



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE
TESIS DE GRADO

TEMA:

“DETERMINACIÓN DE LA DUREZA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA PARROQUIA SIMIATUG, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR PERIODO 2013-2014”.

Trabajo de Investigación Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Medio Ambiente

AUTOR:

Walter Pachacutic Caiza Chanaguano

DIRECTOR:

Dr. Polivio Moreno

LATACUNGA–ECUADOR

MARZO 2014

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **WALTER PACHACUTIC CAIZA CHANAGUANO**, portadora de cédula de identidad N° 0201878774, libre y voluntariamente declaro que la tesis titulada **“DETERMINACIÓN DE LA DUREZA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA PARROQUIA SIMIATUG, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR PERIODO 2013-2014”**, es original, auténtica y personal. Por lo que me responsabilizo, ya que es producto de la investigación realizada de diferentes fuentes que se citan en la bibliografía; de la investigación de campo y reflexión del autor.

.....
Walter Pachacutic Caiza Chanaguano

C.C. 020187877-4

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Yo, Dr. Polivio Moreno, Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Director de la Presente Tesis de Grado: **“DETERMINACIÓN DE LA DUREZA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA PARROQUIA SIMIATUG, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR PERIODO 2013-2014”**.

De autoría de Caiza Chanaguano Walter Pachacutic de la especialidad de Ingeniería de Medio Ambiente. **CERTIFICO:** Que ha sido prolijamente realizada las correcciones emitidas por el tribunal de Tesis. Por tanto, autorizo la presentación de este empastado; la misma que está de acuerdo a las normas establecidas en el **REGLAMENTO INTERNO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, vigente.

.....
Dr. Polivio Moreno.
DIRECTOR DE TESIS.



“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES “UA-CAREN”

ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

El tribunal de la tesis de trabajo de investigación titulado: **“DETERMINACIÓN DE LA DUREZA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA PARROQUIA SIMIATUG, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR PERIODO 2013-2014”**, de responsabilidad del postulante Caiza Chanaguano Walter Pachacutic ha sido prolijamente revisado quedando autorizado su presentación

TRIBUNALES DE TESIS

Ing. Renán Lara:

Presidente:

Ing. Ivonne Endara .

Miembro:

Ing. Eduardo Cajas:

Opositor:

LATACUNGA- ECUADOR

2014



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica De Cotopaxi, yo M.Sc. Marcia Chiluisa C.C. 050221430-7 CERTIFICO que he realizado la respectiva revisión de la Traducción del Abstract; con el tema: **“DETERMINACIÓN DE LA DUREZA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA PARROQUIA SIMIATUG, CANTÓN GUARANDA PROVINCIA DE BOLÍVAR PERIODO 2013-2014”** cuyo autor es: Walter Pachacutic Caiza Chanaguano y director de tesis Dr. Polivio Moreno

Latacunga, Marzo de 2014

Docente:

M.Sc. Marcia Chiluisa

C.I. 050221430-7

AGRADECIMIENTO.

A mis padres: José Caiza y María Chanaguano que estuvieron apoyando en todo momento de mi vida estudiantil, con el aporte económico y valores culturales que fortalecieron en mi formación académico.

A mis hermanos y hermanas Guido, Alba, Inti, Rumiñahui Caiza y Sasi Chanaguano ellos estuvieron pendientes en todo el proceso e mis estudios, los mismos me dieron la confianza con: el apoyo solidario, motivación, entre otros que me permitieron cumplir esta acertada meta.

A todos mis familiares que con palabras de aliento estuvieron apoyando desde el momento que inicié la carrera universitaria.

De la misma forma agradezco al Personal Docente y Administrativo de la Universidad Técnica de Cotopaxi; de manera especial a mi Director y el Tribunal de Tesis; por lo que ellos me guiaron en la elaboración del presente trabajo académico.

A todos ustedes, mi reconocimiento y gratitud.

“El cumplimiento de mi anhelado sueño, es gracias a todos ustedes”

Pachacutic Caiza

DEDICATORIA

A mi padre, por haberme transmitido el carácter, la confianza, la firmeza para ejecutar todas las metas y objetivos planteados.

A mi madre por transmitirme su bondad, serenidad, honradez, y humildad para enfrentar las situaciones y condiciones durante el período estudiantil.

A mis hermanos con quienes quiero compartir este logro alcanzado.

A mis profesores y a todos quienes me impulsaron a seguir cumpliendo mi meta académico.

“Todo este trabajo investigativo ha sido posible gracias a ustedes”.

Pachacutic Caiza

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDOS	PAG.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	III
CERTIFICACIÓN DE TRIBUNAL.....	IV
CERTIFICADO DE TRADUCCIÓN.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
III. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
IV. JUSTIFICACIÓN.....	5
V. OBJETIVOS.....	6
GENERAL.....	6
ESPECIFICO.....	6
CAPITULO I.....	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
1.1 El Agua.....	7
1.1.1 Ciclo Hidrológico.....	8
1.1.2 Fuentes de Agua en la Naturaleza.....	8
1.1.2.1 Agua superficial.....	8
1.1.2.2 Agua subterránea.....	9
1.1.2.3 Manantial.....	9
1.1.2.4 Agua de la lluvia.....	9
1.2 La Contaminación del Agua.....	10
1.2.1 Origen de la Contaminación.....	10
1.2.1.1 Natural.....	10
1.2.1.2 Antropogénico.....	10

1.2.1.3 Urbana.....	11
1.2.1.4 Agrícola y Ganadera.....	11
1.2.1.5 Industrias.....	11
1.3 Calidad del Agua.....	12
1.3.1 Generalidades de los Índices de Calidad del Agua.....	12
1.3.2 Características Físicas del Agua.....	13
1.3.2.1 Turbidez.....	13
1.3.2.2 Color.....	13
1.3.2.3 Olor y sabor.....	13
1.3.2.4 Temperatura.....	14
1.3.2.5 Sólidos.....	14
1.3.2.6 Conductividad.....	15
1.3.3 Características Químicas del Agua.....	15
1.3.3.1 Alcalinidad.....	15
1.3.3.2 pH.....	15
1.3.3.3 Dureza.....	16
1.3.3.4 Grupo de azufre.....	16
1.3.3.5 Cloruros.....	16
1.3.3.6 Nitratos y nitritos.....	17
1.3.3.7 Los fluoruros.....	17
1.3.3.8 Hierro y magnesio.....	17
1.3.3.9 Fosfato.....	18
1.3.4 Principales gases disueltos.....	18
1.3.4.1 El CO ₂	18
1.3.4.2 Oxígeno disuelto.....	18
1.3.5 Características biológicas.....	19
1.3.5.1 Algas.....	19
1.3.5.2 Microorganismos.....	19
1.3.5.3 Bacterias.....	20
1.4 Aguas duras.....	20
1.4.1 Tipos de dureza.....	21
1.4.1.1 Dureza temporal.....	21

1.4.1.2 Dureza permanente.....	21
1.4.1.3 Clasificación de aguas según grado de dureza.....	22
1.4.2 Métodos que determina la dureza del Aguas.....	22
1.4.2.1 Método del jabón.....	22
1.4.2.2 Método gravimétrico.....	23
1.4.2.3 Método del EDTA.....	24
1.4.3 Consecuencias del agua dura.....	25
1.5 Importancia del agua.....	26
1.6 Acceso al agua potable.....	26
1.7 Normativa vigente.....	28
1.7.1 Constitución del Ecuador.....	28
1.7.2 Ley de Aguas.....	29
1.7.3 Texto Unificado De Legislación Ambiental. Libro Vi, “De La Calidad Ambiental”, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua.....	31
1.7.4 Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2011.....	34
1.8 Marco conceptual.....	35
CAPITULO II.....	37
2. APLICACIÓN METODOLÓGICA.....	37
2.1 Descripción del área de estudio.....	38
2.1.1 División política.....	38
2.1.2 Ubicación cartográfica.....	38
2.1.3 Límites.....	39
2.1.4 Condiciones ambientales.....	39
2.1.5 Zona de vida.....	39
2.1.6 Uso de agua.....	40
2.1.7 Uso del suelo.....	40
2.1.8 Servicios básicos.....	40
2.2 Red de sistema de agua entubada.....	41
2.2.1 Componentes del sistema de agua entubada.....	41
2.2.1.1 Captación.....	42
2.2.1.2 Conducción.....	42

2.2.1.3	Tratamiento.....	42
2.2.1.4	Reservorios.....	42
2.2.1.5	Red de distribución o conexiones domiciliarias.....	43
2.3	Población beneficiaria del sistema de agua entubada.....	43
2.4	Materiales, y metodología aplicada.....	44
2.4.1	Tipo de investigación.....	44
2.4.2	Métodos de estudio.....	45
2.4.3	Técnicas aplicadas.....	45
2.4.4	Materiales utilizados.....	46
2.4.4.1	Materiales utilizados durante el muestreo.....	46
2.4.4.2	Materiales de oficina.....	47
2.4.4.3	Materiales y reactivos utilizados en el laboratorio.....	47
2.5	Métodos para determinar la dureza.....	48
2.5.1	Dureza total.....	48
2.5.2	Dureza Cálcica.....	48
2.5.3	Dureza Magnésica.....	48
2.5.4	Dureza Permanente.....	49
2.6	Métodos para toma de datos.....	49
2.6.1	Selección de población para muestreo.....	49
2.6.2	Puntos de muestreo y sección de estudio.....	50
2.6.3	Toma de muestras.....	51
2.6.3.1	Muestreo manual.....	51
2.6.3.2	Muestra puntual.....	52
2.6.3.3	Muestreo al azar.....	52
2.6.3.4	Recipientes para las muestras.....	52
2.6.4	Control y vigilancia de las muestras.....	52
2.6.4.1	Etiquetas.....	53
2.6.4.2	Formato de solicitud de análisis y recepción.....	53
2.7	Determinar el caudal de las vertientes de agua en estudio.....	53
2.8	Cálculos.....	54
CAPITULO III.....		56
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....		56

3.1	Resultados.....	57
3.1.1	Resultado de análisis de agua de las vertientes.....	57
3.1.2	Resultado de los análisis del agua de los reservorios.....	62
3.1.3	Análisis de agua de llaves domiciliarios.....	66
3.1.4	Análisis Físico-Químico de los parámetros generales que interviene en dureza temporal y permanente.....	70
3.2	Conclusiones y Recomendaciones.....	75
3.2.1	Conclusiones.....	75
3.2.2	Recomendaciones.....	77
3.3	Referencias bibliográficas.....	78
3.3.1	Libros.....	78
3.3.2	Legislación.....	81
3.3.3	Lincografías.....	81
3.4	ANEXOS.....	83
	ANEXO 1. Ubicación del lugar de estudio.....	83
	ANEXO 2. Análisis físico-químico de agua de la vertiente marco 1.....	84
	ANEXO 3. Análisis físico-químico de agua de la vertiente marco 2.....	85
	ANEXO 4. Análisis físico-químico de agua de la vertiente moya.....	86
	ANEXO 5. Análisis físico-químico de agua de la vertiente el pungal.....	87
	ANEXO 6. Análisis físico-químico de agua de reservorio san Vicente.....	88
	ANEXO 7. Análisis físico-químico de agua de reservorio loma de kitu.....	89
	ANEXO 8. Análisis físico-químico de agua de reservorio pungal.....	90
	ANEXO 9. Análisis físico-químico de agua de llaves de instituto.....	91
	ANEXO 10. Análisis físico-químico de agua de llaves de alba caiza.....	92
	ANEXO 11. Análisis físico-químico de agua de llaves de amauta ñan.....	93
	ANEXO 12. Manual de operación y mantenimiento para el sistema de agua potable de la Parroquia Simiatug, Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar.....	94
	ANEXO 13. Fotografías.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	CONTENIDO	PAG
TABLA Nº 1	Clasificación de aguas según el grado de dureza.....	22
TABLA Nº 2.	Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.....	32
TABLA Nº 3.	Requisito para agua potable según norma INEN	34
TABLA Nº 4.	Resumen de la población actual beneficiaria de agua entubada....	43
TABLA Nº 5.	Población determinado para el muestreo.....	49
TABLA Nº 6.	Vertientes seleccionadas para muestreo.....	50
TABLA Nº 7.	Características de los reservorios.....	50
TABLA Nº 8.	Características de usuarios.....	51
TABLA Nº 9.	Medición de caudales de las cuatro vertientes.....	54
TABLA Nº 10.	Sumatoria de caudales por fechas de las cuatro vertientes.....	55
TABLA Nº 11.	Resultados de análisis Físico-Químico de las cuatro vertientes..	57
TABLA Nº 12.	Resultado de Análisis Físico-Químico de los tres reservorios....	62
TABLA Nº 13	Resultado de análisis Físico- Químico de agua de tres llaves.....	66
TABLA Nº 14	Resultado de lo Análisis Físico-Químico de agua de los diez puntos de muestreo.....	70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº	CONTENIDO	PAG.
	GRÁFICO N° 1. Resultado de parámetros: Dureza Cálcica, Magnésica, y Total de vertientes.....	58
	GRÁFICO N° 2 Resultado de los parámetros: Cloruros, Fosfatos, Sulfatos, Nitratos de vertientes.....	60
	GRÁFICO N° 3 Resultado de los parámetros: Dureza Cálcica, Magnésica, y Total de reservorios.....	63
	GRÁFICO N° 4. Resultado de los parámetros: Cloruros Fosfatos, sulfatos, nitratos de reservorios.....	64
	GRÁFICO N° 5 resultado de parámetros. Dureza Cálcica, Magnésica, Dureza Total de Llaves Domiciliarias.....	67
	GRÁFICO N° 6 Resultado de los parámetros: Cloruros, Fosfatos, Sulfatos, Nitratos de Llaves Domiciliarias.....	68
	GRÁFICO N° 7. Resultado del parámetro: Ph.....	71
	GRÁFICO N° 8. Resultado del parámetro: Conductividad.....	72
	GRÁFICO N°. 9. Resultado del parámetro: Calcio.....	73
	GRÁFICO N° 10. Resultado del parámetro: Magnesio.....	74

RESUMEN

El agua es la sustancia más abundante sobre la tierra y constituye el medio ideal para la vida. El ciclo hidrológico determina el estado físico del agua; en líquido, lluvias, ríos, océano, como sólidos en la nieve y como gas en las nubes. La calidad de este recurso depende de factores naturales y de la acción humana. El uso del agua en diferentes actividades, hace que altere las características físicas químicas, bacteriológicas y biológicas, afectando gravemente la existencia de la vida de los ecosistemas.

