P. (2006). *El valor social y cultural del agua*. Mexico: Colpos.
- AVINA. (2012). *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable*. Quito: AVINA.
- Bakalian, A. (2009). *Post-construction support and sustainability in community-managed rural water supply*. Washington: BNWP.
- Barragán, H. (2014). *Misión, visión y valores organizacionales*. México: Calameo.
- Bazán, C. (2014). *ScienceDirect*(doi: 10.14350/rig.37877), 69-80.
- Beltrán, G. (2010). *Evaluación de la calidad visual del paisaje*. (Tesis de posgrado) Ibarra: UTN.
- Caballero, M. (2012). *La negociación de conflictos sociales*. Lima: PUCP.
- Cano, E. (2006). Calidad de vida y factores asociados. *Scielo*, 511-520.
- CARE AVINA. (2012). *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable*. Quito: AVINA.
- Casero, D. (2007). *Abastecimientos y Saneamientos Urbanos*. Madrid: EOI.
- Centro de investigaciones hidráulicas e hidrotécnicas de la Universidad Tecnológica de Panamá. (2006). *Procedimiento para la prueba de aforo volumétrico*. Panamá: UTP.
- CEPAL. (2012). *Diagnostico de la Estadística del agua en Ecuador*. Quito: Cepal.
- CEPAL. (2015). *Diagnóstico de la Estadística del Agua en el Ecuador*. Quito: CEPAL.
- Chulluncuy, N. C. (2011). *Tratamiento de agua para consumo humano*. San Marcos.
- CONAGUA. (2005). *Planeación de Acciones de incremento y Control de la Eficiencia en Sistemas de Agua Potable*. Mexico.
- CONAGUA. (2012). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. Tlalpan: CONAGUA.
- CONALI. (2016). *Información de límites internos*. Quito: Conali.
- Contreras, J. L. (2006). *Evaluación de los recursos hídricos*. Montevideo, Uruguay: Rocio Sampognaro.

- ERSAPS. (2007). *Informe anual de las principales actividades realizadas*. Tegucigalpa: Ersaps.
- ERSAPS. (2007). *Procedimientos y buenas prácticas en Catastro de Usuarios y su actualización continua*. Tegucigalpa.
- Escola, M. (16 de Enero de 2015). Problemas del agua en la comunidad. (H. Cevallos y S. Vallejos, Entrevistadores)
- FAO. (2014). *Experiencias de manejo y gestión de cuencas en el Ecuador*. Quito: FAO.
- Faustino, J. (2006). *Identificación, evaluación y manejo de zonas de recarga hídrica*. San Salvador: Catie.
- Foro Recursos Hídricos. (2013). *La gestión comunitaria de agua para consumo humano y el saneamiento en el Ecuador: diagnóstico y propuestas*. Quito: Graphus.
- GADPR Angochagua. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Ibarra: Senplades.
- Geilfus, F. (2002). *80 Herramientas para el desarrollo participativo*. San José: IICA Sede Central.
- GesambConsult. (2012). *Estudio de impacto ambiental de la primera línea del metro de Quito*. EPMMQ. Quito: EPMMQ.
- González, A. (2014). *Manual de medición de caudal en fuentes*. Medellín: Libro arte.
- Grijalva, T. y Otalvaro, J. (2011). *Zonificación ecológica-ambiental y propuesta de manejo del Cantón Pimampiro*. (Tesis de pregrado) Ibarra: Utn.
- GRN Consultores. (2016). *Línea de Base Ambiental para proyectos de investigación*. Santiago de Chile: Providencia.
- Guailas, S. (2013). *La gestión comunitaria del agua mediante la alianza público comunitaria*. Quito: FRH.
- Gutiérrez, M. (2005). *La elaboración del plan estratégico y su implantación a través del cuadro de mando integral*. Madrid: Dias de Santos.
- GWP. (2012). *Manejo integrado de recursos hídricos*. Estocolmo.
- IGM. (2013). *Base de datos geográfica del Ecuador a Escala 1:50000*. Quito: IGM.
- IGM. (2016). *Información geográfica del Ecuador a Escala 1:50000*. Quito: Igm.
- INAA. (2001). *Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua*. Managua: INAA.
- INEN. (2014). *NTE INEN 1108-Quinta revisión*. Quito: INEN.

- Iñiguez, J. y De Bièvre, F. (2012). *Hidrología del páramo Importancia, propiedades y vulnerabilidad*. Quito.
- Izquierdo, M. S. (2014). *Biota acuática, caudal ecológico, curvas de idoneidad de hábitat, regímenes de caudales ecológicos, gestión del recurso hídrico*. Pasto.
- Jiménez, F. (2009). *Introducción al manejo y gestión de cuencas hidrográficas*. Turrialba: CATIE.
- Jimenez, J. (2013). *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario*. Veracruz: Xalapa.
- Jouravlev, A. (2004). *Los servicios de agua potable y saneamiento en el umbral del siglo XXI*. Santiago: CEPAL.
- Junta de Castilla. (2009). *Manual de tratamientos del agua de consumo humano*. Castilla: Lafalpoo.
- Lampoglia, T. (2008). *Orientaciones sobre agua y saneamiento para zonas rurales*. Santiago: CEPIS.
- Llambi, L. (2012). *Ecología, hidrología y suelos de páramos*. Quito: El Antebrazo.
- MAE. (2014). *TULSMA - Anexo I*. Quito: Mae.
- MAE. (2015). *Cambio climático y agua. Una guía para la acción ciudadana*. Quito: Imagen digital.
- MAE. (2015). *Cambio climático y agua. Una guía para la acción ciudadana*. Quito: Imagen digital.
- MAE. (2015). *Guía técnica para definición de áreas de influencia*. Quito: Mae.
- Martínez, M. y Castillo, R. (2010). *Líneas de Conducción por gravedad*. Mexico: SIGARPA.
- Massé, G. (2015). *Reflexiones acerca de las metodologías alternativas de medición censal*. Tandil, Argentina: Tandil.
- Matus, O. y Faustino, J. (2009). *Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica*. Turrialba, Costa Rica: ASDI.
- Medianero, D. B. (2014). *Metodología de Estudios de Línea de Base*. Lima.
- Melo, C. (2010). *Distribución y auto-correlación espacial de indicadores*. Rodovia: Bandeirantes.
- Méndez, W. y Cartaya, S. (2007). Caracterización ambiental en proyectos de investigación. *Geoenseñanza*, 31-50.

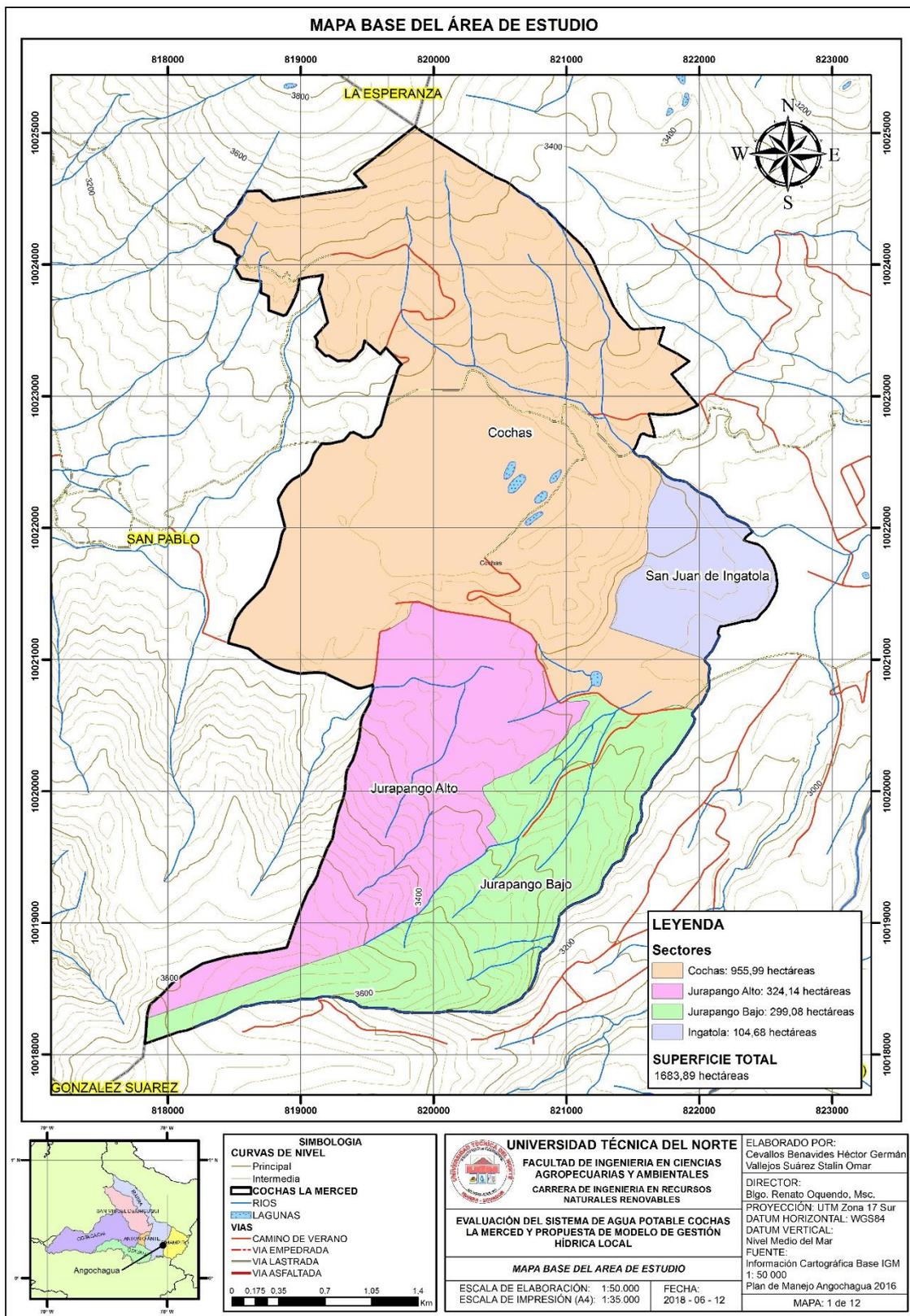
- Moreira, A. L. (2015). *Modelos de gestión de servicios de agua potable y saneamiento*. La Paz, Bolivia: Senasba.
- Moriarty, P., Smits, S., Butterworth, J. y Franceys, R. (2013). Trends in Rural Water Supply: Towards a Service Delivery Approach. *Water alternatives*, 329-349.
- Núñez, N., Fraile, I. y Lizarazu, J. (2009). *Microorganismos patógenos del agua*. Meridies: Kerketa.
- Oficina de evaluación y supervisión del agua. (2016). *Estudio sobre el Funcionamiento y sostenibilidad de intervenciones de agua potable y saneamiento en áreas rurales*. Washington: Creative Commons.
- OMS. (2006). *Guías para la calidad del agua potable*. Berna: OMS.
- Organización de las Naciones Unidas. (2010). *Principios y recomendaciones para los censos de población*. Nueva York: Naciones Unidas.
- Ossorio, A. (2014). *Modelo de Gestión por objetivos y resultados y la planificación estratégica situacional*. Buenos Aires: Inap.
- Osterwalder, A. (2016). *Generación de modelos de negocios*. Barcelona, España: Grupo Planeta.
- Pérez, C. (2003). *Manejo integral de Cuencas Hidrográficas*. Santiago.
- PNUD. (2006). *Informe sobre Desarrollo: Más allá de la escasez*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Barcelona: Grupo Mundi Prensa.
- Quintero, G. B. (2011). *Un Modelo de Gestión para el Manejo Integrado de la Subcuenca del Río Zaratí en las comunidades de Oajaca y Guabal*. Panama.
- R Development Core Team. (2010). *A language and environment for statistical computing*. Vienna: Project.
- Ramakrishna, B. (1997). *Estrategia de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas*. San José: IICA.
- Ramírez, J. (2000). Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas. *IIESCA*, 61.
- RAMSAR. (2010). *Agua potable, diversidad biológica y desarrollo*. Suiza: UNEP.
- Rodríguez, C. (2002). *Diseño de indicadores de sustentabilidad por cuencas hidrográficas*. Mexico: Inecc.
- Saavedra, C. (2009). *El manejo, protección y conservación de las fuentes de agua y recursos naturales*. La Paz, Bolivia: Comunicación Integral.

- Saavedra, C. y Del Castillo, M. (2014). *Gestión del agua y cambio climático*. La Paz, Bolivia: TELEIOO.
- Santacruz, W. (2018). *Análisis de la vulnerabilidad físico funcional del sistema de agua potable de Guaraczapas ante deslizamientos*. Ibarra: UTN.
- Sayre, R. (2000). *Un Enfoque en la Naturaleza Evaluaciones Ecológicas Rápidas*. Virginia: Island press.
- Sayre, R., Roca, E. y Sedaghatkish, G. (2000). *Un Enfoque en la Naturaleza Evaluaciones Ecológicas Rápidas*. Virginia: Island press.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2010). *Informe técnico de Ramsar*. Ramsar. Gland: CBD.
- SEDALORETO. (2015). *Manual de catastro comercial de agua potable y alcantarillado*. Iquitos: Sedaloretto EPS.
- SENAGUA. (2014). *Ley de Recursos Hídricos*. Quito: Senagua.
- SENAGUA. (2016). *Proyecto regional de agua potable Pesillo Imbabura*. Quito: Patricio Vargas Consultores.
- SENPLADES. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017*. Quito, Ecuador: SENPLADES.
- SERAPAZ. (2006). *Informe de la conflictividad Social en México, Servicios y Asesoría para la Paz*. México: AC.
- Shinomi, Y. (2001). *Manejo integral de cuencas hidrográficas, conceptos básicos*. Santiago: SCH.
- Subsecretaría de Riego y Drenaje. (2013). *Plan Nacional de Riego y Drenaje 2011-2027*. Quito: CESA.
- SUDOE. (2007). *Sistema de indicadores para la gestión de redes de agua potable*. Valencia, España: Iiama.
- Tamil, N. (1992). *Participatory Rural Appraisal (PRA) for agricultural research at Aruppukottai*. Coimbatore: IIED.
- Vélez, S. (Mayo de 2007). Catastro de usuarios y suscriptores como una herramienta de gestión en empresas de acueducto. *Scientia et Technica*.
- Yáñez, D. (23 de Febrero de 2017). *LIFEDER*. Recuperado el 10 de Junio de 2018, de Componentes Sociales: Características y Teorías: <https://www.lifeder.com/componentes-sociales/>

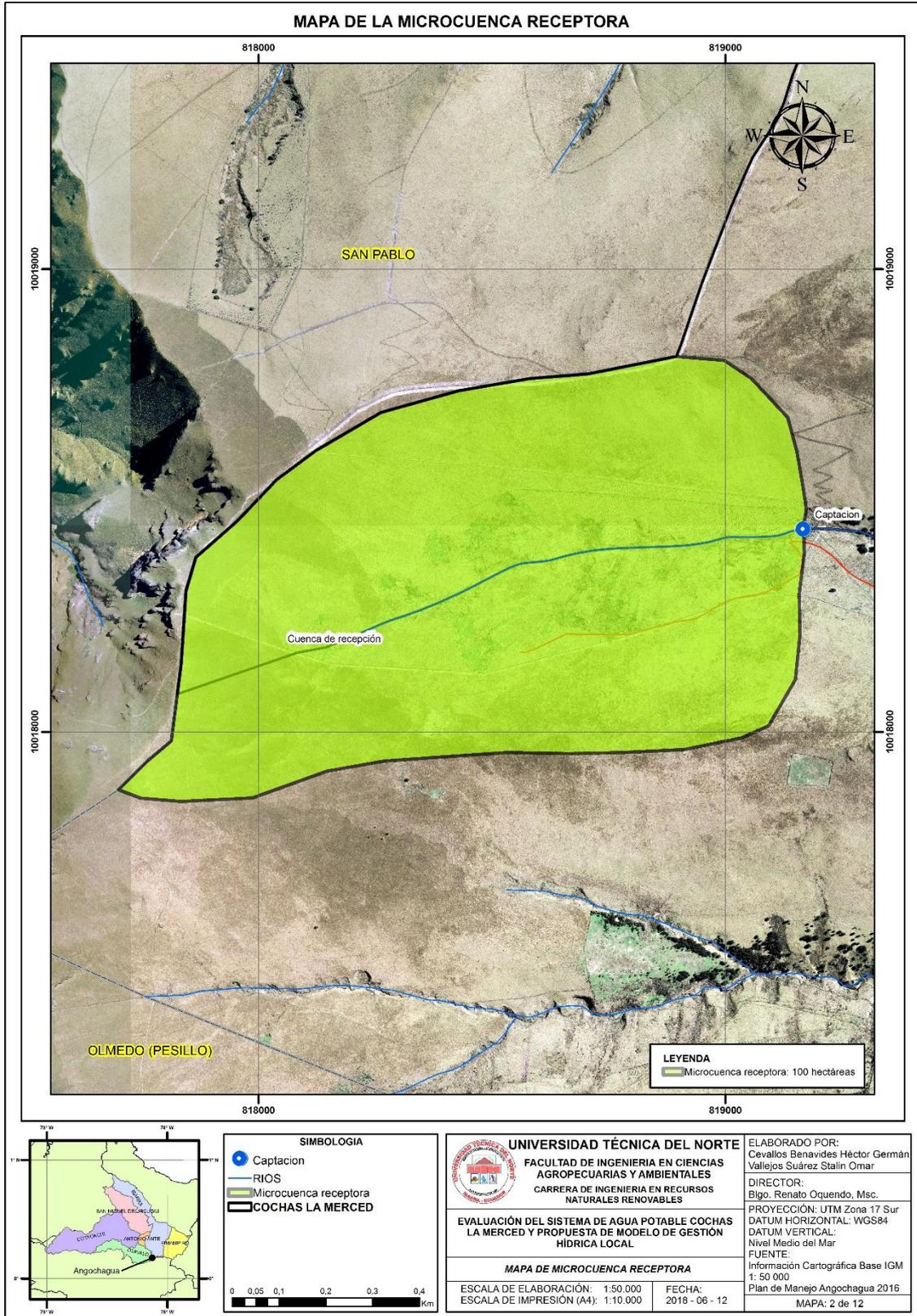
- Zapatta, A. (2010). *Los conflictos de agua durante el período del ajuste hídrico (1988 – 2008)*. Quito: Activa diseño.
- Zufferey, P. (2016). *Plan de Manejo Ambiental de la parroquia Angochagua*. Ibarra.