La presente investigación está orientada a la determinación de la dureza de agua, en el sistema de distribución de agua entubada de la parroquia Simiatug. El calcio y magnesio son los minerales causantes de la dureza temporal, este tiene su origen en las formaciones rocosas calcáreas, y pueden ser encontrados en mayor o menor grado; como en la mayoría de las aguas naturales. Los cloruros, sulfuros, fosfatos, nitratos intervienen en la dureza permanente que se origina por la agricultura, ganadería, industrialización, asentamientos urbanos con efluentes altamente contaminantes.

De acuerdo a la metodología aplicada para el proceso de la investigación se descubrió de manera objetiva la situación actual del sistema de distribución de agua entubada, de los niveles y parámetros que interviene en la dureza temporal como también en la dureza permanente.

Con los resultados obtenidos se pudo comparar y determinar el grado de la dureza que tiene el agua, en los puntos de estudio con lo que se da las recomendaciones técnicas para mejorar el servicio y la calidad de agua de consumo humano.

ABSTRACT

Water is the substance more abundant on earth, which represents is ideal medium for life. They hydrologic cycle determines the state in which it find: liquid in rain, rivers, oceans, as solids is insnow and asgas is in clouds. The quality of this resource depends on natural factors and human activity. They use of water in different activities does that changes they bacteriological and biological, chemical physical characteristics affecting seriously the existence of the life ecosystems.

The present research is aimed at the determination the hardness of water in the parish water distribution system. The Calcium and Magnesium are causing temporary hardness minerals, have their origin in the calcareous rock formations, and can be jocund is greater or less degree, in the majority of natural waters. The chloride, sulfides, phosphates and nitrates is induced in permanent hardness is caused by agriculture, cattle industrialization and urban settlement, with highly polluting effluents.

According to the methodology applied the process of the investigation is discovered objectively the current situation of piped water distribution system. levels and parameters indwell in the temporary hardness as also in the permanent hardness.

They results obtained could compare and determine the degree of toughness that has water in the points of study, which is given the technical recommendations to improve service.

I. INTRODUCCIÓN.

El agua es uno de los recursos naturales fundamentales para la vida, junto con el aire, la tierra y la energía. Estos constituyen los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo de la humanidad, y se encuentran en la naturaleza de diversas formas y características, cada una con funciones específicas dentro de los ecosistemas.

Hay que considerar que el ser humano influye sobre el ciclo del agua de dos maneras distintas: directamente mediante la extracción de los recursos naturales, hecho sin previa planificación, de manera indirecta alterando el estado natural de la vegetación y de los ecosistemas. Sin embargo debemos tener en cuenta que el agua después de su uso suele volver de nuevo al sistema hidrológico, si se deja sin ningún tipo de tratamiento afecta gravemente al ecosistema acuático.

Esto ha hecho necesario un cambio en los planteamientos sobre políticas de aguas, que han tenido que evolucionar desde una simple satisfacción en cantidad de las demandas, que contempla la falta de calidad del recurso y la protección del mismo, como garantía de un abastecimiento para la futura generación, como eje principal del desarrollo sostenible del ser humano.

La presente investigación expresa sobre la determinación de la dureza del agua de consumo humano, estudiado en el sistema de abastecimiento de agua de la Parroquia Simiatug con la finalidad de conocer las posibles dificultades en las tuberías de conducción, tanques de almacenamiento, o en los domicilios durante el uso diario en las actividades cotidianas e industriales que desarrollan en la parroquia.

El sistema de agua entubada que dirige la Junta Administradora de Agua Potable de Simiatug, viene funcionando desde el 2006. En estos últimos años el servicio al público tiene dificultad en los meses de verano, el caudal se disminuye por el cuarteamiento de los reservorios, lo que ha permitido realizar el diagnóstico enfatizando en los parámetros que determinan la dureza del agua.

Para dar conocimiento a como se encuentra estructurada la investigación, se establecen en III capítulos metodológicamente constituidos, los mismo que se detallan de la siguiente manera:

En el Capítulo I. Se hace referencia a la sustentación teórica que fortalece la investigación, el mismo que está estructurado por categorías fundamentales, así como: el agua, ciclo del agua, contaminación, características físicas-químicas, la dureza de agua y la normativa vigente en el Ecuador.

En el Capítulo II. Se establecen las metodologías a utilizar las mismas que servirán de apoyo para la orientación metodológica, sistemática, coherente y lógica que contiene para la investigación, con el fin de encontrar el camino, las herramientas y la dirección técnica para obtener la información y los resultados confiables que permita analizar de manera cualitativa y cuantitativa de los parámetros evaluados.

En el Capítulo III. Se interpreta los resultados de análisis de agua realizado en el laboratorio WASCORP S.A. y por último se realiza conclusiones, recomendaciones técnicas para el buen funcionamiento del sistema de agua de la parroquia Simiatug.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La degradación de los ecosistemas, el uso irracional e intensivo de los suelos, han generado variaciones drásticas en el ciclo hidrológico y en sus características físicas, químicas, biológicas del agua. El poder disolvente que tiene el agua incorpora a su paso materias orgánicas e inorgánicas, que aporta a la formación de la dureza en las aguas superficiales y subterráneas.

Se ha considerado que los factores principales que interviene en la formación de la dureza del agua son: de manera natural los minerales disponibles en las rocas, estiércol de los animales, descomposición de la materia orgánica, artificialmente provocado por el ser humano mediante la agricultura, ganadería, industrialización, urbanización desordenada, afectan en el ciclo hidrológico con efluentes altamente contaminantes.

Las vertientes que provee de agua para el consumo humano de la población urbana de Simiatug, está amenazado por aspectos naturales y antrópicas por el hecho de que están ubicados bajo las montañas de rocas, amplias llanuras donde hay pastoreo de animales, asentamientos humanos. Estos son los factores principales para que el agua durante el recorrido hasta el afloramiento adquiera elementos que conduzca a formación de dureza. Lo que determinó que el objeto de estudio sea el análisis de los parámetros de la dureza del agua, de consumo humano de la parroquia Simiatug.

III. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La determinación de la dureza del agua en el proceso de la distribución nos permitirá establecer recomendaciones técnicas, para mejorar la calidad del agua de consumo humano del centro urbano de la parroquia Simiatug?

IV. JUSTIFICACIÓN

Realizo está investigación para conocer la situación actual del sistema de agua entubada que dispone la población, considerando la escasa información escrita acerca de la dureza del agua de consumo humano en el centro urbano de la parroquia Simiatug, también de los posibles efectos en el sistema de la distribución del agua, los efectos producidos en los seres vivos. Por esta razón resulta primordial la realización de un estudio detenido que identifique los niveles de dureza del agua.

El presente trabajo investigativo tiene como fin realizar el estudio de determinación de la dureza del agua de consumo humano en las cuatro vertientes de captación, en tres reservorios de almacenamiento del agua, en las llaves domiciliarias considerando el muestreo aleatorio y la puntual; de manera que sean datos reales y confiables mediante el análisis en el laboratorio, para proponer medidas correctoras y preventivas que permita mejorar la calidad de servicio en la dotación y aprovechamiento del agua.

Por lo que se plantea, el presente trabajo investigativo con la finalidad de determinar los niveles de concentración de parámetros que intervienen en la dureza del agua, el mismo que permitirá adoptar y proponer recomendaciones técnicas en base a los resultados de los análisis.

V. OBJETIVOS

Objetivo General.

- Realizar la determinación de la dureza del agua de consumo humano de la Parroquia Simiátug, Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, periodo 2013-2014.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual del sistema de agua entubada de la parroquia Simiatug.
- Determinar el índice de la dureza de agua en cuatro vertientes, tres reservorios y tres llaves domiciliarias utilizando el método de muestreo puntual y aleatorio.
- Realizar un análisis comparativo y recomendaciones técnicas a los resultados de análisis de agua obtenidos del laboratorio con relación a los límites permitidos en las normas INEN 1108 (2012) y Texto de Legislación Ambiental TULSMA.

CAPITULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 El Agua

El agua es la sustancia más abundante sobre la tierra, y constituye el medio ideal para la vida, es imprescindible para los seres vivos que habitan en él. Se compone de tres átomos, dos de oxígeno que unidos entre sí forman una molécula de agua, H₂O. La forma en que las moléculas se unen entre sí determina el estado en que encontramos el agua en nuestro entorno; como líquido, en lluvias, ríos, océanos, etc, como sólidos en nieves y como gas en las nubes.

El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total, los glaciares y casquetes polares poseen el 1,74%, los depósitos subterráneos (acuíferos), 1,72% y el restante 0,04% se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos. El agua es un elemento común del sistema solar, hecho confirmado en descubrimientos recientes. (Fuente: UNESCO, 2009).

1.1.1 Ciclo Hidrológico

El ciclo hidrológico se define como el recorrido o movimiento de las masas del agua en nuestro planeta manteniendo los diferentes estados (líquidos, gaseosos y sólidos), además es un proceso continuo en el que una partícula de agua evaporada del océano vuelve al océano después de pasar por las etapas de precipitación, escorrentía superficial y/o escorrentía subterránea. Este flujo de agua se produce por dos causas principales: la energía solar y la gravedad (fuente: SAAVEDRA 2010, Pg. 26).

El ciclo hidrológico no sólo transfiere vapor de agua desde la superficie del planeta a la atmósfera sino que colabora a mantener la superficie del planeta más fría y la atmósfera más caliente. Además juega un papel de vital importancia: dosifica las temperaturas y las precipitaciones de diferentes zonas del planeta, intercambiando calor y humedad entre puntos en ocasiones muy alejados (fuente SAAVEDRA 2010, Pg. 29).

1.1.2 Fuentes de Agua en la Naturaleza

1.1.2.1 Agua superficial

Según, HEBERT DEL VALLE, 2007. “Las aguas superficiales están constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo a veces no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar

con información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua” (p. 43).

1.1.2.2 Agua subterránea

Según, HEBERT DEL VALLE, 2007. “Parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas. La explotación de estas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero” (pg. 43).

1.1.2.3 Manantial

Según, HEBERT DEL VALLE, 2007. Se puede definir un manantial como un lugar donde se produce un afloramiento natural de agua subterránea. El agua del manantial fluye por lo general a través de una formación de estratos con grava, arena o roca fisurada. En los lugares donde existen estratos impermeables, estos bloquean el flujo subterráneo del agua y permiten que aflore a la superficie, pg.44.

1.1.2.4 Agua de lluvia

Según, HEBERT DEL VALLE, 2007. La captación de agua de lluvia se emplea en aquellos casos en los que no es posible obtener aguas superficiales y subterráneas de buena calidad y cuando el régimen de lluvias sea importante. Para ello se utilizan los techos de las casas o algunas superficies impermeables para captar el agua y conducirla a sistemas cuya capacidad depende del gasto requerido y del régimen pluviométrico, pg.44.

1.2 La Contaminación del Agua

Según, CORONEL Y JIMÉNEZ 2006. La contaminación acuática es una alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua por sustancias ajenas, superando a los límites máximos o mínimos permisibles, de modo que afecta el bienestar del ser humano o de su medio ambiente, pg. 35.

1.2.1 Origen de la Contaminación

1.2.1.1 Natural

Según, CORONEL Y JIMÉNEZ, 2006. La contaminación natural consiste en la presencia de determinadas sustancias en el agua sin que intervenga la acción humana, estas sustancias pueden tener procedencias muy diversas: partículas sólidas y gases atmosféricos arrastrados por las gotas de lluvias y agua de deshielo; el polen, la espora, hojas secas, excrementos de peces y aves acuáticas. Todos estos residuos naturales sufren una serie de procesos químicos y biológicos que forman parte de la capacidad auto depuradora del agua y en su mayoría son eliminados naturalmente, pg. 35.