# ANEXOS

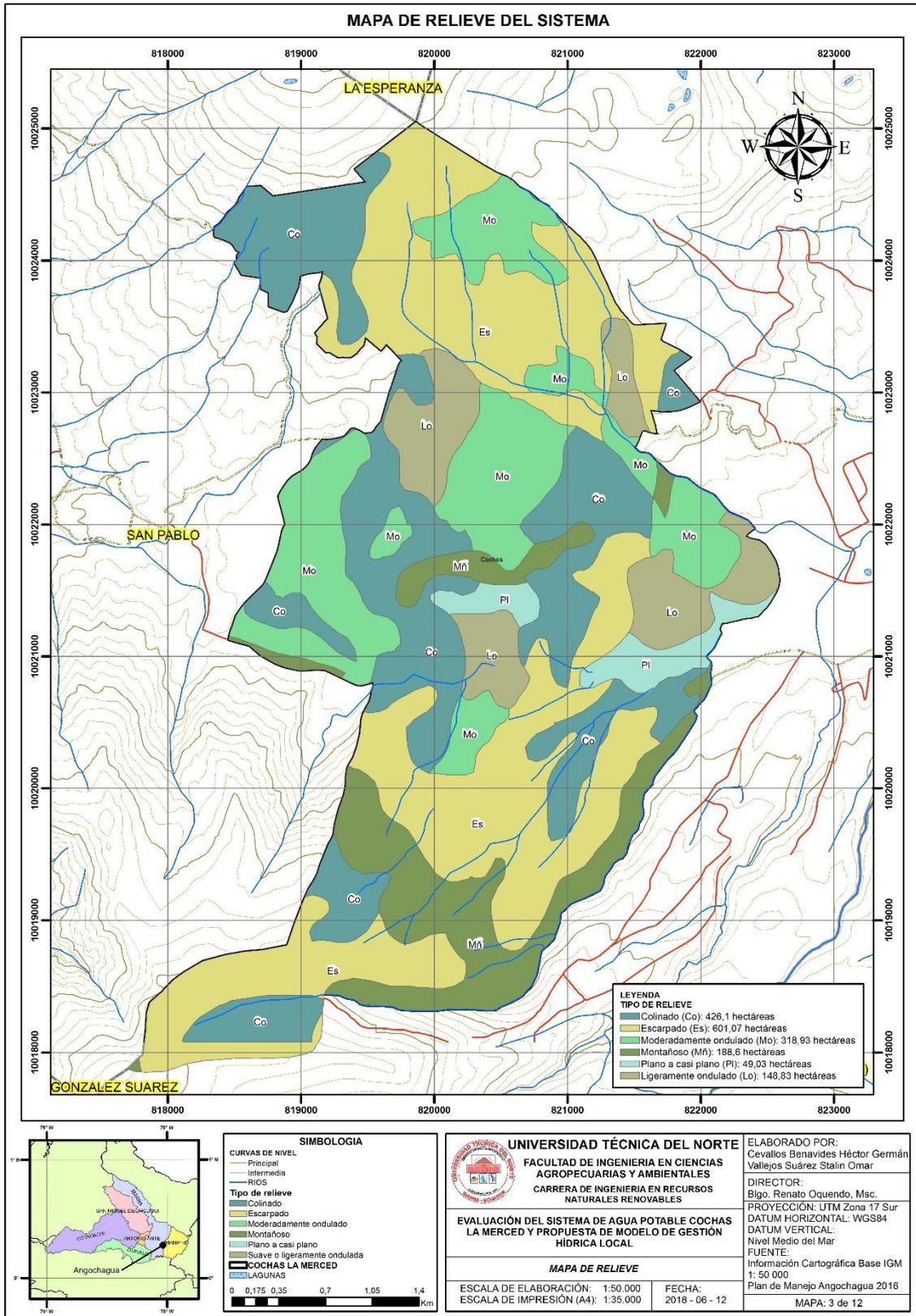
## Anexo 1. Mapa Base



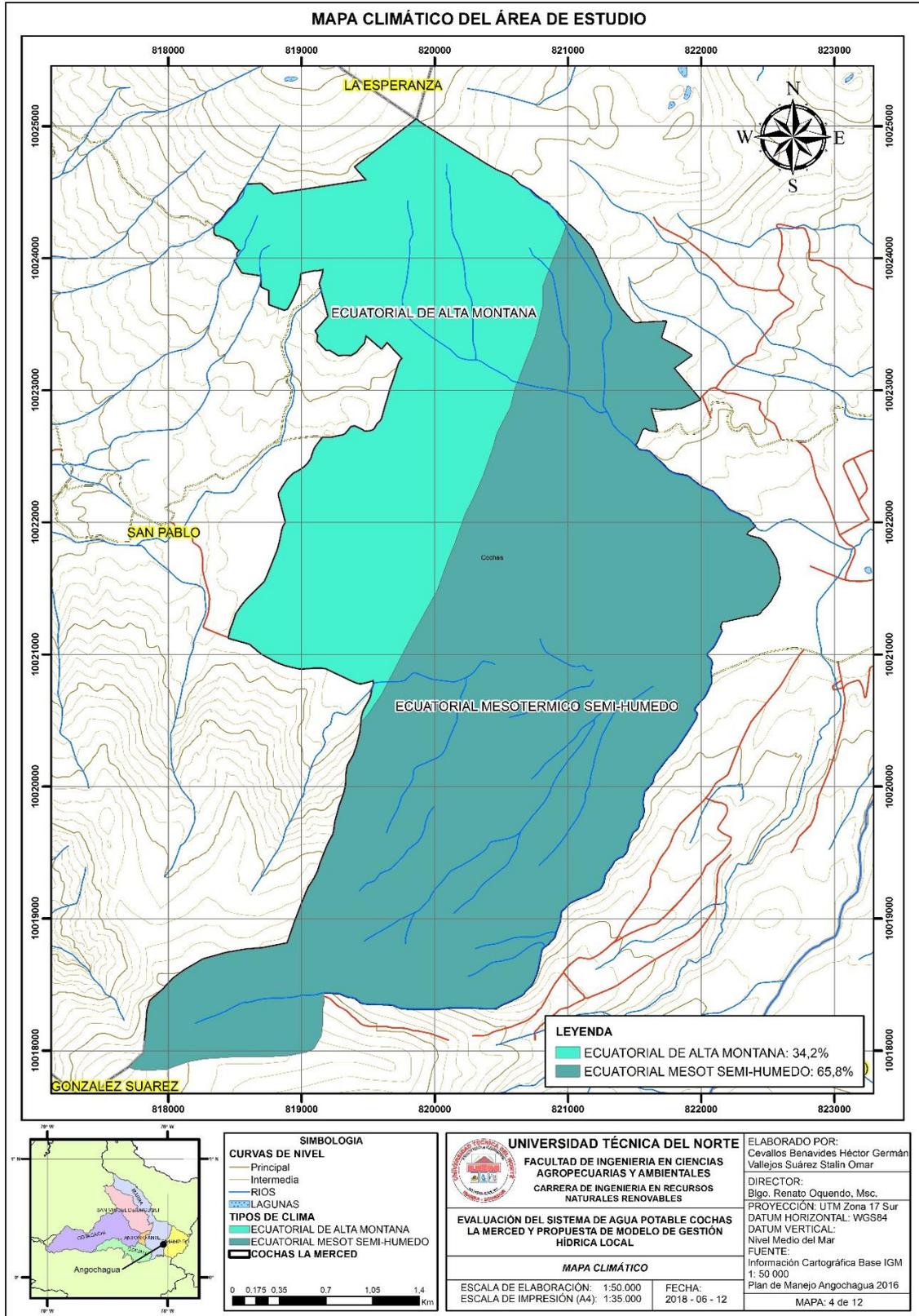
Anexo 2. Mapa de la microcuenca abastecedora