1.2.1.2 Antropogénico

Según, CORONEL y JIMÉNEZ, 2006. .El ser humano ha provocado la contaminación desde los primeros intentos de industrialización, iniciada a comienzos del siglo XIII. Los efectos se multiplican debido a que los efluentes se localizan en cauces de los cuerpos de agua dulce sin ningún tratamiento, pg. 35.

1.2.1.3 Urbana

Según, CORONEL y JIMÉNEZ, 2006. La contaminación de origen urbano es el resultado del uso del agua en viviendas, actividades comerciales y de servicios, las aguas residuales, son devueltas al receptor con contenidos de residuos fecales (alta carga biológica), desechos de alimentos (grasas, restos, etc.), en la actualidad hay incremento de productos químicos (lejías, detergentes, cosméticos, etc.), pg. 36.

1.2.1.4 Agrícola y Ganadera

Según, CORONEL y JIMÉNEZ, 2006. La contaminación de origen agrícola deriva, principalmente, del uso de plaguicidas, pesticidas, biosidas, fertilizantes y abonos, que son arrastrados por el agua de riego, llevando consigo sales compuestas de nitrógeno, fósforo, azufre y trazas de elementos organoclorados que llega al suelo por lixiviados que contamina las aguas subterráneas, pg. 36.

1.2.1.5 Industrias

Según, CORONEL y JIMÉNEZ, 2006. La contaminación de origen industrial produce un mayor impacto, por la gran variedad de materia orgánica, metales pesados, incremento de pH, temperatura, radioactividad, aceites, grasas, etc. Entre las industrias más contaminantes se encuentran las petroquímicas, las agroalimentarias, las energéticas (térmicas, nucleares, hídricas, etc.), papeleras, siderúrgicas, textiles y mineras, pg. 36.

1.3 Calidad del Agua

Según, ONU-Agua, marzo, 2011. La calidad de agua, depende de la acción humana y de factores naturales como: la erosión del substrato mineral, por acción atmosférica, evapotranspiración, la sedimentación de lodos y sales, lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo por los factores hidrológicos, el proceso biológico en el medio acuático altera la composición física, química biológica del agua.

Por lo general, la calidad se determina comparando las características físicas, químicas, bacteriológicas y biológicas de una muestra de agua con directrices o estándares establecidos en las normas. En el caso del agua potable, se establecen requisitos que asegure el suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano, de este modo, proteger la salud de las personas.

1.3.1 Generalidades de los Índices de Calidad De Agua

El agua potable es aquella que al consumir no produce daño al organismo del ser humano ni a los materiales equipos que son usados en la construcción del sistema; los requerimientos básicos para que el agua sea potable, son:

- Estar libre de organismos patógenos causantes de enfermedades.
- No contener compuestos de efecto adverso, agudo o crónico sobre la salud.
- No salina.
- Que no contenga compuestos que causen sabor y olor desagradables.
- Que no cause corrosión o incrustaciones en el sistema de abastecimiento.

1.3.2 Características Físicas del Agua

1.3.2.1 Turbidez

Según, ALDABE y ARAMENDÍA, 2005. “La presencia de materias en suspensión, arcilla, limos, coloides orgánicos, plancton y organismos microscópicos da lugar a la turbidez en un agua. Estas partículas (de dimensiones variables desde 10 mm hasta 0,1 mm)”.

1.3.2.2 Color

Según, ALDABE y ARAMENDÍA, 2005. “El color es importante, ya que da una indicación rápida de la calidad del agua. Hay dos tipo de color: el verdadero, producido por sustancias disueltas y que es el parámetro considerado en la norma; y el aparente, provocado por el color verdadero más el efecto de los sólidos en suspensión”.

1.3.2.3 Olor y sabor

Según, ALDABE y ARAMENDÍA, 2005. “El olor y el sabor son producidos por compuestos inorgánicos como orgánicos volátiles y lábiles que se encuentran en el agua desde su origen, como resultado de procesos biológicos, por contaminación humana o por la interacción de compuestos durante la potabilización. El olor y el sabor se deben a un amplio número de elementos son más de 5000 compuestos”.

1.3.2.4 Temperatura

Según, ALDABE y ARAMENDÍA, 2005. “La temperatura de un agua se establece por la absorción de radiación en las capas superiores del líquido. Las variaciones de temperatura afectan a la solubilidad de sales y gases en agua y en general a todas sus propiedades, tanto químicas como microbiología”.

1.3.2.5 Sólidos

Según, ALDABE y ARAMENDÍA, 2005. “Se clasifican”:

- **Sólidos totales.** Se define como sólidos la materia que permanece como residuos después de la evaporación y secado a 103 C.
- **Sólidos disueltos.** Son determinados directamente por diferencia entre los sólidos totales y los sólidos suspendidos.
- **Sólidos suspendidos.** Son determinadas por filtración a través de un filtro
- **Sólido Volátiles y sólidos fijos.** Esta determinación se suele hacer en aguas residuales y lodos.
- **Sólidos sedimentales.** Son sólidos en suspensión que se sedimentan en condiciones tranquilas, o por acción de la gravedad.

1.3.2.6 Conductividad

Según, ALDABE y ARAMENDÍA, 2005. “La conductividad es producida por los electrolitos disueltos en el agua. La conductividad eléctrica es la capacidad de un cuerpo de agua que conduce la electricidad; se mide la conductividad entre dos electrodos paralelos de 1 cm^2 separados 1 cm situados en el seno del agua”.

1.3.3 Características Químicas del Agua

1.3.3.1 Alcalinidad

Según, ALDABE y ARAMENDÍA, 2005. “Está representada por sus contenidos en carbonatos y bicarbonatos. Eventualmente los hidróxidos, boratos, silicatos, fosfatos. Las soluciones acuosas de boratos tienen un pH 8,3 y las de ácido carbónico 4,3”.

1.3.3.2 pH

Según, ALDABE y ARAMENDÍA, 2005. “El pH es una variable importante en el manejo de la calidad del agua pues influye en los procesos químicos y biológicos. Mide el balance de acidez de una solución y se define como el logaritmo negativo en base 10 de la concentración del ión H_3O^+ . La escala de pH va del 0 al 14 (muy ácido a alcalino), el valor de 7 representa la neutralidad”.

1.3.3.3 Dureza

Según, ALDABE y ARAMENDÍA, 2005. “La dureza representa la concentración de cationes metálicos multivalentes presentes en el agua. Es causada principalmente por las sales de Ca y Mg y en menor grado por Al, Fe, Mn, Sr y Zn. Por la variedad de compuestos que intervienen, la dureza se expresa como una cantidad equivalente de CaCO₃”.

1.3.3.4 Grupo del azufre

Según, ALDABE y ARAMENDÍA, 2005. “Los principales compuestos azufrados presentes en un agua son: H₂S, S²⁻, SO₃²⁻ y SO₄²⁻. En ocasiones, también existe S coloidal, en volcanes de zonas continentales y en aguas calientes. Existe un ciclo bioquímico del azufre inorgánico con S orgánico”.

1.3.3.5 Cloruros

Según, ALDABE y ARAMENDÍA, 2005. “Son compuestos de cloro con otro elemento o radical, presentes en casi todas las aguas naturales, en un amplio intervalo de concentraciones. De los más abundantes y estables es el cloruro de sodio (sal común) y en menor grado el de calcio y magnesio. Los cloruros provienen de la disolución de rocas basálticas y sedimentarias así como de efluentes industriales”.

1.3.3.6 Nitratos y nitritos

Según, ALDABE y ARAMENDÍA, 2005. “Los nitratos y los nitritos son iones presentes en la naturaleza intercambiables entre ambos a través de un gran número de reacciones químicas y biológicas. Los nitritos (NO₂) y nitratos (NO₃) se expresan, por lo general, en términos de nitrógeno oxidado total (NO_x). En las aguas superficiales y subterráneas, las concentraciones ascienden por lo general a unos cuantos mg/l. Los nitratos son reducidos a nitritos por la ausencia de oxígeno. Esta reacción puede llevarse a cabo de una manera parcial o completa”.

1.3.3.7 Los fluoruros

Según, ALDABE y ARAMENDÍA, 2005. “La mayor parte de los fluoruros son de baja solubilidad por ello la concentración en aguas naturales es normalmente baja, por lo general menor de 10 mg/l en aguas superficiales”.

1.3.3.8 Hierro y magnesio

Según, ALDABE y ARAMENDÍA, 2005. “Tanto hierro como magnesio crean problema en los suministros de agua. Por lo general estos problemas se dan en aguas subterráneas y en algunos casos también en aguas superficiales provenientes de algunos ríos y embalses”.

1.3.3.9 Fosfato

Según, ALDABE y ARAMENDÍA, 2005. “Elemento esencial para la vida, está implicado en un complejo ciclo bioquímico que implica el tránsito del elemento a través una serie de estados inorgánicos y orgánicos, que lo transforman vía microbiana. El P se origina por: disolución de rocas; lavado de suelos en los que se encuentra como resto de actividades ganaderas o agrícolas; aguas residuales domésticas”.

1.3.4 Principales Gases Disueltos

1.3.4.1 El CO₂

Según, ALDABE y ARAMENDÍA, 2005. “El CO₂ disuelto en el agua proviene de la respiración de los organismos acuáticos no fotosintéticos, de la descomposición de materias orgánicas, de la disolución ácida de carbonatos y de la lluvia. En un agua natural, los equilibrios anteriores son más complejos por la intervención de los iones disueltos del agua, especialmente de Ca²⁺ y Mg²⁺, cationes mayoritarios en las aguas”.

1.3.4.2 Oxígeno disuelto

Según, ALDABE y ARAMENDÍA, 2005. “Produce un medio oxidante y juega un papel de gran importancia en la solubilización o insolubilización de iones que cambia en la actividad de los microorganismos”.

1.3.5 Características Biológicas

1.3.5.1 Algas

Según, ALDABE y ARAMENDÍA, 2005. “Las especies planctónicas poseen un tamaño que oscila entre algunos mm y 20 μ m. Se definen las *algas* como organismos que realizan la fotosíntesis desprendiendo oxígeno, y que poseen cloroplastos. Pueden ser unicelulares o pluricelulares, filamentosas o formadoras de colonias”.

1.3.5.2 Microorganismos

Clasificación de los organismos en función de su tipología nutricional:

- **Organismos Fotoautótrofos:** usan la luz como fuente energética, y el CO₂ como fuente de carbono.
- **Organismos Fotoheterótrofos:** usan la luz como fuente energética, y varias fuentes de carbono orgánico como fuente de carbono.
- **Organismos Quimioautótrofos:** usan compuestos químicos como fuente energética, y el CO₂ como fuente de carbono.
- **-Organismos Quimioheterótrofos:** usan compuestos químicos como fuente energética, y varias fuentes de carbono orgánico como fuente de carbono.

1.3.5.3 Bacterias

Según, ALDABE y ARAMENDÍA, 2005 “Las bacterias que se pueden encontrar en el agua son de géneros muy numerosos, las que son patógenas para el hombre los colifórmes y los estreptococos que se utilizan como índice de contaminación fecal”.

1.4 Aguas Duras

Según, MUÑOZ, JOSÉ, 2004. “El termino dureza del agua se refiere a la cantidad de sales de calcio y magnesio disueltas en el agua. Estos minerales tienen su origen en las formaciones rocosas calcáreas, y pueden ser encontrados, en mayor o menor grado, en la mayoría de las aguas naturales. A veces se da como límite para denominar a un agua como dura una dureza superior a 120 mg CaCO₃/L”.

El agua adquiere la dureza cuando pasa a través de las formaciones geológicas que contienen los elementos minerales por su poder solvente los disuelve e incorpora. En las condiciones de pH bajo, el agua ataca las rocas, particularmente a la calcita (CaCO₃), entrando los compuestos en solución.

El carbonato cálcico (CaCO₃) es el carbonato más importante, que se presenta en la naturaleza como caliza, mármol y, en estado puro, como calcita. El agua que contenga CO₂ al tomar contacto con las formaciones de calcita, se transformara paulatinamente en hidrogenocarbonato, con lo que se disolverá. De esta forma se produce la “dureza debida a los carbonatos” es decir, debida a su contenido en iones HCO₃.

1.4.1 Tipos de Dureza

1.4.1.1 Dureza Temporal

Según, MUÑOZ, JOSÉ, 2004 “Corresponde a los contenidos de carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio. Puede ser eliminada por ebullición del agua y posterior eliminación por filtración de los precipitados formados. También se le conoce como Dureza de Carbonatos”.

Otra forma de explicarlo, cuando la dureza es numéricamente mayor que la suma de las alcalinidades de carbonatos y bicarbonatos, la cantidad de dureza que es su equivalente a esta suma se le llama dureza carbonatada, también llamada temporal, ya que al elevarse la temperatura del agua hasta el punto de ebullición, el calcio y el magnesio se precipitan en forma de carbonato de calcio e hidróxido de magnesio respectivamente.

1.4.1.2 Dureza Permanente

Según, MUÑOZ, JOSÉ, 2004 “Corresponde a la dureza que queda en el agua después de la ebullición, incluye sulfatos, cloruros y nitratos de calcio y magnesio. También se le conoce como Dureza de No Carbonatos”.

Otra explicación es que la cantidad de dureza en exceso de la carbonatada se le llama dureza de no carbonatos y se distingue como permanente, es decir, no puede eliminarse por agitación térmica, sino que son necesarios procesos químicos para eliminarla del agua.

1.4.1.3 Clasificación de Aguas Según Grado de Dureza

En el mundo existen una serie de clasificaciones del agua respecto a su contenido de dureza, siendo una de las más utilizadas la de la Organización Mundial de Salud (OMS) esquematizada en el siguiente orden.

TABLA N° 1 Clasificación de aguas según el grado de dureza

CaCO₃ y Mg. (mg/L)	Tipo de Agua
0 - 60	Blanda
61 - 120	Moderadamente dura
121 - 180	Dura
>180	Muy dura

Fuente: OMS.

1.4.2 Métodos que Determina la Dureza de Aguas

1.4.2.1 Método del jabón

Según, ZAMORA y MUÑOZ, 2004. “Originalmente se afirmaba que la dureza era la capacidad del agua para precipitar el jabón, por lo que el método consiste en titular el agua con una solución de jabón de concentración conocida, donde el indicador es la propia espuma del jabón, que sólo se forma cuando toda la dureza se ha consumido (o sea después que el jabón de sodio se ha combinado con los iones Ca⁺² y Mg⁺² formando jabones insolubles) con un volumen de solución de jabón que se puede determinar”.

Ecuaciones.

$$D = (n-f)2500/V = \text{mgCaCO}_3 / \text{L}$$

N+cm³ de solución jabonosa gastados

F= factor de espuma

V= volumen de la muestra empleada (en cm³)

Cálculo del factor de espuma:

1cm³ solución de jabón-----2.5 mg CaCO₃

(n-f) cm³ sc. de jabón----- (n-f)2.5

Vcm³----- (n-f) 2.5

1000cm³----- (n-f) 2500/V

1.4.2.2 Método Gravimétrico

Según, ZAMORA y MUÑOZ, 2004. “Es el método analítico más preciso para determinar la dureza total en aguas de composición desconocida. El calcio se determina por precipitación como oxalato, que luego se calcina para transformarlo en óxido de calcio. El magnesio se analiza precipitándolo como ortofosfato de magnesio y amonio, que también se calcina para convertirlo en pirofosfato de magnesio. La dureza total se calcula sumando el calcio y el magnesio de los residuos calcinados”.

El contenido de iones Ca^{2+} y Mg^{2+} recibe el nombre de “dureza total”. Se calcula, genéricamente, a partir de la suma de las concentraciones de calcio y magnesio existentes en miligramos por cada litro de agua; que puede ser expresado en concentraciones de CaCO_3 .

Ecuaciones

Es decir: Dureza (mg/l de CaCO_3) = $[\text{Ca}^{++}] + [\text{Mg}^{++}]$.

Donde:

$[\text{Ca}^{++}]$: Concentración de ión Ca^{++} expresado en mg/l.

$[\text{Mg}^{++}]$: Concentración de ión Mg^{++} expresado en mg/l.

Los coeficientes se obtienen de las proporciones entre el peso molecular del CaCO_3 y los pesos moleculares respectivos: 100/40 (para el Ca^{++}); y 100/24 (para el $[\text{Mg}^{++}]$).

1.4.2.3 Método del EDTA

Para, ZAMORA y MUÑOZ, 2004. “Este método consiste en titular la solución de agua dura con una solución de sal de sodio del ácido etileno –diamino-tetracético (EDTA) y utilizando como indicador negro de ferrocromo T, NET, (Eriocromo black T) que forma un complejo de color rojo vinoso el cual vira a azul cuando se ha agregado una cantidad de sal de EDTA”.

Ecuación
$$[\text{CaCO}_3] = \frac{V_1 \times M \times 10^5}{V_2}$$

$CaCO_3$ = concentración de carbonato de calcio en ppm (mg/L)

V_1 = volumen consumido de EDTA (ml)

M = molaridad exacta del EDTA

V_2 = volumen de la muestra (ml)

1.4.3 Consecuencias del Agua Dura

Uno de los efectos del agua dura que más frecuentemente se observa en el quehacer doméstico, se manifiesta sobre la acción de los jabones. Con el agua dura se pueden perder hasta 2/3 partes del detergente usado y, además de producirse un mayor desgaste de la ropa por la rugosidad de los tambores de las lavadoras, se producen manchas de cal en las vajillas, griferías y sanitarios.

Los resultados de diversos estudios han sugerido que una variedad enfermedades están relacionadas con la dureza de agua. Éstas incluyen ciertos defectos y anomalías del sistema nervioso como la anencefalia, mortalidad perinatal y varios tipos de cáncer. Con respecto a los tipos de cáncer relacionados con la dureza estudiados en los últimos años, se encuentran el cáncer rectal, cáncer de colon, cáncer de páncreas, cáncer de pulmón y cáncer de próstata, todos ellos estudiados por **Chun-Yang**, científico taiwanés que analizaba esta relación mediante estudios epidemiológicos de caso-control, los cuales presentan variables muy locales.

En la industria petrolera las incrustaciones naturales que más preocupan a los productores de petróleo son el carbonato de calcio y sulfato de calcio, las cuales se producen por temperatura, presión y sales disueltas totales en los diferentes procesos. En esta industria también puede producirse corrosión, la cual está muy ligada a la presencia de dióxido de carbono (CO_2).



Los problemas causados por la dureza se presentan en los sistemas cerrados de distribución en donde se producen incrustaciones o corrosiones. En estos últimos tiempos estos problemas se han ido solucionando con la implementación de tuberías de plástico, las cuales no sufren estos problemas.

Los principales problemas en el riego tecnificado por aspersión son causados por el calcio en combinación con el bicarbonato (HCO_3) y ocasionalmente por el sulfato (SO_4), los cuales forman depósitos en los aspersores durante los períodos de baja humedad (menor a 30%) y alta evaporación. La formación de estos depósitos causa serios problemas en la eficiencia de los sistemas de riego por aspersión

1.5 Importancia del Agua

La calidad del agua potable es de suma importancia para la salud, por lo cual la mayoría de los países tienen legislaciones internas relacionadas con las aguas de consumo humano. Estas normas sirven para determinar la responsabilidad de los distintos sectores involucrados en la producción y distribución del agua potable, su monitoreo y su control

El agua es uno de los elementos naturales que se encuentra en mayor cantidad en el planeta Tierra. Es esencial para que tanto los vegetales como los animales, el ser humano y todas las formas de vida puedan existir. Es importante tener en cuenta que los organismos de todos los seres vivos están compuestos en una alta proporción por agua. Así, el agua se vuelve un elemento de suma importancia para la existencia de la vida.

1.6 Acceso al Agua Potable

El agua adecuada para el consumo humano se llama agua potable. El agua que no reúne las condiciones adecuadas para su consumo puede ser potabilizada mediante filtración o mediante otros procesos fisicoquímicos.

El agua, como el alimento, es un bien natural insustituible, un recurso estratégico y el sustento de todas las formas de vida. Sin embargo, una de cada siete personas en el mundo no tiene acceso al agua potable y casi el 40% de la población mundial, unos 2.600 millones de personas, carece de sistemas adecuados de saneamiento doméstico o depuración de aguas residuales (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, Informe 2006) pg. 33.

Entre el 30 y el 40 % de los ecuatorianos que habita en las zonas rurales carece de acceso a agua potable y la mayoría del recurso hídrico residual del país no es tratada. En cambio, en las ciudades, donde viven unas tres cuartas partes de los ecuatorianos más del 90 % de la población tiene acceso tanto a agua potable como a sistemas de saneamiento. (FONAG 2011) pg. 33.

1.7 Normativa Vigente

1.7.1 Constitución del Ecuador

De la carta magna del año 2008, se ha tomado los siguientes artículos referentes al uso y aprovechamiento del agua:

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. 32.- “La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir”.

Art. 264.- “Los Gobiernos Municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determinen la ley: numeral 4.- “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”.

Art. 276.- “El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: numeral 4.- Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y

de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural”.

Art. 411.- “El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua”.

1.7.2 *Ley De Aguas*

De Ley de Agua de 1972, codificada en el 2004, se ha tomado los siguientes artículos referentes al uso y aprovechamiento del líquido vital:

Art. 1.- “Las disposiciones de la presente Ley regulan el aprovechamiento de las aguas marítimas, superficiales, subterráneas y atmosféricas del territorio nacional, en todos sus estados físicos y formas”.

Art. 13.- “Para el aprovechamiento de los recursos hidrológicos, corresponde a la Secretaria Nacional Del Agua”:

- a) Planificar su mejor utilización y desarrollo;
- b) Realizar evaluaciones e inventarios;
- c) Delimitar las zonas de protección;

- d) Declarar estados de emergencia y arbitrar medidas necesarias para proteger las aguas;
- e) Propender a la protección y desarrollo de las cuencas hidrográficas.

Art. 22.- “Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna”.

Art. 36.- “Preferencias para las concesiones.- Las concesiones del derecho de aprovechamiento de aguas se efectuarán de acuerdo al siguiente orden de preferencia:

- a. Para el abastecimiento de poblaciones, para necesidades domésticas y abrevadero de animales;
- b. Para agricultura y ganadería;
- c. Para usos energéticos, industriales y mineros; y,
- d. Para otros usos”.

Art. 39.- “Las concesiones de agua para consumo humano, usos domésticos y saneamientos de poblaciones, se otorgarán a los Municipios, Consejos Provinciales, Organismos de Derecho Público o Privado y particulares, de acuerdo a las disposiciones de esta Ley”.

Art. 55.- “Las personas obligadas a la utilización de aguas pagarán la tarifa respectiva, la utilicen o no, debiendo tomarse en cuenta para establecer dicha tarifa, la amortización del capital invertido en el canal y obras complementarias, los gastos de operación y mantenimiento y el tiempo necesario de utilización, en las proporciones y condiciones que serán regulados en el reglamento, que,

elaborado por el Consejo Secretaría Nacional Del Agua, deberá ser expedido por el Ministerio de Agricultura y Ganadería”.

1.7.3 Texto Unificado De Legislación Ambiental. Libro Vi, “De La Calidad Ambiental”, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua

Según el párrafo introductorio y los artículos del presente instrumento legal dicen: “La presente normativa 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”.

Art. 4.1.1.1 “Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que se emplea en actividades como:

- a. Bebida y preparación de alimentos para consumo.
- b. Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios.
- c. Fabricación o procesamiento de alimentos en general”.

Art. 4.1.1.3.- “Las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de desinfección, deberán cumplir con los requisitos que se mencionan a continuación (ver tabla 2)”:

TABLA 2. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo
			Permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amoniaco	N-amoniacal	mg/l	1
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,01
Cobalto	Co	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1
Color	color real	Unidades de color	20
Coliformes Totales	nmp/100 ml		50*
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	250
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	2
Dureza	CaCO ₃	mg/l	500
Estaño	Sn	mg/l	2
Fluoruros	F	mg/l	Menor a 1,4
Hierro (total)	Fe	mg/l	0,3
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia Flotante			Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,025
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1
Olor y sabor			Ausencia
Oxígeno disuelto	O.D	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo
			Permisible
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de Hidrógeno	pH		06-sep
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	250
Sólidos disueltos totales		mg/l	500
Temperatura	°X		Condición Natural +/- 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	10
Uranio Total		mg/l	0,02
Vanadio	V	mg/l	0,1
Zinc	Zn	mg/l	5
Hidrocarburos Aromáticos			
Benceno	C ₆ H ₆	mg/l	0,01
Benzo-a- pireno		mg/l	0,00001
Pesticidas y Herbicidas			
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados y carbamatos	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1
Toxafeno		μg/λ	0,01
Compuestos Halogenados			
Tetracloruro de carbono		mg/l	0,003
Dicloroetano (1,2-)		mg/l	0,01
Tricloroetano (1,1,1-)		mg/l	0,3

Nota:

* Cuando se observe que más del 40% de las bacterias coliformes representadas por el Índice NMP, pertenecen al grupo coliforme fecal, se aplicará tratamiento convencional al agua a emplearse para el consumo humano y doméstico (fuente TULSMA).