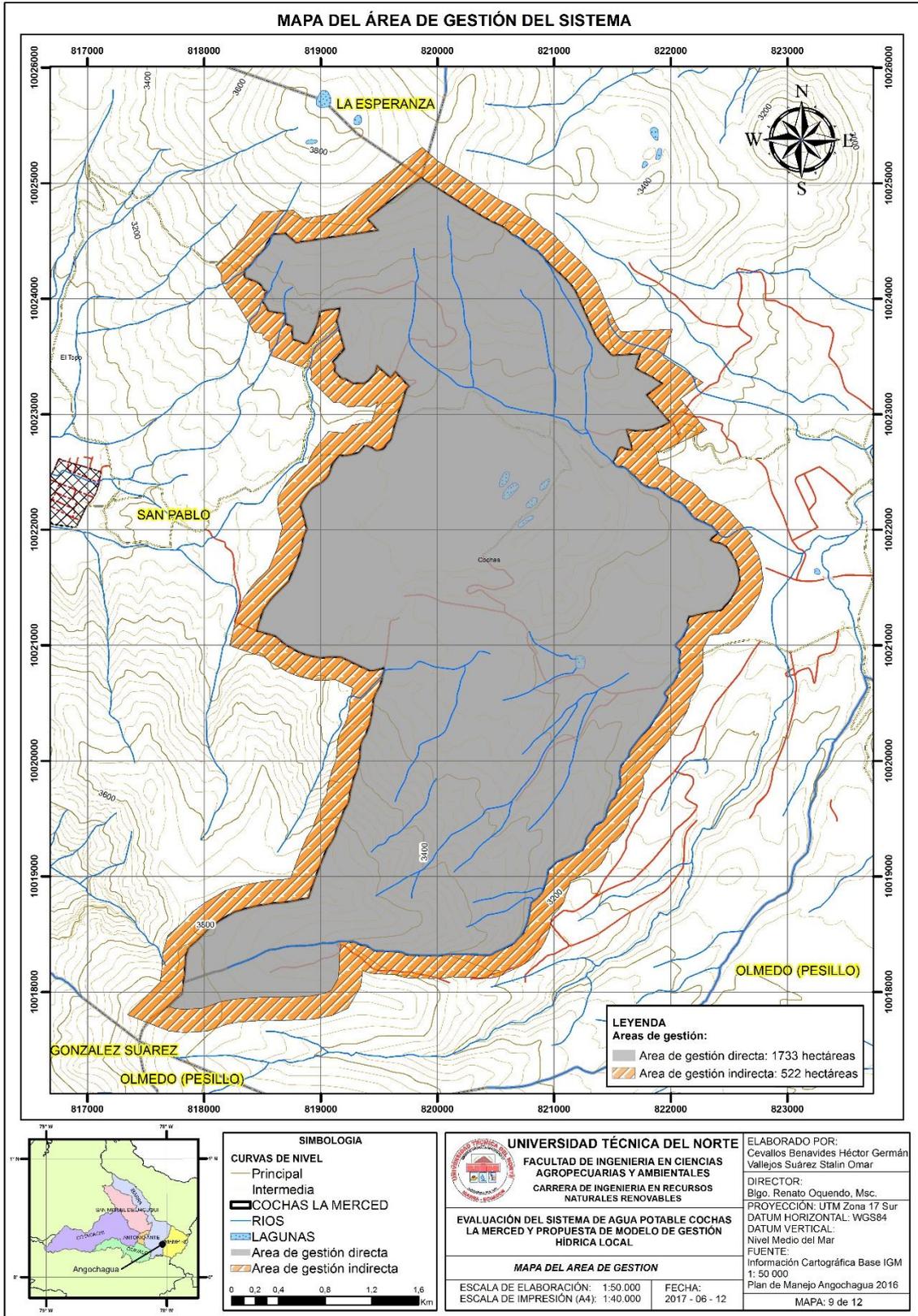
### Anexo 3. Mapa de relieve



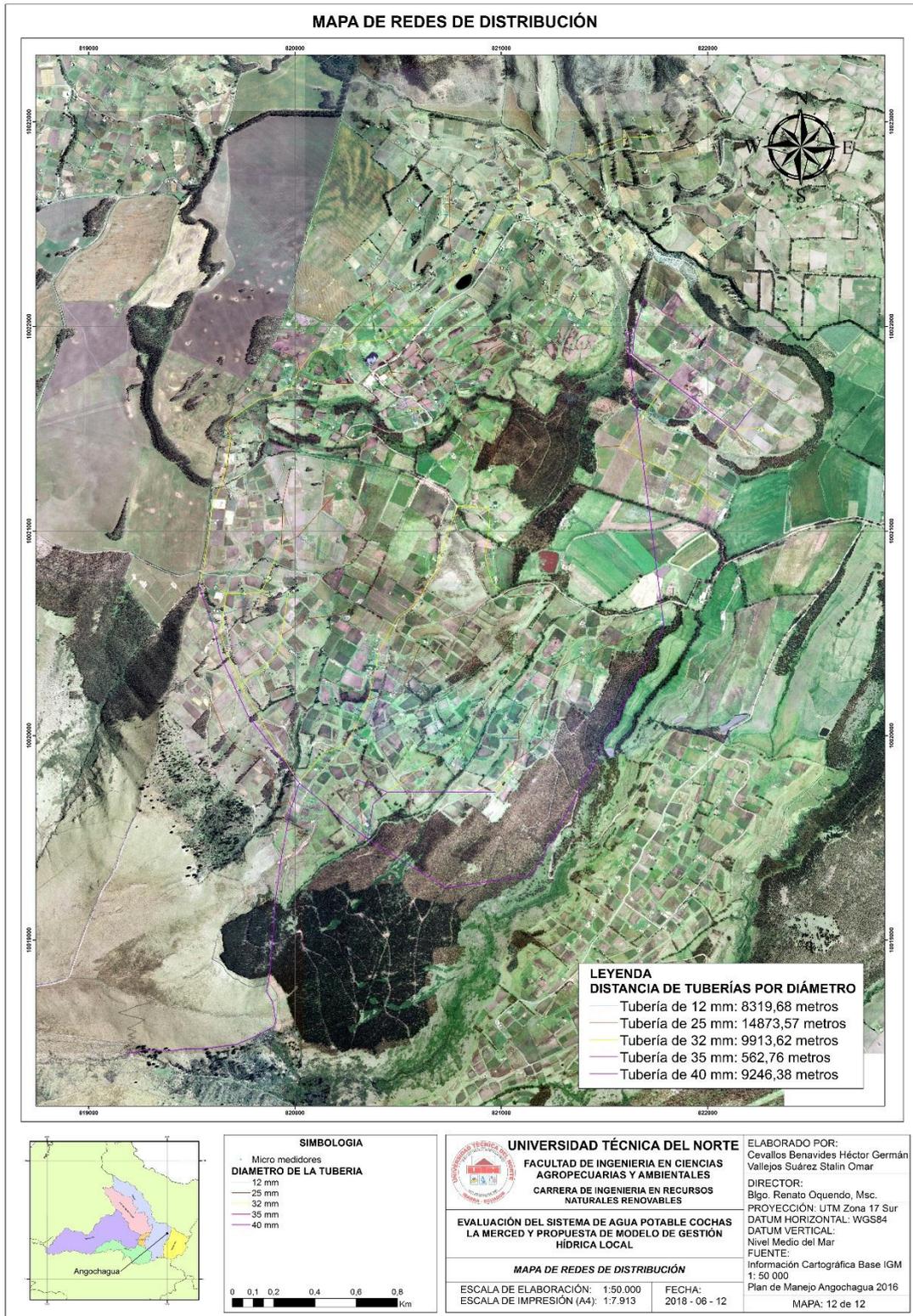
### Anexo 4. Mapa climático



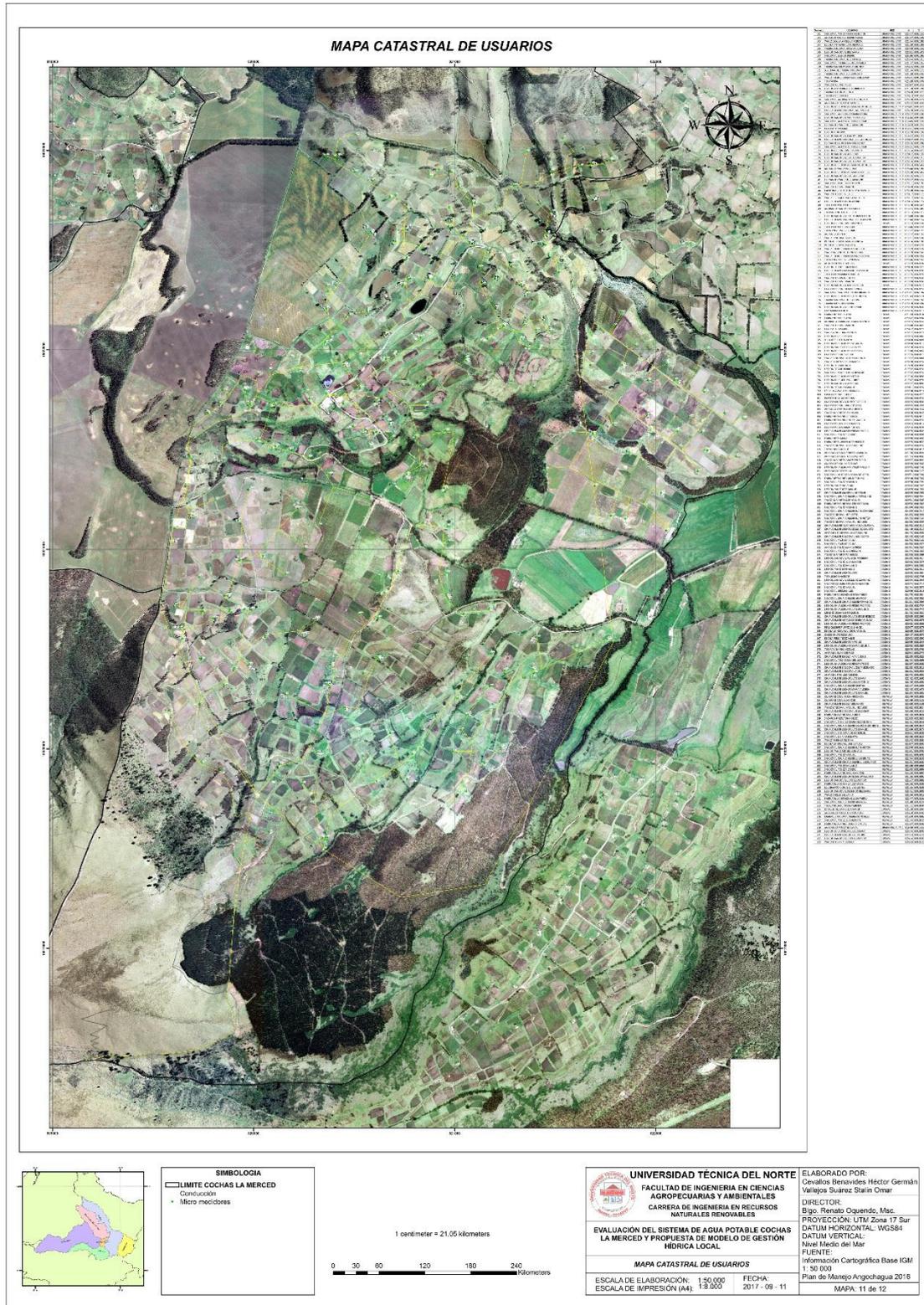
Anexo 5. Mapa del área de gestión



## Anexo 6. Mapa de redes de distribución



# Anexo 7. Mapa catastral



Parcela	Superficie (m²)	Superficie (ha)	Propietario	Fecha
1	12000	1.2	...	...
2	8000	0.8	...	...
3	15000	1.5	...	...
4	9000	0.9	...	...
5	11000	1.1	...	...
6	7000	0.7	...	...
7	13000	1.3	...	...
8	10000	1.0	...	...
9	14000	1.4	...	...
10	6000	0.6	...	...
11	16000	1.6	...	...
12	8500	0.85	...	...
13	11500	1.15	...	...
14	9500	0.95	...	...
15	13500	1.35	...	...
16	7500	0.75	...	...
17	15500	1.55	...	...
18	10500	1.05	...	...
19	14500	1.45	...	...
20	6500	0.65	...	...
21	16500	1.65	...	...
22	8500	0.85	...	...
23	11500	1.15	...	...
24	9500	0.95	...	...
25	13500	1.35	...	...
26	7500	0.75	...	...
27	15500	1.55	...	...
28	10500	1.05	...	...
29	14500	1.45	...	...
30	6500	0.65	...	...

## Anexo 8. Formularios para evaluación ecológica rápida

### Formulario 1 para evaluación ecológica rápida

FORMULARIO 1 PUNTO DE OBSERVACIÓN		NUMERO DE SITIO: 1					
DESCRIPCIÓN							
<b>INVESTIGADORES:</b>	Cevallos Héctor, Vallejos Stalin.						
<b>CANTÓN:</b>	Ibarra						
<b>PARROQUIA:</b>	Angochagua						
<b>SECTOR:</b>	Cochas – Recarga hídrica						
<b>COORDENADA X:</b>	817737						
<b>COORDENADA Y:</b>	10017933						
<b>ALTITUD:</b>	3900						
MACRO TOPOGRAFÍA	Pendiente general (%)	Humedad	Sistema ecológico	Fisonomía	Altura de cobertura (m)	Orientación	Micro topografía
<b>Tope montaña</b>	0-5	seco	terrestre	bosque	>25	N NE	cima
<b>Altiplanicie</b>	5-12	medio	lacustre	arbustal	15-25	E NO	falda
<b>Pie de monte</b>	12-25	húmedo	palustre	herbazal	6-15	S SE	arriba
<b>Llanura</b>	25-50	saturado	ripario	antrópica	2-6	O SO	falda
<b>Otros</b>	50-70	inundado			△		abajo
	>70						base
<b>Comentarios sobre características generales (vegetación, suelos, etc.)</b>							
La zona de captación cuenta con cobertura vegetal herbácea y plantación de yagual.							
<b>Extensión del área observada:</b> 1 km <sup>2</sup> .							
<b>Especies de plantas dominantes</b>							
Paja de páramo, sigse y almohadillas.							
<b>Animales especiales observados</b>							
Rana marsupial, cóndor y mirlos.							

### Formulario 2 para evaluación ecológica rápida

FORMULARIO 2 LISTA DE PLANTAS		NUMERO DE SITIO: 1					
DESCRIPCIÓN							
<b>INVESTIGADORES:</b>	Cevallos Héctor, Vallejos Stalin.						
<b>CANTÓN:</b>	Ibarra						
<b>PARROQUIA:</b>	Angochagua						
<b>SECTOR:</b>	Cochas – Recarga hídrica						
<b>COORDENADA X:</b>	817737						