1.7.4 Norma Técnica Ecuatoriana Inen 1108:2011

TABLA N° 3. Requisito para agua potable

PARAMETRO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMESIBLE
Características físicas		
Color	Unidades de color verdadero (UTC)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	--	no objetable
Sabor	--	no objetable
pH	--	6,5 - 8,5
Sólidos totales disueltos	mg/l	1 000
Inorgánicos		
Aluminio, Al	mg/l	0,25
Amonio, (N-NH3)	mg/l	1
Antimonio, Sb	mg/l	0,005
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	0,3
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN	mg/l	0
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 - 1,5
Cloruros, Cl	mg/l	250
Cobalto, Co	mg/l	0,2
Cobre, Cu	mg/l	1
Cromo, Cr (cromo hexavalente)	mg/l	0,05
Dureza total, CaCO3	mg/l	300
Estaño, Sn	mg/l	0,1
Flúor, F	mg/l	1,5
Fósforo, (P-PO4)	mg/l	0,1
Hierro, Fe	mg/l	0,3
Litio, Li	mg/l	0,2
Manganeso, Mn	mg/l	0,1
Mercurio, Hg	mg/l	0
Níquel, Ni	mg/l	0,02
Nitratos, N-NO3	mg/l	10
Nitritos, N-NO2	mg/l	0
Plata, Ag	mg/l	0,05
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Potasio, K	mg/l	20
Selenio, Se	mg/l	0,01
Sodio, Na	mg/l	200
Sulfatos, SO4	mg/l	200
Vanadio, V	mg/l	0,1
Zinc, Zn	mg/l	3
Radiactivos		
Radiación total a **	Bq/l	0,1
Radiación total b ***	Bq/l	1

(Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria)

1.8 Marco Conceptual

Agua. Líquido incoloro, inodoro e insípido, compuesto por dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O).

Agua cruda. Es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características: físicas, químicas o microbiológicas.

Agua potable. Es el agua cuyas características físicas, químicas y microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano.

Aguas residual. Son aguas resultantes de actividades industriales que hayan sufrido degradación en su calidad original.

Agua dulce. Agua con una salinidad igual o inferior a 0.5 UPS.

Agua subterránea. Es toda agua del subsuelo, que se encuentra en la zona de saturación es decir por debajo del nivel freático.

Análisis. Proporciona datos cualitativos y cuantitativos realizados a muestras de agua en un laboratorio.

Calidad. Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.

Ciclos del agua. Se denomina al continuo intercambio de agua dentro de la hidrosfera, entre la atmósfera, el agua superficial y subterránea y los organismos vivos.

Cloro residual. Cloro remanente en el agua luego de al menos 30 minutos de contacto.

Desinfección. Proceso de tratamiento que elimina o reduce el riesgo de enfermedad que pueden presentar los agentes microbianos patógenos, constituye una medida preventiva esencial para la salud pública.

Dureza total. Es la cantidad de calcio y magnesio presente en el agua y expresado como carbonato de calcio.

Escorrentía. Caudal superficial de aguas, procedentes de precipitaciones que corre por la superficie.

Límite máximo permisible. Representa un requisito de calidad del agua potable que fija dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico del momento un límite sobre el cual el agua deja de ser apta para consumo humano.

Mantenimiento. Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que las instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.

Metales pesados. Metales de número atómico elevado, como cadmio, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, níquel, plomo, y zinc.

mg/l. (miligramos por litro), unidades de concentración de parámetros físico químicos.

Sistema de distribución. Comprende las obras y trabajos auxiliares construidos desde la salida de la planta de tratamiento hasta la acometida domiciliaria.

Sistema de abastecimiento de agua potable. El sistema incluye las obras y trabajos auxiliares construidos para la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y sistema de distribución. **µg/l.** (microgramos por litro), unidades de concentración de parámetros físico químicos.

UPS. Unidad práctica de salinidad y representa la cantidad de gramos de sales disueltas en un kilo de agua.

Usuario. Es toda persona natural o jurídica de derecho público o privado, que utilice agua tomada directamente de una fuente natural o red pública.

CAPITULO II

2. APLICACIÓN METODOLÓGICA

En la elaboración de la presente tesis se ha utilizado como herramientas fundamentales el tipo de investigación descriptiva, de campo y las técnicas de observación, lectura comprensiva; los cuales permitieron describir las características relevantes de los sitios del estudio.

Con la aplicación de esta metodología nos facilitó una serie de herramientas teóricas y prácticas para la determinación de la dureza del agua, en las cuatro vertientes: El Pungal, Marco 1, Marco 2 y La Moya. En reservorios de Pungal, San Vicente, Loma de kitu se aplicó la técnica de muestreo puntual y el muestreo al azar en los grifos de agua domiciliaria, tales como: en Instituto Tecnológico Superior, Alba Caiza, Unidad de Milenio Amawta Ñan. Luego de obtener estos insumos desde el laboratorio, se realizó un análisis comparativos de los límites permisibles establecidos en las normas INEN y TULSMA.

2.1 Descripción Del Área De Estudio

2.1.1 División Política

País	Ecuador
Región	Sierra.
Provincia:	Bolívar.
Cantón:	Guaranda.
Parroquia:	Simiatug.
Lugares investigados:	El Pungal, Marco 1, Marco 2, La Moya, San Vicente, Loma de kitu, Instituto Tecnológico Superior, Alba Caiza, Unidad de Milenio Amawta Ñan.

2.1.2 Ubicación Cartográfica

Altitud	3200- 3500 m.s.n.m
Latitud	78° 57,573
Longitud	01° 17'465''

2.1.3 Límites

Norte	provincia de Cotopaxi
Sur:	parroquia de Salinas
Este:	provincias de Tungurahua y Chimborazo.
Oeste:	parroquia de Facundo Vela.

2.1.4 Condiciones Ambientales

Temperatura media anual:	12-14 °C
Precipitación media anual:	800 mm/año
Humedad relativa:	75 (%)

2.1.5 Zona de Vida

La zona agroecológica en estudio está dentro del piso Montano perteneciente a Bosque Seco Húmedo Montano bajo (bhmb) y Bosque Muy Húmedo Montano (bmhm), según la clasificación de Holdridge, L 1979.

2.1.6 Uso de Agua

La disponibilidad del agua en la parroquia de Simiátug se resumen: para consumo humano 75 fuentes con 21.86 l/seg para riego 35 fuentes con 118.62 l/seg (Fuente: alianza Para el Desarrollo de Bolívar, Pg. 106)

2.1.7 Uso del Suelo

Los suelos de la parroquia Simiátug son de origen volcánico, es parte del ecosistema páramo de la cordillera Occidental de los Andes y la zona de transición, montano bajo temperado. Las fuertes pendientes, la deforestación e inadecuadas prácticas agropecuarias hacen que los suelos pierdan fácilmente su fertilidad, quedando así suelos superficiales franco arenosos y franco arcillosos.

Los principales rubros para el sustento diario de las familias campesinas se generan de la producción agrícola (papas, mellocos, habas, cebolla, ajo, cereales, pastos), también de la producción pecuaria (ovino, bovino, porcinos, camélidos y especies menores), en pocas familias hay la producción forestal, artesanal, acuacultura, la minería de material pétreo, entre otros.

2.1.8 Servicios Básicos

Vías de comunicación de segundo orden que conecta a la ciudad de Ambato, Guaranda, El Corazón. Las compañías de transportes que dan servicio son: Ambateñita, Águila Dorada, Cándido Rada y las camionetas de alquiler.

Existe el Centro Materno Infantil, la Policía Nacional que da servicio todos los días incluidos los domingos. En la parte educativa se predominan Unidad Educativa del Milenio Amawta Ñan, Unidad Educativa Félix Granja, Instituto Tecnológico Superior Simiatug, escuelas Básicas Bilingües de las comunidades que pertenecen a la parroquia.

La energía eléctrica, línea telefónica, canales de televisión no son eficaces en el servicio; de la misma forma el alcantarillado, agua entubada, agua de riego faltan el abastecimiento en el centro urbano y en las comunidades.

2.2 Red de Sistema de Agua Entubada

La parroquia de Simiatug cuenta con un sistema de agua entubada que comprende de: cuatro vertientes, tres tanques de reservorio, conducción y conexiones domiciliarias, que fueron construidos en el año 2006, con el apoyo del cura párroco de la parroquia Simiatug y donaciones de las instituciones extranjeras, sin embargo se ha construido sin la asistencia técnica, de todo el sistema del agua entubada.

2.2.1 Componentes del Sistema de Agua Entubada

2.2.1.1 Captación

En todas las vertientes de abastecimiento se encuentran construidos un tanque de hormigón de un metro cuadrado, con tapa metálica. El agua brota a simple vista sin partículas sólidas, a la entrada del reservorio no tiene desarenadores. En los

sitios de captación, no presenta problemas de los suelos inestables o excavaciones en talud, por lo que se puede seguir usando sin problemas, realizando los continuos mantenimientos.

2.2.1.2 Conducción

La línea de conducción inicia desde las vertientes Marco 1 y Marco 2 aproximadamente 2.000 metros con tubería de PVC de 50 mpa, tiene una topografía muy irregular has llegar al reservorio San Vicente, el vertiente Pungal está cerca al reservorio que no supera a los 10 metros de longitud, la vertiente Moya está a una distancia de 300 metros hasta el reservorio Loma de Kitu con tubería de PVC de 50 mpa.

2.2.1.3 Tratamiento

En todo el sistema de abastecimiento del agua no existe ningún tipo de tratamiento. En épocas de las lluvias hay más presencia de contaminaciones biológicas.

2.2.1.4 Reservorios

Los tanques de reserva están contruidos de hormigón, con una capacidad de 5000 litros cada uno, además tiene sifones de entrada y salida, también las llaves de regulación y de mantenimiento. La caseta de cloración está en buen estado en todos los reservorios, por la contaminación biológica, los equipos de cloración se utilizan con más frecuencia en las épocas de lluvias.

2.2.1.5 Red de Distribución y Conexiones Domiciliarias

El sistema de distribución cuenta al momento con 8600 metros de tubería y 386 conexiones domiciliarias que se encuentran en un buen estado, a pesar de estos, en las épocas de lluvia presentan fuertes presiones, que destruyen las conexiones.

2.3 Población Beneficiaria del Sistema del Agua Entubada

La población beneficiaria se distribuye en: domiciliarias, instituciones educativas, instituciones privadas, y las públicas. A más de estas instituciones, se benefician personas que circulan frecuentemente por motivos de trámites o por el turismo que llegan de distintas provincias.

Los datos de la población actual beneficiaria del sistema de agua entubada de la parroquia Simiatug:

TABLA N° 4. Resumen de la población actual beneficiaria de agua entubada.

Detalle	Población Actual Beneficiaria		
	Conexión	Usuario por conexión	Total usuario
Domicilios.	380	3	1140
Instituto Simiátug	1	550	550
U. Educativa Félix Granja.	2	400	800
U. Educativa Amawta Ñan	1	500	500
U. educativa Mons. Leonidas Proaño	1	100	100
Total	385		3090

Elaborado por: Pachacutic Caiza.

2.4 Materiales y Metodología Aplicada

2.4.1 Tipo de Investigación

Durante el presente estudio, se ha propuesto el tipo de investigación “Descriptiva” y de campo, porque se detalla todas las referencias de los hechos suscitados durante el proceso de investigación, como: diagnóstico de la situación de todo el sistema de distribución de agua, recolección de muestras del agua, utilizando el protocolo para el análisis de laboratorio.

Por el procedimiento establecido y ejecutado durante el muestreo, análisis de laboratorio la investigación es “Cuasi” experimental. Con este tipo de investigación se determinó la concentración de: Calcio, Magnesio, Cloruros, Fosfatos, Sulfatos, Nitratos, conductividad y pH. Estos son los parámetros que se determinaron la dureza de aguas naturales de los cuatro vertientes.

Por la interpretación de los resultados la investigación es “Documental”, porque se comparó los resultados de los parámetros analizados en el laboratorio, con los límites máximos permisibles establecido en la noma INEN y TULSMA, con ello se examinó el estado actual del sistema de distribución y la calidad del agua.

2.4.2 Métodos de Estudio

El método empleado corresponde a “Inductivo”, el mismo que permitió un análisis ordenado, coherente y lógico para enfocar mediante el diagnóstico: la problemática actual de todos los componentes del sistema de distribución de agua.

El “Deductivo”, es el que facilitó realizar un análisis explicativo de cada uno de los parámetros que determina la dureza de agua, mediante los datos obtenidos en el laboratorio.

El método de “Análisis”, el mismo que permitió realizar un análisis comparativo entre los resultados obtenidos del laboratorio, con los límites permisibles establecidos por las normas INEN requisitos para aguas potables y el TULSMA requisito para agua de consumo humano.

2.4.3 Técnicas Aplicadas

En el presente estudio se utilizó como herramientas de apoyo las siguientes técnicas primarias:

Mediante la técnica de la “Observación”, nos permitió obtener la información directa e inmediata sobre la realidad actual de los componentes del sistema de agua entubada de la parroquia Simiátug.

La técnica de “Muestreo” facilitó tomar muestras, la técnica de “Puntuales” en las vertientes y reservorios. El muestreo al “Azar” se aplicó para las llaves domiciliarios, se aplicó todo el protocolo establecido en el manual facilitado por la norma INEN. Con estas técnicas se logró obtener ejemplares suficientes y apropiados para llevar hasta el laboratorio correspondiente.

“Lectura comprensiva”, es una de las técnicas fundamentales que permitió obtener informaciones de las diferentes fuentes bibliográficas, la misma que apoyó plasmar con claridad los conceptos de los procesos que se desarrolló durante el estudio de investigación, además facilitó a interpretar con una visión más analítica y objetiva de los resultados obtenidos del laboratorio.