<b>COORDENADA Y:</b>	10017933						
<b>ALTITUD:</b>	3900						
ESPECIE	NOMBRE COMUN	ARBOL	ARBUSTO	HIERBA	LIANA	EPÍFITA	
<i>Stipa ichu</i>	Paja de páramo			X			
<i>Calamagrostis intermedia</i>	Paja de páramo			X			
<i>Cortaderia nitida</i>	Sigse			X			
<i>Plantago rigida</i>	Almohadilla			X			
<i>Culcitium sp.</i>	Flor de ángel			X			
<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>	Angoyuyo			X			
<i>Valeriana microphylla</i>	Valeriana		X	X			
<i>Polylepis incana</i>	Yagual	X					

**Formulario 3 para evaluación ecológica rápida**

<b>FORMULARIO 3</b>		<b>NUMERO DE SITIO: 1</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<b>INVESTIGADORES:</b>	Cevallos Héctor, Vallejos Stalin.		
<b>CANTÓN:</b>	Ibarra		
<b>PARROQUIA:</b>	Angochagua		
<b>SECTOR:</b>	Cochas – Recarga hídrica		
<b>COORDENADA X:</b>	817737		
<b>COORDENADA Y:</b>	10017933		
<b>ALTITUD:</b>	3900		
<b>ESTADO SUCESIONAL DE LA COMUNIDAD</b>		<b>ESTADO REPRODUCTIVO DE LA COMUNIDAD</b>	
<b>NÚMERO DE ESTRATOS:</b>	uno	dos	tres
<b>ESTACIONALIDAD DE LA VEGETACIÓN:</b>	Siempre verde	semidecuido	deciduo
<b>PRESENCIA DE EPÍFITAS:</b>	presente	escasa	ausente
<b>PRESENCIA DE MUSGOS:</b>	presente	escasa	ausente
<b>PRESENCIA DE BEJUCOS Y LIANAS:</b>	presente	escasa	ausente
<b>DENSIDAD DE LA COBERTURA:</b>	Denso		
<b>PRESENCIA DE CLAROS:</b>	Escaso		
<b>PORCENTAJE DE SUELOS DESNUDOS:</b>	Medio		
<b>TIPOS DE SUPERFICIE SIN VEGETACIÓN:</b>	Capa de humus, agua		
<b>DRENAJE:</b>	Bien drenado		
<b>EROSIÓN:</b>	No visible		
<b>TIPO DE ROCA:</b>	Ígnea		
<b>TEXTURA DEL SUELO:</b>	Arcilla		
<b>ROCOSIDAD:</b>	Sin rocosidad		
<b>COLOR DEL SUELO:</b>	Amarillento		
<b>PROFUNDIDAD DE CAPA DE HUMUS:</b>	Leve		
<b>OTRAS CARACTERÍSTICAS:</b>	Presencia de pajonales		
<b>VIENTOS EXTRAORDINARIOS:</b>	Si		
<b>NUBOSIDAD:</b>	Ninguna		
<b>NEBLINA:</b>	Media		
<b>TEMPERATURA:</b>	12 °C		
<b>COMENTARIOS DEL CLIMA:</b>	Clima mesotérmico templado frío		

**Formulario 4 para evaluación ecológica rápida**

FORMULARIO 4 OBSERVACIÓN DE ANIMALES		NUMERO DE SITIO: 1			
DESCRIPCIÓN					
<b>INVESTIGADORES:</b>	Cevallos Héctor, Vallejos Stalin.				
<b>CANTÓN:</b>	Ibarra				
<b>PARROQUIA:</b>	Angochagua				
<b>SECTOR:</b>	Cochas – Recarga hídrica				
<b>COORDENADA X:</b>	817737				
<b>COORDENADA Y:</b>	10017933				
<b>ALTITUD:</b>	3900				
ESPECIE	NOMBRE COMUN	HORA	NUMERO	TIPO DE ACTIVIDAD	
<i>Pseudolopex culpaeus</i>	Lobo de páramo	10h25	1	movimiento	
<i>Zapus hudsonius</i>	Ratón de monte	09h00	1	movimiento	
<i>Gastrotheca riobambae</i>	Rana marsupial	10h00	2	movimiento	
<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo	09h00	5	volando	
<i>Falco sparverius</i>	Quilico	09h40	2	volando	

**Formulario 5 para evaluación ecológica rápida**

FORMULARIO 5 ENTREVISTA SOBRE OBSERVACIÓN DE ANIMALES		NUMERO DE SITIO: 1			
<b>LUGAR:</b>	Recarga Hídrica/Captación Turupamba.				
<b>ALTITUD:</b>	3900 m.s.n.m.				
<b>AREA:</b>	1 km <sup>2</sup>				
<b>PROPIEDAD:</b>	Ninguna				
<b>PROTECCIÓN:</b>	Física (alambrado)				
<b>ACTIVIDADES:</b>	Actividades humanas: senderismo				
<b>AMENAZAS:</b>	Contaminación generada por el turismo, quemas y eliminación de residuos sólidos				
<b>COMENTARIOS:</b>	Protección física de la zona de recarga hídrica y la conservación de la cobertura vegetal.				
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN				
<i>Pseudolopex culpaeus</i>	Lobo de páramo				
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado de cola blanca				
<i>Silvilagus brasiliensis</i>	Conejo de páramo				
<i>Ratus ratus</i>	Rata negra				
<i>Nectomys scuamepis</i>	Rata de agua				
<i>Mustela frenata</i>	Chucuri				
<i>Zapus hudsonius</i>	Ratón de monte				
<i>Gastrotheca riobambae</i>	Rana marsupial				
<i>Stenocercus sp</i>	Guacsa negra				
<i>Pholidobolus montium</i>	Lagartija				
<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo				

## Anexo 9. Nivel de sustentabilidad

<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medidor</b>	<b>Valor ideal</b>	<b>Valor actual</b>
<b>Social</b>	Educación y conocimiento	Capacitación continua de directivos	100%	<b>75%</b>
		Aplican los conocimientos	100%	<b>100%</b>
	Acceso a recursos naturales	Usuarios con tierra propia	100%	<b>90%</b>
		Tierra con acceso al agua	100%	<b>70%</b>
	Mano de obra	Aplicado a operación y mantenimiento	100%	<b>100%</b>
		Jornal con beneficio de ley	100%	<b>100%</b>
<b>Económico</b>	Ingreso/inversión	Directivos generan prestación de servicio	100%	<b>90%</b>
		Usuarios lo perciben	100%	<b>70%</b>
	Mejoras al sistema	Técnicas de operación limpias	100%	<b>50%</b>
		Hogares suministrados de agua	100%	<b>75%</b>
	Manejo de recursos	Obras de infraestructura	100%	<b>50%</b>
		Pago puntual operador y contador	100%	<b>100%</b>
<b>Ambiental</b>	Estado de la fuente abastecedora	Superficie bajo manejo	100%	<b>50%</b>
		Cuidado y monitoreo	100%	<b>50%</b>
	Gestión del recurso agua	Medidas de conservación	100%	<b>50%</b>
		Mingas de limpieza	100%	<b>70%</b>
<b>Institucional</b>	Estructura de gerencia y gestión	Personería Jurídica, estatutos y reglamentos	100%	<b>90%</b>
		Recursos Humanos capacitados	100%	<b>75%</b>
		Estructura para administrar	100%	<b>50%</b>
		Sistema contable	100%	<b>90%</b>
		Sistema de evaluación	100%	<b>10%</b>
<b>NIVEL DE SUSTENTABILIDAD</b>				<b>71,60%</b>

Anexo 10. Socialización inicial



EVALUACIÓN DEL RECURSO HIDRICO DEL PÁRAMO CUSIN Y  
PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DEL AGUA, PARROQUIA  
ANGOCHAGUA, CANTÓN IBARRA, PROVINCIA DE IMBABURA

RESPONSABLE: Héctor Cevallos  
FECHA: 24 de Octubre de 2015

SOCIALIZACIÓN EN LA COMUNIDAD LA MERCED DE COCHAS

NOMBRE Y APELLIDO	NUMERO DE CEDULA	FIRMA
Jorge Churuchumbi	100134262-2	Jorge Churuchumbi
Paula Yanes	100391151-6	Paula Yanes
Sarmen Pungachig	100310233-0	Sarmen Pungachig
Freddy Sandoval	100495034-9	Freddy Sandoval
Manuel Sandoval	100068974-8	Manuel Sandoval
Yanes Sandoval Agustin	100123254-3	Agustin Yanes
Luis Albot	171369990-8	Luis Albot
Churuchumbi Cespa Victoria	100229092-0	Victoria Cespa
Jose A. Fernandez	100187173-8	Jose A. Fernandez
Patricio Sandoval	040092403-1	Patricio Sandoval
Juato Farinango	700148870-0	Juato Farinango
Edison Sandoval	100468089-3	Edison Sandoval
Andy Ledoñ	100486096-9	Andy Ledoñ
Ruber Farinango	100197060-5	Ruber Farinango
Veronica Sandoval	100447853-1	Veronica Sandoval
Claudia Sandoval	141986648-3	Claudia Sandoval
Ernestina Yanes		Ernestina Yanes
Farinango Antumbalve Maria	100032270-8	Antumbalve Maria Farinango

**Anexo 11. Identificación de conflictos**



ENTREVISTA DIRIGIDA A LA JAAP DE LA COMUNIDAD DE COCHAS LA MERCED, COMO PARTE DEL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DEL PROYECTO "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE "COCHAS LA MERCED" Y PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN.

*IDENTIFICACIÓN DE CONFLICTOS POR EL MANEJO DEL AGUA*

Entrevistador: Cevallos Héctor Entrevistado: Beatriz Tamba Fecha: 10/09/2017

1.- ¿EXISTE ACTUALMENTE CARGOS ADMINISTRATIVOS QUE ADMINISTRAN EL SUMINISTRO DEL RECURSO HIDRICO?

Toda la directiva JAAP  Operador JAAP  Ninguno

2.- ¿UTILIZAN EL AGUA PARA ACTIVIDADES COMO AGRICULTURA Y GANADERÍA?

Sí  No

Quienes Usuarios que tienen más animales

---

3.- LAS CONCESIONES DEL USO DEL AGUA OTORGADO POR EL IEEOS PERMITEN EL USO ALTERNATIVO DEL AGUA PARA DIFERENTES USOS?

Sí  Qué usos? ..... No

4.- ¿LA TARIFA POR PRESTACIÓN DE SERVICIO ES UN FACTOR GENERADOR DE CONFLICTOS EN LAS COMUNIDADES?

Sí  No

Qué conflictos? valor base 300USD.

---

5.- ¿EXISTEN CONFLICTOS CON OTRAS COMUNIDADES O CON PERSONAJES PARTICULARES POR LAS FUENTES DE AGUA?

Con quién? ..... No

---

6.- ¿LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL AGUA GENERA DESACUERDOS CON LOS MORADORES (POR DONDE ATRAVIESA LA RED)?

Qué desacuerdos? Al tractorar se rompe tuberías.

---

Firma entrevistado:

\_\_\_\_\_

**LE AGRADEZCO POR LA INFORMACIÓN BRINDADA**



## Anexo 13. Análisis de calidad de agua



### LABORATORIO EMAPA-I

#### INFORME DE ENSAYO AGUA POTABLE Y CRUDA

FMC2305-01

Revisión: 1

Informe de Ensayo Nro: IEPE17-205

Pág. 1 de 2

Cliente: Junta de Agua Cochas

Dirección: Cochas - Parroquia Angochagua

Fecha de recepción: 10 de Octubre del 2017

Identificación muestra: Muestra tomada en punto final 1 (Casa Comunal)

Tipo de muestra: Potable

Cod. Lab: F33

Fecha de realización de ensayos: 10/10/2017

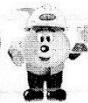
Fecha de emisión informe: 16 de Octubre del 2017

#### REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICOS

Parámetros	Unidades	RESULTADOS	Límite máximo permisible <sup>1</sup>	Método del Ensayo
Color**	Pt-Co	0	15	SM 2120B
pH	upH	6,51	-	PEE-EMAPA-I-001 (SM 4500-H <sup>8</sup> B)
Turbiedad**	NTU	0,84	5	SM 2130B
Conductividad	uS/cm	420	-	PEE-EMAPA-I-002 (SM 2510B)
Sólidos Totales Disueltos**	mg/l	231	-	SM 2510A

Incertidumbre del Método (K=2)				Condiciones Ambientales	
Parámetros	Unidades	Nivel	Valor	Temperatura, °C	Humedad, %
pH	upH	4	EP	EP	EP
		7	EP		
		10	EP		
Conductividad	uS/cm	10	EP	EP	EP
		100	EP		
		500	EP		
		1413	EP		

\* En proceso de determinación


**REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICOS**

PARÁMETROS	Unidades	RESULTADOS	Límite máximo permisible <sup>1</sup>	Método del Ensayo
Cloro residual **	mg/l	0,5	0,3 - 1,5	Método Colorimétrico (DPD) 4500-Cl G
Dureza Total **	mg/l (CaCO <sub>3</sub> )	38,12	-	SM 2320C
Magnesio (Mg)**	mg/l Mg	3,72	-	SM 3500-Mg B
Calcio (Ca)**	mg/l Ca	9,14	-	SM 3500-Ca B
Alcalinidad Total**	mg/l	48	-	SM 2320B

**REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

PARÁMETROS	Unidades	RESULTADOS	Límite máximo permisible <sup>1</sup>	Método del Ensayo
Coliformes totales**	UFC/100 mL	0	-	SM 2120B
<i>E. coli</i> **	UFC/100 mL	0	< 1 (No se observan colonias)	SM 2120B

**\*Observaciones:** La muestra cumple con la Norma INEN 1108:2014, en los parámetros analizados.

\* Opiniones e interpretaciones están fuera del alcance de acreditación

Los ensayos marcados \*\* están fuera del alcance de acreditación

Los resultados sólo se refieren a la muestra receptada y analizada. El Laboratorio EMAPA-I declina toda responsabilidad por el uso que se le de al presente documento.