2.4.4 Materiales Utilizados

Los materiales que se utilizó para realizar el muestreo con la técnica “puntual” y “azar” se consideró importantes para este trabajo, conforme establece en el manual para los análisis de agua según de la norma INEN, estos fueron de carácter obligatorio para que el proceso de análisis en el laboratorio no se altere los parámetros a evaluar.

2.4.4.1 Materiales Utilizados Durante el Muestreo

- Libreta de campo.
- Envases plástico estéril de 120 ml con tapas roscas.
- EPP adecuado (guantes quirúrgicos, mandil, mascarilla).
- Hielo para mantener refrigerado la muestra.
- Cintas de seguridad.
- Transporte para movilización durante el muestreo y has laboratorio.

2.4.4.2 Materiales de Oficina

- Cámara fotográfica.
- Computadora, Impresora. Flash memory.
- Bolígrafos y lápices, hojas de papel bond.
- Tablas de las normas INEN TULSMA y libros de consulta.
- Mobiliarios.

2.4.4.3 Materiales y Reactivos Utilizados en Laboratorio

a. Materiales de laboratorio

- Soporte universal.
- Bureta de 50 ml.
- Pinza para buretas.
- Erlenmeyer de 250 ml.
- 1 pipeta de 25 ml.
- Espectrómetro, para determinar nitratos, fosfatos y sulfatos.

b. Reactivos para el método de titulación con EDTA

- Buffer pH 10.
- Indicador de negro Eriocromo T.
- Solución normalizada de EDTA 0.01.
- Solución acuosa de NaOH 1N.
- Indicador Murexida.

2.5 Métodos para Determinar la Dureza

2.5.1 Dureza Total

- Medir 25 ml de muestra y transferir a un Erlenmeyer de 250 ml.
- Añadir una pisco de indicador negro de eriocromo T.
- Añadir tres gotas de solución tampón buffer, agitar bien y observar que un color rojo vino se desarrolla.
- Titular con la solución EDTA 0,01 M hasta que cambie a color azul.
- Anotar los ml de ácido empleados.

2.5.2 Dureza Cálcica

- Medir 25 ml de muestra y transferir a un Erlenmeyer de 250 ml.
- Añadir una pisco de indicador murexida
- Añadir tres gotas de solución NaOH 0.1N, agitar bien y observar que un color rosado se desarrolla.
- Titular con la solución EDTA 0,01 M hasta que cambie a color violeta.
- Anotar los ml de ácido empleados.

2.5.3 Dureza Magnésica

Es el resultado de la resta de la dureza total con la dureza cálcica.

2.5.4 Dureza Permanente

En la dureza permanente, interviene elemento como los nitratos, sulfatos, fosfatos que se determinan de manera directa con el instrumento adecuado y método establecido.

2.6 Métodos para Toma de Datos

Previo al estudio de determinación de la dureza del agua, se realizó un recorrido para la verificación de los puntos claves para el muestreo, en la fecha jueves 13 de julio, del 2013, en compañía de señor José Poaquiza responsable del mantenimiento del sistema de agua entubada, el mismo que cumple la función de tesorero de la junta administradora del agua de la parroquia Simiátug.

2.6.1 Selección de Población para Muestreo

Para la determinación de los puntos de muestreo fue necesario tener un dialogo con el directorio de la junta administradora del agua, se realizó con el fin de informar a ellos, el estudio que se efectuará en el sistema del agua entubada, en las vertientes, los reservorios, y las llaves domiciliarias.

TABLA N° 5. Población determinado para el muestreo

Vertientes	4	Marco 1, Marco 2 Moya, Pungal
Reservorios	3	San Vicente, Pungal, Loma de Kitu
Domicilios.	3	Instituto, Alba Caiza, Amawta Ñan
Total	10	

Elaborado por: Pachacutic Caiza

2.6.2 Puntos de Muestreo y Sección de Estudio

A continuación se detallan las características y la ubicación geográfica de los sitios que fueron seleccionados para la recolección de las muestras.

TABLA N° 6. Vertientes seleccionadas para el muestreo

Nombre de vertientes	Coordenadas			Agua de consumo humana	Características del lugar
	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)		
El pungal	01° 17. 522	078° 57. 855	3280	Si	Cerramiento platas nativas.
La moya	01° 17. 728	078° 57. 730	3260	Si	Plantas nativas pastos
El marco 1	01° 17. 734	078° 57. 049	3376	Si	Plantas nativas
El marco 2	01° 17. 754	078° 57. 036	3385	Si	Plantas nativas

Elaborado por: Pachacutic Caiza.

TABLA N° 7. Características de los reservorios

Nombre de reservorio	Coordenadas			Agua de consumo humana	Características del lugar
	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)		
El pungal	01° 17. 522	078° 57. 855	3280	Si	Cerramiento y planta nativa
San vicente	01° 17. 730	078° 57. 734	3290	Si	Cerramiento
La loma	01° 17. 500	078° 57. 601	3250	Si	Cerramiento

Elaborado por: Pachacutic Caiza

TABLA N° 8. Características de los usuarios

Nombre de usuarios	Coordenadas			Agua de consumo humano	Características del lugar
	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)		
Amawta Ñan	01° 17. 297	078° 57. 626	3235	Si	Área educativo
Instituto	01° 17. 469	078° 57. 573	3203	Si	Área educativo
Alba Cianza	01° 17. 456	078° 57. 570	3206	Si	Domicilio

Elaborado por: Pachacutic Caiza.

2.6.3 Toma de Muestras

El objetivo de la toma de muestras, fue para la obtención de una porción de efluente, cuyo volumen sea adecuado para facilitar el traslado y manipulado en el laboratorio. Fue para mantener la representatividad adecuada que requiere durante el proceso de análisis. Para efecto se consideró realizar dos tipos de muestreo de manera manual: técnica “Puntual” para las vertientes y reservorios, técnica “Azar” para las llaves de grifos domiciliarias.

2.6.3.1 Muestreo manual

La situación geográfica y topográfica del acceso a sitio de la recolección de las muestras, además de los equipos costosos que necesitan para el dicho trabajo, se procedió a realizar el muestreo manual, con el protocolo establecido en el manual y la norma técnica INEN. Se hizo con un mínimo de equipo, que los materiales utilizados no fueron de alto costo.

2.6.3.2 Muestra Puntual

En las cuatro vertientes y en los tres reservorios se aplicó el muestreo “Puntual” con la finalidad de obtener muestras representativas, con cualidades apropiadas, se utilizó para el traslado y análisis en el laboratorio.

2.6.3.3 Muestreo al Azar

Para tomar la muestra en las llaves domiciliarias se optó realizar con la técnica de “azar” por el número de usuarios. Cabe indicar que se procedió la toma de muestra con el mismo protocolo de las muestras puntuales. Se procedió para mantener cualidades apropiadas para el traslado y análisis en el laboratorio.

2.6.3.4 Recipientes para las Muestras

Los recipientes utilizados para la recolección de las muestras, para realizar análisis físico-químicos, se usaron frascos de plástico estériles de 125 ml, estos porque se necesitaron 11 parámetros para determinar la dureza del agua.

2.6.4 Control y Vigilancia de las Muestras

Los siguientes procedimientos resumen los principales aspectos del control y vigilancia de las muestras, tales como:

2.6.4.1 Etiquetas

Este material sirve para prevenir confusiones en la identificación de las muestras, se apegó al frasco con etiquetas adhesivas donde se anota, con la tinta a prueba de agua, la información básica son: número de muestra, nombre del recolector, fecha, hora y lugar de recolección.

2.6.4.2 Formato de Solicitud de Análisis y Recepción

Las muestras fueron trasladadas hasta el laboratorio, se entregó adjunto con una solicitud de análisis. La parte del formato correspondiente al laboratorio, completó el personal técnico, en la hoja de solicitud se anotó: nombre de la persona que recibe la muestra, número del orden que se entrega en el laboratorio, fecha de recepción, y los parámetros a ser analizados.

La persona responsable del laboratorio inspeccionó las condiciones de las muestras, y comparó la información de la etiqueta para registrar en el libro del laboratorio, luego se procedió guardar en el cuarto o cabina de almacenamiento de las muestras, hasta que sea asignada a un analista.

2.7 Determinar el Caudal de las Vertientes en Estudio

Este proceso de determinar la cantidad del agua, facilita una información de la disponibilidad del líquido vital y de su calidad. Para ello existen numerosas metodologías, en este caso se aplica el método volumétrico, que consiste en colocar un balde graduado en el lugar de salida del agua y con el cronómetro se

tomó el tiempo que se tarda en llenar el dicho recipiente, para ello medir por lo menos 3 veces. Con los datos obtenidos se aplica una fórmula para determinar el caudal.

2.8 Cálculos

a) Determinar el Caudal de las Vertientes en Estudio

$$Q = V/t$$

Dónde:

Q = Caudal

V = Capacidad del recipiente (litros)

T = tiempo (segundos)

$$Q = \frac{15 \text{ litros}}{2,81 \text{ s}} = 5,33 \text{ Lt/Seg}$$

Con la misma fórmula se calculó todas las mediciones de los caudales, con una diferencia que para las vertientes de menor caudal se utilizó recipiente de 10 y 5 litros.

TABALA N° 9. Medición de caudales de las cuatro vertientes.

Nombre de vertientes	Fechas de Medición de caudal. (Lt/Seg)				Suma de caudales	Promedio del caudal
	09/03/13	05/07/13	25/10/13	10/01/14	Lt/Seg	Lt/seg
Pungal	5,33	3,12	1,06	2,17	11,68	2,92
Moya	3,05	1,83	0,93	1,23	7,04	1,76
Marco 1	0,33	0,14	0,06	0,11	0,64	0,16
Marco 2	0,57	0,22	0,09	0,14	1,02	0,255

Elaborado por: Pachacutic Caiza.

TABLA N° 10. Sumatoria de caudales por fechas de las cuatro vertientes

Nombre de vertientes	Fechas de Medición de caudal. (Lt/Seg)			
	09/03/13	05/07/13	25/10/13	10/01/14
Pungal	5,33	3,12	1,06	2,17
Moya	3,05	1,83	0,93	1,23
Marco 1	0,33	0,14	0,06	0,11
Marco 2	0,57	0,22	0,09	0,14
Sumatoria de caudal por fechas medidas	9,28	5,31	2,14	3,65

Elaborado por: Pachacutic Caiza.

b) Determinar dureza de agua

Dureza Cálctica.

$$D. Ca \frac{V \times M \times 10^5}{V \text{ de muestra}} = \frac{2.21 \times 0,01 \times 100000}{25} = 88.4$$

Ca x 40000 = concentración de calcio en la muestra, como mg/l Ca

Ca x 100000 = concentración de calcio en la muestra, como mg/l CaCO₃

Dureza Magnésica

$$D. Mg \frac{V \times M \times 10^5}{V \text{ de muestra}} = \frac{2.34 \times 0.01 \times 100000}{25} = 93.6$$

Mg x 24312 = concentración de Magnesio en la muestra, como mg/l Mg

Mg x 100000 = concentración de Magnesio en la muestra, como mg/l CaCO₃

$$D. total = D. Ca + D. Mg = 88.4 + 93.6 = 182,2$$

Todos los puntos de estudio están calculados con este método, para dureza permanente están determinados de manera directa con el instrumento adecuado (Espectrofotómetro y otros).

CAPITULO III

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Parámetros que determinan la dureza temporal o carbonatada (variable).

- Carbonatos de Calcio.
- Carbonatos de Magnesio.

Parámetros que determinan la dureza permanente o no carbonatada (variable).

- Cloruro de calcio y magnesio
- Sulfatos de calcio y magnesio
- Fosfatos
- Nitratos de calcio y Magnesio

Parámetros involucrados para la determinación de dureza temporal y permanente.

- pH .interviene en los dos tipos de dureza.
- Conductividad interviene en los tipos de dureza

3.1 Resultados

3.1.1 Resultado de Análisis de Agua de las Vertientes

TABLA N° 11. Resultados de análisis Físico-Químico de las cuatro vertientes.