Este informe no deberá reproducirse más que en su totalidad, previa autorización escrita del Laboratorio EMAPA-I.

<sup>1</sup> Valores de referencia tomados de la NORMA INEN 1108:2014 Agua potable. Requisitos



Bq. Carla Valarezo  
JEFE DE LABORATORIO



Revisado R.T.:	
----------------	---



# LABORATORIO EMAPA-I

## INFORME DE ENSAYO AGUA POTABLE Y CRUDA

FMC2305-01

Revisión: 1

Informe de Ensayo Nro: IECE18-003

Pág. 1 de 2

Cliente: Sr. Héctor Cevallos

Dirección: Ibarra

Fecha de recepción: 8 de Enero del 2018

Identificación muestra: Captación

Tipo de muestra: Cruda

Cod. Lab: MEC18-003

Fecha de realización de ensayos: 08/01/2018-10/01/2018

Fecha de emisión informe: 11 de Agosto del 2018

### REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICOS

Parámetros	Unidades	RESULTADOS	Limite máximo permisible <sup>1</sup>	Método del Ensayo
Color**	Pt-Co	10	15	SM 2120B
pH	upH	7,3	-	PEE-EMAPA-I-001 (SM 4500-H <sup>+</sup> B)
Turbiedad**	NTU	1,9	5	SM 2130B
Conductividad	uS/cm	59,9	-	PEE-EMAPA-I-002 (SM 2510B)
Sólidos Totales Disueltos**	mg/l	33	-	SM 2510A

Incertidumbre del Método (K=2)				Condiciones Ambientales	
Parámetros	Unidades	Nivel	Valor	Temperatura, °C	Humedad, %
pH	upH	4	EP	EP	EP
		7	EP		
		10	EP		
Conductividad	uS/cm	10	EP	EP	EP
		100	EP		
		500	EP		
		1413	EP		

\* En proceso de determinación

Dirección: Av. Atahualpa 21-323, Planta de Tratamiento Caranqui  
Telf. (06) 2641-176 ext:117, laboratorio@emapai.gob.ec Casilla 754 / Ibarra – Ecuador



**REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICOS**

PARÁMETROS	Unidades	RESULTADOS	Límite máximo permisible <sup>1</sup>	Método del Ensayo
Dureza Total **	mg/l (CaCO <sub>3</sub> )	30,5	-	SM 2320C
Magnesio (Mg)**	mg/l Mg	4,65	-	SM 3500-Mg B
Calcio (Ca)**	mg/l Ca	4,57	-	SM 3500-Ca B
Alcalinidad Total**	mg/l	36	-	SM 2320B

**REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

PARÁMETROS	Unidades	RESULTADOS	Límite máximo permisible <sup>1</sup>	Método del Ensayo
Coliformes totales**	UFC/100 mL	496	-	SM 2120B
<i>E. coli</i> **	UFC/100 mL	0	< 1 (No se observan colonias)	SM 2120B

**\*Observaciones:** La muestra no cumple con la Norma INEN 1108, en los parámetros analizados.

\* Opiniones e interpretaciones están fuera del alcance de acreditación

Los ensayos marcados \*\* están fuera del alcance de acreditación

Los resultados sólo se refieren a la muestra receptada y analizada. El Laboratorio EMAPA-I declina toda responsabilidad por el uso que se le de al presente documento.

Este informe no deberá reproducirse más que en su totalidad, previa autorización escrita del Laboratorio EMAPA-I.

<sup>1</sup>Valores de referencia tomados de la NORMA INEN 1108:2014 Agua potable. Requisitos



Bq. Carla Valarezo  
JEFE DE LABORATORIO

Revisado R.T.:





# LABORATORIO EMAPA-I

## INFORME DE ENSAYO AGUA POTABLE Y CRUDA

FMC2305-01

Revisión: 1

Informe de Ensayo Nro: IEPE18-005

Pág. 1 de 2

Cliente: Sr. Héctor Cevallos

Dirección: Ibarra

Fecha de recepción: 8 de Enero del 2018

Identificación muestra: Tratamiento

Tipo de muestra: Potable

Cod. Lab: MEP18-002

Fecha de realización de ensayos: 08/01/2018-10/01/2018

Fecha de emisión informe: 11 de Agosto del 2018

### REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICOS

Parámetros	Unidades	RESULTADOS	Límite máximo permisible <sup>1</sup>	Método del Ensayo
Color**	Pt-Co	0	15	SM 2120B
pH	upH	7,59	-	PEE-EMAPA-I-001 (SM 4500-H <sup>1</sup> B)
Turbiedad**	NTU	1,87	5	SM 2130B
Conductividad	uS/cm	71,2	-	PEE-EMAPA-I-002 (SM 2510B)
Sólidos Totales Disueltos**	mg/l	39	-	SM 2510A

Incertidumbre del Método (K=2)				Condiciones Ambientales	
Parámetros	Unidades	Nivel	Valor	Temperatura, °C	Humedad, %
pH	upH	4	EP	EP	EP
		7	EP		
		10	EP		
Conductividad	uS/cm	10	EP	EP	EP
		100	EP		
		500	EP		
		1413	EP		

\* En proceso de determinación

Dirección: Av. Atahualpa 21-323, Planta de Tratamiento Caranqui  
Telf. (06) 2641-176 ext:117, laboratorio@emapai.gob.ec Casilla 754 / Ibarra – Ecuador



REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICOS

PARÁMETROS	Unidades	RESULTADOS	Límite máximo permisible <sup>1</sup>	Método del Ensayo
Dureza Total **	mg/l (CaCO <sub>3</sub> )	38,13	-	SM 2320C
Magnesio (Mg)**	mg/l Mg	4,65	-	SM 3500-Mg B
Calcio (Ca)**	mg/l Ca	7,62	-	SM 3500-Ca B
Alcalinidad Total**	mg/l	36	-	SM 2320B

REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

PARÁMETROS	Unidades	RESULTADOS	Límite máximo permisible <sup>1</sup>	Método del Ensayo
Coliformes totales**	UFC/100 mL	604	-	SM 2120B
E. coli**	UFC/100 mL	0	< 1 (No se observan colonias)	SM 2120B

\*Observaciones: La muestra no cumple con la Norma INEN 1108, en los parámetros analizados.

\* Opiniones e interpretaciones están fuera del alcance de acreditación

Los ensayos marcados \*\* están fuera del alcance de acreditación

Los resultados sólo se refieren a la muestra receptada y analizada. El Laboratorio EMAPA-I declina toda responsabilidad por el uso que se le de al presente documento.

Este informe no deberá reproducirse más que en su totalidad, previa autorización escrita del Laboratorio EMAPA-I.

<sup>1</sup>Valores de referencia tomados de la NORMA INEN 1108:2014 Agua potable. Requisitos

Bq. Caña Valarezo  
JEFE DE LABORATORIO

Revisado R.T.:



# LABORATORIO EMAPA-I

<b>INFORME DE ENSAYO AGUA POTABLE Y CRUDA</b>		FMC2305-01
		Revisión: 1
Informe de Ensayo Nro: IEPE18-004		Pág. 1 de 2
<p style="text-align: center;">Cliente: Sr. Héctor Cevallos</p> <p style="text-align: center;">Dirección: Ibarra</p> <p style="text-align: center;">Fecha de recepción: 8 de Enero del 2018</p> <p style="text-align: center;">Identificación muestra: Casa Comunal</p> <p style="text-align: center;">Tipo de muestra: Potable</p> <p style="text-align: center;">Cod. Lab: MEP18-001</p>		
Fecha de realización de ensayos: 08/01/2018-10/01/2018		Fecha de emisión informe: 11 de Agosto del 2018

## REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICOS

Parámetros	Unidades	RESULTADOS	Límite máximo permisible <sup>1</sup>	Método del Ensayo
Color**	Pt-Co	0	15	SM 2120B
pH	upH	7,39	-	PEE-EMAPA-I-001 (SM 4500-H <sup>+</sup> B)
Turbiedad**	NTU	1,45	5	SM 2130B
Conductividad	uS/cm	78,3	-	PEE-EMAPA-I-002 (SM 2510B)
Sólidos Totales Disueltos**	mg/l	43	-	SM 2510A

Incertidumbre del Método (K=2)				Condiciones Ambientales	
Parámetros	Unidades	Nivel	Valor	Temperatura, °C	Humedad, %
pH	upH	4	EP	EP	EP
		7	EP		
		10	EP		
Conductividad	uS/cm	10	EP	EP	EP
		100	EP		
		500	EP		
		1413	EP		

\* En proceso de determinación

Dirección: Av. Atahualpa 21-323, Planta de Tratamiento Caranqui  
Telf. (06) 2641-176 ext:117, laboratorio@emapai.gob.ec Casilla 754 / Ibarra – Ecuador



**REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICOS**

PARÁMETROS	Unidades	RESULTADOS	Límite máximo permisible <sup>1</sup>	Método del Ensayo
Dureza Total **	mg/l (CaCO <sub>3</sub> )	34,32	-	SM 2320C
Magnesio (Mg)**	mg/l Mg	4,65	-	SM 3500-Mg B
Calcio (Ca)**	mg/l Ca	6,09	-	SM 3500-Ca B
Alcalinidad Total**	mg/l	32	-	SM 2320B

**REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

PARÁMETROS	Unidades	RESULTADOS	Límite máximo permisible <sup>1</sup>	Método del Ensayo
Coliformes totales**	UFC/100 mL	0	-	SM 2120B
E. coli**	UFC/100 mL	0	< 1 (No se observan colonias)	SM 2120B

**\*Observaciones:** La muestra cumple con la Norma INEN 1108, en los parámetros analizados.

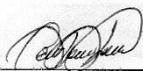
\* Opiniones e interpretaciones están fuera del alcance de acreditación

Los ensayos marcados \*\* están fuera del alcance de acreditación

Los resultados sólo se refieren a la muestra receptada y analizada. El Laboratorio EMAPA-I declina toda responsabilidad por el uso que se le de al presente documento.

Este informe no deberá reproducirse más que en su totalidad, previa autorización escrita del Laboratorio EMAPA-I.

<sup>1</sup> Valores de referencia tomados de la NORMA INEN 1108:2014 Agua potable. Requisitos



Bq. Carla Valarezo  
JEFE DE LABORATORIO

Revisado R.T.:	
----------------	---

## Anexo 14. Nombramiento



I-020- 2017  
APROB. DIRECT.  
SEPTIEMBRE – 2017

Por las facultades que le confieren los Arts. 318 de la Constitución de la República del Ecuador, Ley Constitutiva de Juntas Administradoras de Agua Potable y Alcantarillado, publicada en el Registro Oficial No. 802 del 29 de marzo de 1979; por el artículo No. 24 literales g) y h) de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos; por las competencias conferidas a la Secretaría del Agua mediante Decreto Ejecutivo No. 1088, publicado en Registro Oficial No. 346 del 27 de mayo del 2008; Decreto Ejecutivo No. 05, del 30 de mayo del 2013, en el cual se transfiere a la Secretaría del Agua todas las competencias, atribuciones, responsabilidades, funciones, delegaciones, representaciones, proyectos y programas que en materia de Agua Potable y Saneamiento ejercía el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda; Arts. 18 literal i) y 43 de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento; y, Art. 5 del Sistema Unificado de Información de las Organizaciones Sociales y Ciudadanas.

### CONFIERE EL NOMBRAMIENTO DE LEY

A la "JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE COCHAS LA MERCED", con Personería Jurídica No. I-AP-015-2017, del 18 de enero del 2017, perteneciente a la parroquia Angochagua, cantón Ibarra, provincia de Imbabura.

#### DIGNIDADES:

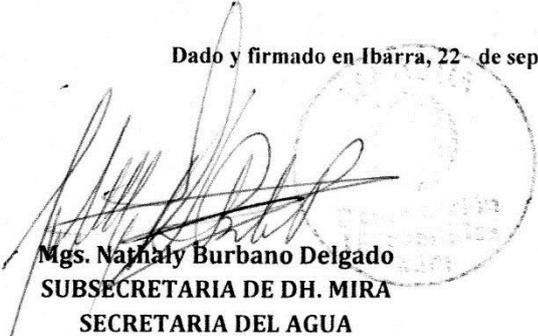
PRESIDENTA:	SR. TAMBA DÍAZ MARÍA BEATRIS	100195996-2
SECRETARIO:	SR. SANDOVAL YÁNEZ SILVIO DARÍO	100511804-5
TESORERO:	SR. SANDOVAL SANCHO JULIO REMIGIO	171637637-9

#### VOCALES :

PRIMER VOCAL:	SRA. LECHÓN ESCOLA ANITA LUCÍA	172696335-6
SEGUNDO VOCAL:	SRTA. SANDOVAL SANDOVAL LIDIA VERÓNICA	100447853-1

Quedando vigente desde el 22 de julio del 2017, hasta el 22 de julio del 2019, para lo cual presentarán el catastro de consumidores actualizado a la presente fecha para su posterior renovación, nombrarán o reelegirán los Directivos de esta junta Administradora de Agua Potable a partir del 23 de julio del 2019 y presentarán los respectivos informes que dispone la ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, para estos trámites.

Dado y firmado en Ibarra, 22 de septiembre del 2017

  
Mgs. Nathaly Burbano Delgado  
SUBSECRETARIA DE DH. MIRA  
SECRETARIA DEL AGUA

**Anexo 15. Socialización**



LISTA DE PARTICIPANTES DE SOCIALIZACIÓN, COMO PARTE DEL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DEL PROYECTO "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE "COCHAS LA MERCED" Y PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN.

TALLER DE CONSTRUCCIÓN DE MISIÓN Y VISIÓN A USUARIOS DEL SISTEMA Y FORTALECIMIENTO EN LOS ÁMBITOS, ADMINISTRATIVO, OPERATIVO Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.

Responsables: Cevallos Héctor, Stalin Vallejos Fecha: 21 de octubre de 2017

NOMBRE Y APELLIDO	NUMERO DE CEDULA	FIRMA
Maria Carmen Tito Farinango		
Sandoval Antambá María Dolores	100054785-3	<del>Antambá María Dolores Sandoval</del>
Marie Lechón	100372471-1	Marie Lechón
Guaspá Lechón	100188249-8	Francisca
Victor Manuel Zaldano	100063486-3	Victor Manuel Zaldano
Guis Amador Sandoval J	10044766-1	Guis Amador Sandoval
ofelia Lechon S -	100261777-5	Ofelia Lechon S
Rebecca Perugachi	100251092-1	Rebecca Perugachi
Mabrig Lechón	100119250-7	Mabrig Lechón
Luis Gonzalo	100220410-3	Luis Gonzalo Sandoval

**Anexo 16. Anexo fotográfico**

**FASE DE CAMPO**



**Fotografía 1.** Camino hacia la zona de recarga



**Fotografía 2.** Zanja corta fuegos



**Fotografía 3.** Divisoria de aguas microcuencas



**Fotografía 4.** Parte alta del área de gestión



**Fotografía 5.** Avistamiento de aves parte alta



**Fotografía 6.** Esponja de agua Turupamba



**Fotografía 7.** Condiciones de retención de agua



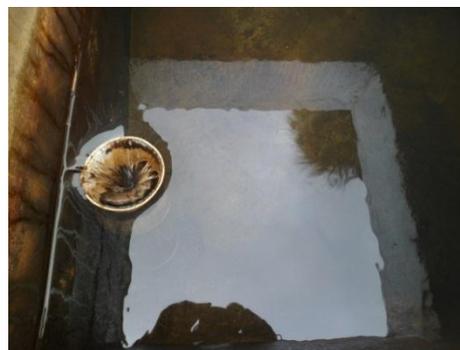
**Fotografía 8.** Vegetación característica (*Plantago rígida*)



**Fotografía 9.** Captación 1, Turupamba



**Fotografía 10.** Captación 1 Reja de Fondo 1.5 l/s



**Fotografía 11.** Desarenador y sedimentador



**Fotografía 12.** Condición física del desarenador



**Fotografía 13.** Válvula de aire en conducción



**Fotografía 14.** Captación 2 Turupamba



**Fotografía 15.** Captación 2 Reja de Fondo 0.5 l/s

**Fotografía 16.** Mantenimiento de Filtro dinámico ascendente



**Fotografía 17.** Desinfección de filtro dinámico ascendente



**Fotografía 18.** Cloración y repartidor de caudales



**Fotografía 19.** Planta de Tratamiento Jurapango Bajo



**Fotografía 20.** Filtro secundario antes de tratamiento



**Fotografía 21.** Registro de aforos



**Fotografía 22.** Recipiente graduado el litros y libreta de campo



**Fotografía 23.** Tanque reductor de presión (TRP)



**Fotografía 24.** Presencia de anfibio en TRP



**Fotografía 25.** Anfibios habitando en TRP



**Fotografía 26.** Estado de estructura de TRP



**Fotografía 27.** Protección de micro medidores



**Fotografía 28.** Monitoreo de Cl residual y pH



**Fotografía 29.** Minga de limpieza



**Fotografía 30.** Abrevadero para ganado



**Fotografía 31.** Compensación de suministro en tanques de reserva, época seca



**Fotografía 32.** Llenado en tanques de reserva, época seca



**Fotografía 33.** Detección de fugas en el sistema



**Fotografía 34.** Recorrido hacia planta de tratamiento



**Fotografía 35.** Recipientes para toma de muestras



**Fotografía 36.** Toma de muestras



**Fotografía 37.** Muestra, para análisis físico químico y microbiológica



**Fotografía 38.** Protocolo toma de muestras



**Fotografía 39.** Toma de muestra en usuario



**Fotografía 40.** Muestras listas para análisis



**Fotografía 41.** Transporte de muestras



**Fotografía 42.** Medición de presión en usuarios