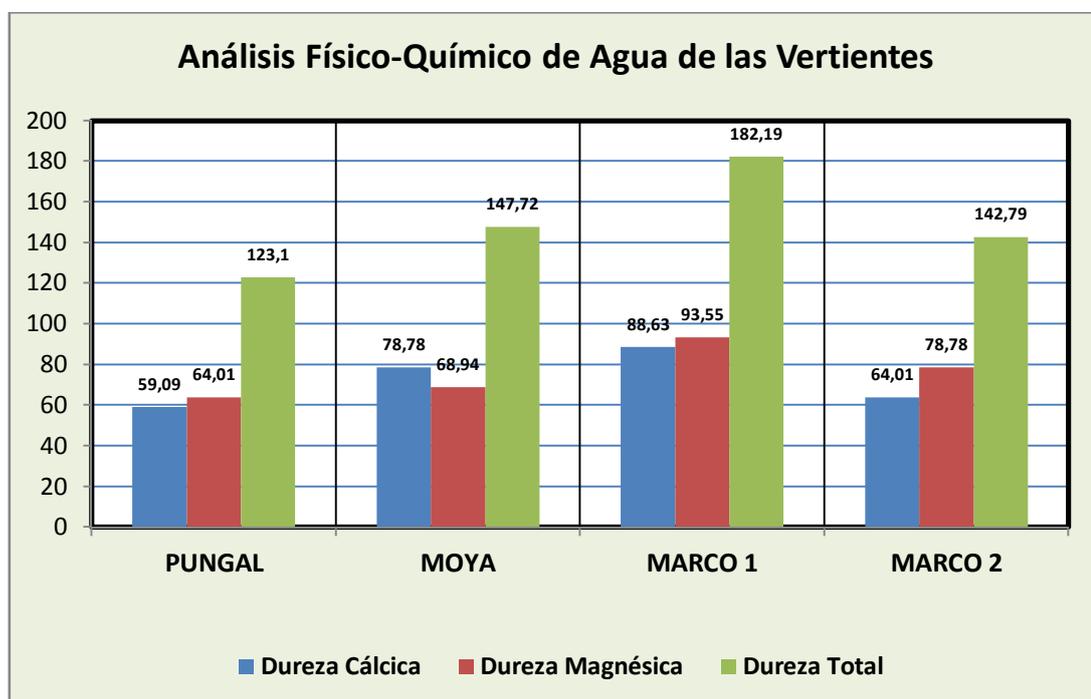
ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO								
Parámetros	Vertientes					Índice		
	Resultado de los análisis					Norma INEN		TULSMA
	Unidad	Pungal	Moya	Marco 1	Marco 2	Limite Deseable	Lim. Max Disponible	Lim. Max Permissible
Dureza Cálctica	mg/L CaCO ₃	59,09	78,78	88,63	64,01	***	***	**
Dureza Magnésica	mg/L CaCO ₃	64,01	68,94	93,55	78,78	***	***	**
Dureza total	mg/L CaCO ₃	123,1	147,72	182,19	142,79	120	300	500
Cloruros (Cl ⁻)	mg/L	4,84	7,16	4,97	5,08	50,0	250	250
Fosfatos (PO ₄ ⁻⁻)	mg/L	2,03	20,95	12	10,33	***	***	**
Sulfatos (SO ₄ ⁻)	mg/L	5,97	11,88	8,75	7,83	50,0	200	250
Nitratos (NO ₃)	mg/L	2,5	20,75	9,80	10,01	10,0	40,0	10

Elaborado por Pachacutic Caiza

***= No se encuentran especificados en la norma INEN 1108 (2011). Requisito para agua potable.

**= No se encuentran especificados en Texto de Legislación Ambiental (TULSMA). Anexo 1 Tabla 2. Agua para consumo humano.

GRÁFICO N° 1. Resultado de parámetros: Dureza Cálctica, Magnésica, y Total de vertientes.



Elaborado por: Pachacutic Caza

Interpretación

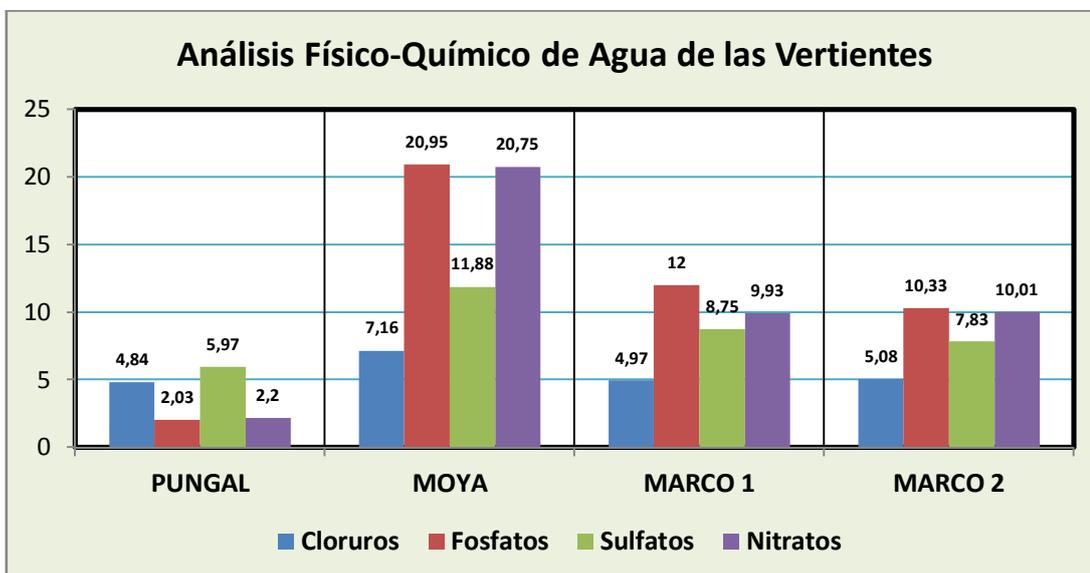
Dureza Cálctica. El valor obtenido en la vertiente Pungal es de 59,09 mg/l; en la vertiente Moya es de 78,78 mg/l; en la vertiente Marco 1 es de 88,63 mg/l; y en la vertiente Marco 2 es de 64,01 mg/l. Se menciona que este parámetro no se encuentra especificado el límite máximo permisible de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108 (2011), requisito para agua potable. Tampoco se encuentra en el Texto de Legislación Ecuatoriana TULSMA. Anexo 1 Tabla 2. Agua para consumo humano.

Dureza Magnésica. El valor obtenido en la vertiente Pungal es de 64,01 mg/l; en la vertiente Moya es de 68,94 mg/l; en la vertiente Marco 1 es de 93,55; y en la vertiente Marco 2 es de 78,78 mg/l. Se detalla que este parámetro no se encuentra especificado el límite máximo permisible en la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 1108 (2011), requisito para agua potable. Tampoco se encuentra especificado en el Texto de Legislación Ambiental Ecuatoriana TULSMA. Anexo 1 Tabla 2. Agua para consumo humano.

Dureza Total. El valor obtenido en la vertiente Pungal es de 123,1 mg/l; lo cual está en el rango de agua dura, en la vertiente la Moya es de 147,72 mg/l; lo que se determina como agua dura, en la vertiente Marco 1 es de 182,19 mg/l; nos indica que es agua muy dura, en la vertiente Marco 2 es de 142,79 mg/l. Se determina como agua dura, porque la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 1108 (2011), requisito para agua potable propone como límite deseable 120 y límite máximo permisible es de 300 y la Legislación Ambiental Ecuatoriana TULSMA. Anexo 1 Tabla 2. Agua para consumo humano establece límite máximo permisible de 500 mg/l. Los valores obtenidos están cumpliendo los límites permisibles, ya que el agua es destinada para consumo humano.

De acuerdo a la clasificación de las aguas duras por OMS, de 61 a 121 mg/l, se determina agua moderadamente dura y más de 121 a 180 mg/l agua dura, más de 180 mg/l, agua muy dura.

GRÁFICO N° 2 Resultado de los parámetros: Cloruros, Fosfatos, Sulfatos, Nitratos de vertientes.



Elaborado por: Pachacutic Caiza

Interpretación

Cloruros. El valor que registra de la vertiente Pungal es de 4,87 mg/l; en la vertiente Moya es de 7,16 mg/l; en la vertiente Marco 1 es de 4,97 mg/l; y en la vertiente Marco 2 es de 5,08 mg/l. Para este parámetro la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN (2011). Requisito para agua potable propone como límite deseable 50 mg/l y límite máximo permisible de 250 mg/l y la Legislación Ambiental Ecuatoriana TULSMA. Anexo 1 Tabla 2. Agua para consumo humano, establece límite máximo permisible de 250 mg/l. Los valores obtenidos están cumpliendo con este parámetro y no estaría aportando a la dureza permanente ya que el agua es destinada para consumo humano.

Fosfatos. El valor de la vertiente Pungal es de 2,03 mg/l; en la vertiente Moya es de 20,95 mg/l; en la vertiente Marco 1 es de 12 mg/l; en la vertiente Marco 2 es de 10,33 mg/l, Se detalla que este parámetro no se encuentra especificado en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108 (2011), requisito para agua potable, tampoco se encuentra en el Texto de Legislación Ecuatoriana TULSMA. Anexo 1 Tabla 2. Agua para consumo humano.

Sulfatos. El valor que se registra en la vertiente Pungal es de 5,97 mg/l, en la vertiente moya es de 11,88 mg/l, en la vertiente marco 1 es de 8,75 mg/l en la vertiente marco 2 es de 7,83 mg/l, para este parámetro la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 1108 (2011), requisito para agua potable, propone como límite deseable 50 mg/l y límite máximo permisible de 200 mg/l y la Legislación Ambiental Ecuatoriana TULSMA. Anexo 1 Tabla 2. Agua para consumo humano, establece límite máximo permisible de 250 mg/l por lo que los valores obtenidos están cumpliendo con este parámetro ya que el agua es destinada para consumo humano

Nitratos. En la vertiente Pungal registra 2,5 mg/l; en la vertiente Moya es de 20,75 mg/l; nos indica que supera del límite deseable en la vertiente Marco 1 es de 9,93 mg/l; en la vertiente Marco 2 es de 10,01 mg/l. Nos expresa que supera de límite deseable, para este parámetro la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 1108 (2011), requisito para agua potable propone como límite deseable 10 mg/l y límite máximo permisible de 40 mg/l y la Legislación Ambiental Ecuatoriana TULSMA. Anexo 1 Tabla 2. Agua para consumo humano, establece límite máximo permisible de 10 mg/l. Por lo que los valores obtenidos están cumpliendo con este parámetro ya que el agua es destinada para consumo humano

3.1.2 Resultado de los Análisis de Agua de los Reservorios

TABLA N° 12. Resultado de Análisis Físico-Químico de los tres reservorios

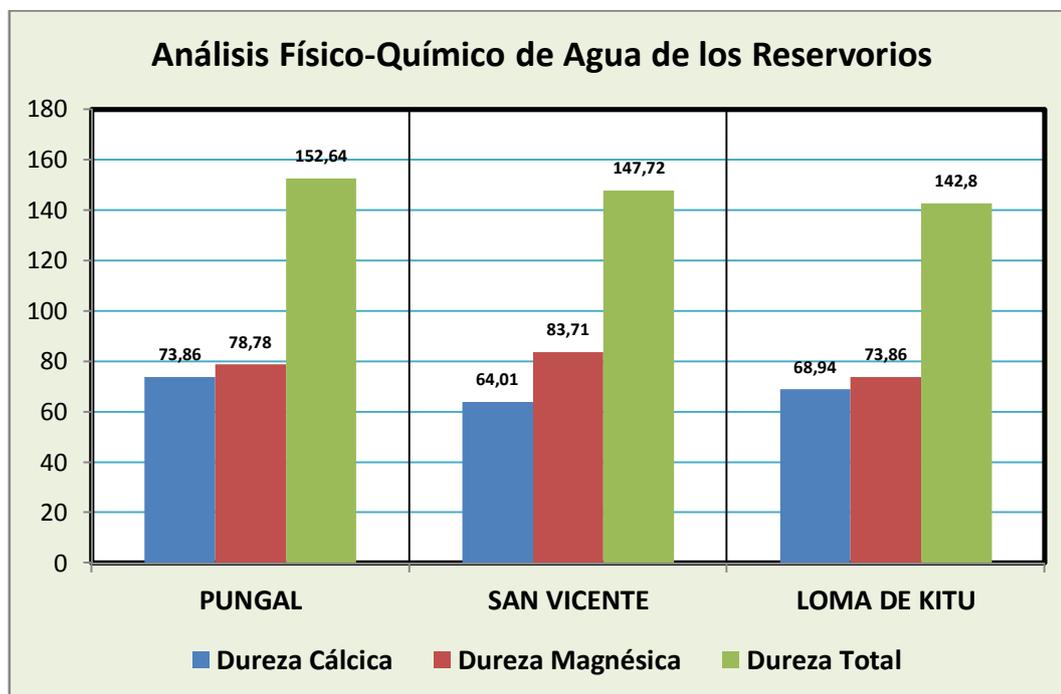
ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO							
Parámetros	Reservorio				Índice		
	Resultado de los análisis				Norma INEN		TULSMA
	Unidad	Pungal	San Vicente	Loma de kitu	Limite Deseable	Lim. Max Disponible	Lim. Max Permissible
Dureza Cálctica	mg/L CaCO ₃	73,86	64,01	68,94	***	***	**
Dureza magnésica	mg/L CaCO ₃	78,78	83,71	73,86	***	***	**
Dureza total	mg/L CaCO ₃	152,64	147,7	142,79	120	300	500
Cloruros (Cl ⁻)	mg/L	4,85	6,07	7,28	50	250	250
Fosfatos (PO ₄ ⁻)	mg/L	2,07	12,4	21,54	**	***	**
Sulfatos (SO ₄ ⁼)	mg/L	6	9	12	50	200	250
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	2,3	10,6	21,1	10	40	10

Elaborado por: Pachacutic Caiza

***= No se encuentran especificados en la norma INEN 1108 (2011). Requisito para agua potable.

**= No se encuentran especificados en Texto de Legislación Ambiental (TULSMA). Anexo 1 Tabla 2. Agua para consumo humano.

GRÁFICO N° 3 Resultado de los parámetros: Dureza Cálctica, Magnésica, y Total de reservorios.



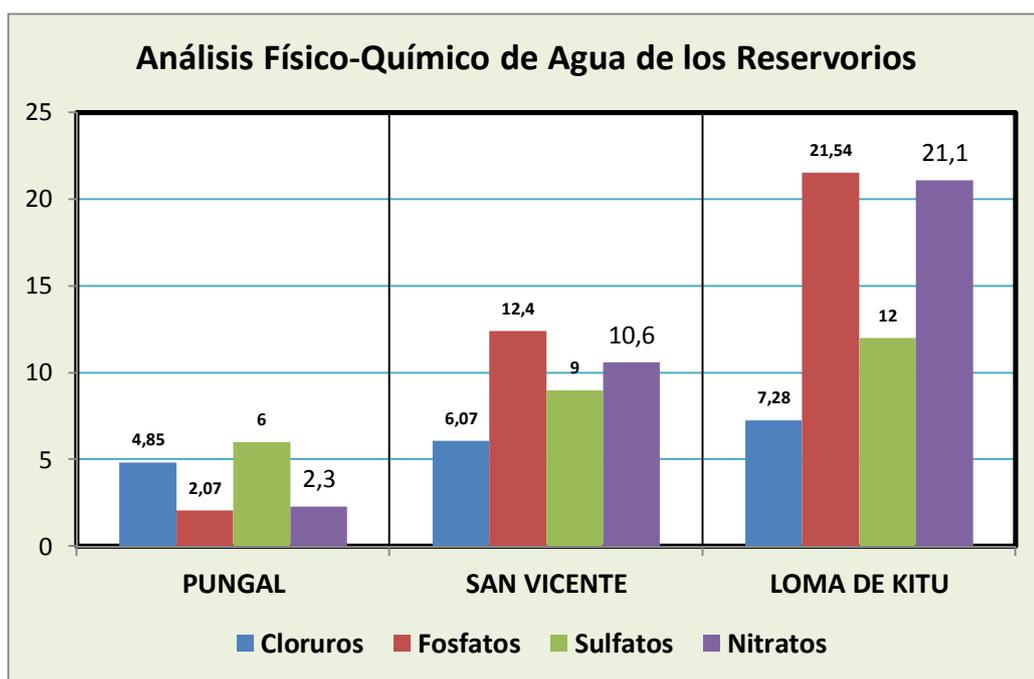
Elaborado por Pachacutic Caiza

Interpretación

La **dureza Cálctica y Magnésica**. Estos minerales en menor o mayor cantidad aportan para la determinación de la dureza total. Este parámetro no se encuentra especificado el límite máximo permisible en la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 1108 (2011), tampoco se encuentra especificado en el Texto de Legislación Ambiental Ecuatoriana TULSMA. Anexo 1 Tabla 2 agua para consumo humano.

Dureza Total. Los valores que registran en los tres reservorios: Pungal 152, mg/l; San Vicente 147,72 mg/l; loma de kitu 142,8 mg/l. Clasificación por OMS determina como agua dura. Para este parámetro la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 1108 (2011), propone como límite deseable 120 y límite máximo permisible es de 300 y la Legislación Ambiental Ecuatoriana TULSMA. Anexo 1 Tabla 2, establece límite máximo permisible de 500 mg/l. Los valores obtenidos están cumpliendo los límites permisibles ya que el agua es destinada para consumo humano.

GRÁFICO N° 4. Resultado de los parámetros: Cloruros Fosfatos, sulfatos, nitratos de reservorios



Elaborado por: Pachacutic Caiza

Interpretación

Cloruros. Este parámetro registra valores de: Pungal 4,85 mg/l; San Vicente 6,07 mg/l; loma de Kitu 7,28 mg/l. Estos valores obtenidos están dentro de los rangos deseables y permisibles según la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN (2011), y la Legislación Ambiental Ecuatoriana TULSMA. Anexo 1 Tabla 2

Fosfatos. Registra valores de: Pungal 2,07 mg/l; San Vicente 12,54 mg/l; loma de Kitu 21,54 mg/l. No se encuentra especificado en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108 (2011), tampoco en el Texto de Legislación Ecuatoriana TULSMA. Anexo 1 Tabla 2

Sulfatos. Los valores obtenidos en los tres reservorios es de: Pungal 6 mg/l; San Vicente 9 mg/l; loma de Kitu 12 mg/l. Está dentro de los rangos deseables y permisibles según la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 1108 (2011), y la Legislación Ambiental Ecuatoriana TULSMA. Anexo 1 Tabla 2.

Nitratos. En el reservorio San Vicente se registra un 10,6 mg/l, en el reservorio loma de kitu es de 21,1 mg/l. Estos valores obtenidos superan los límites deseables y permisibles para agua de consumo humano según la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN (2011), y la Legislación Ambiental Ecuatoriana TULSMA. Anexo 1 Tabla 2.

3.1.3 Análisis de Agua de Llaves Domiciliarios

TABLA N° 13 Resultado de análisis Físico- Químico de agua de llaves domiciliarias.

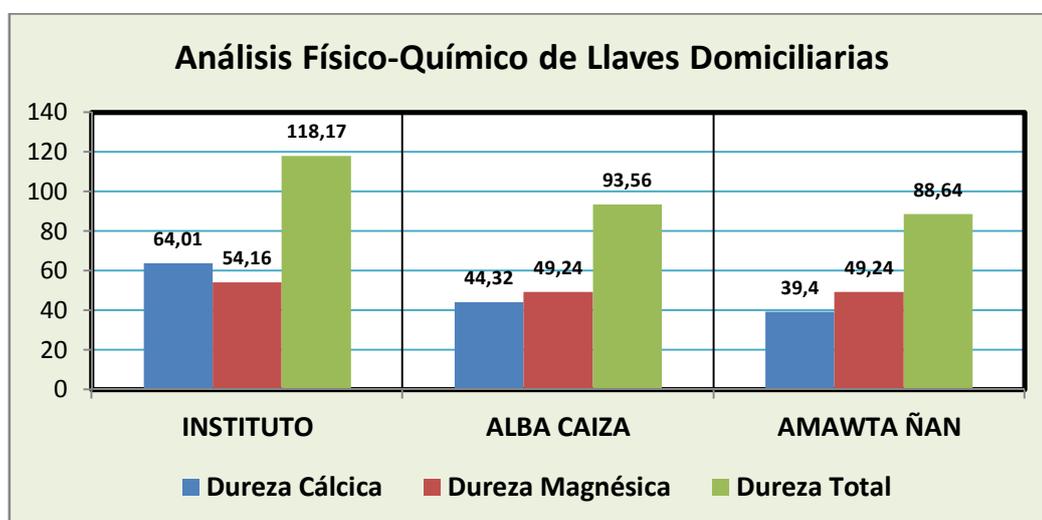
ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO							
Parámetros	Llaves domiciliarios				Índice		
	Resultado de los análisis				Norma INEN		TULSMA
	Unidad	Instituto	Alba caiza	Amawta	Limite Deseable	Lim. Max Disponible	Lim. Max Permissible
Dureza Cálctica	mg/L CaCO ₃	64,01	44,32	39,39	***	***	**
Dureza magnésica	mg/L CaCO ₃	54,16	49,24	49,24	***	***	**
Dureza total	mg/L CaCO ₃	118,17	93,56	88,63	120	300	500
Cloruros (Cl ⁻)	mg/L	14,56	12,13	7,28	50	250	250
Fosfatos (PO ₄ ⁻)	mg/L	13,7	14,5	11,7	**	***	***
Sulfatos (SO ₄ ⁼)	mg/L	9,3	9,7	9,2	50	200	250
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	10,7	11,3	10,4	10	40	10

Elaborado por: Pachacutic Caiza

***= No se encuentran especificados en la norma INEN 1108 (2011). Requisito para agua potable.

**= No se encuentran especificados en Texto de Legislación Ambiental (TULSMA). Anexo 1 Tabla 2. Agua para consumo humano.

GRÁFICO N° 5. Resultado de parámetros. Dureza Cálctica, Magnésica, Dureza Total de Llaves Domiciliarias.



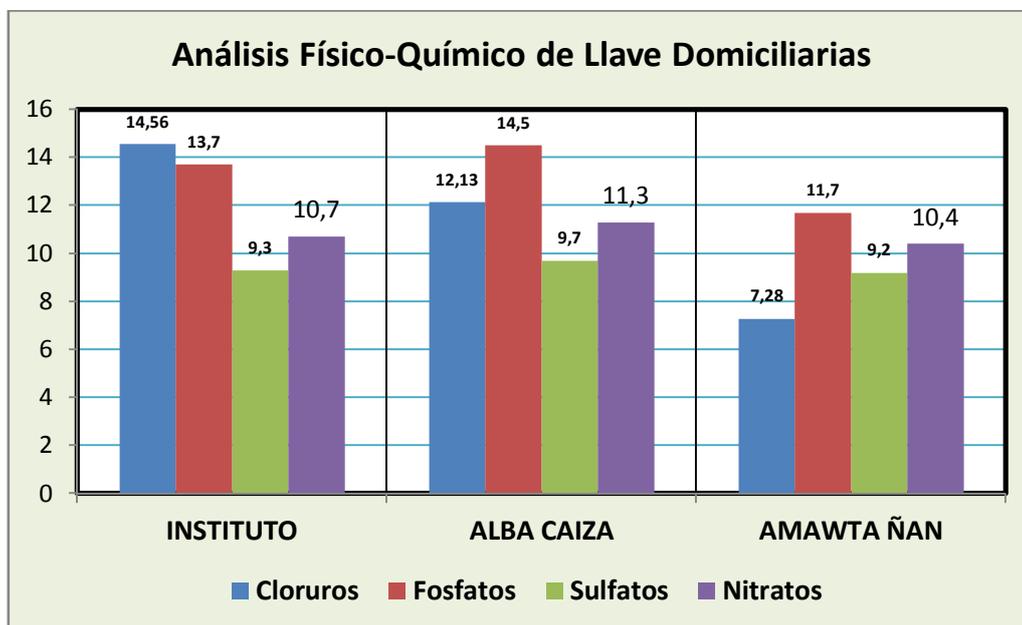
Elaborado por: Pachacutic Caiza

Interpretación

Dureza Cálctica y Magnésica. Los valores obtenidos demuestran la concentración de carbonatos bicarbonatos de calcio y magnesio, estos parámetros no se encuentra especificado en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108 (2011). Requisito para agua potable, tampoco se encuentra en el Texto de Legislación Ecuatoriana TULSMA. Anexo 1 Tabla 2. Agua para consumo humano.

Dureza Total. Los valores registrados en las llaves domiciliarias es de 118,17 mg/l; 93,55 mg/l; 88,63 mg/l. Lo que se determina como agua moderadamente dura, de acuerdo a la clasificación de OMS. Según La Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 1108 (2011), cumple el límite al igual que Legislación Ambiental Ecuatoriana TULSMA. Anexo 1 Tabla 2.

GRÁFICO N° 6 Resultados de los parámetros: Cloruros, Fosfatos, Sulfatos, Nitratos de Llaves Domiciliarias



Elaborado por: Pachacutic Caiza

Interpretación

Los Cloruros. Registran valores de: 14,56 mg/l; 12,13 mg/l; y 7,28 mg/l. Estos valores obtenidos en las tres llaves domiciliarias están dentro de los rangos deseables y permisibles para agua de consumo humano. Según la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN (2011), y la Legislación Ambiental Ecuatoriana TULSMA. Anexo 1 Tabla 2.

Fosfatos. Este parámetro tiene valores de: 13,7 mg/l; 14,5 mg/l; 13,3 mg/l. No se encuentra especificado en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108 (2011), tampoco en el Texto de Legislación Ecuatoriana TULSMA. Anexo 1 Tabla 2.

Sulfatos. Este parámetro registra valores de: 9,3 mg/l; 9,7 mg/l; 9,2 mg/l. Estos valores obtenidos en las tres llaves domiciliarios están dentro de los rangos deseables y permisibles para agua de consumo humano. Según la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN (2011), y la Legislación Ambiental Ecuatoriana TULSMA. Anexo 1 Tabla 2.

Nitratos. En las llaves registran valores de: 10,7 mg/l; 11,3 mg/l; 10,8 mg/l. Estos valores obtenidos en las tres llaves domiciliarias superan los límites deseables y permisibles para agua de consumo humano. Según la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN (2011), y la Legislación Ambiental Ecuatoriana TULSMA. Anexo 1 Tabla 2.

3.1.4 Análisis Físico-Químico de los parámetros generales que interviene en dureza temporal y permanente.

TABLA N° 14 Resultado de lo Análisis Físico-Químico de agua de los diez puntos de muestreo.

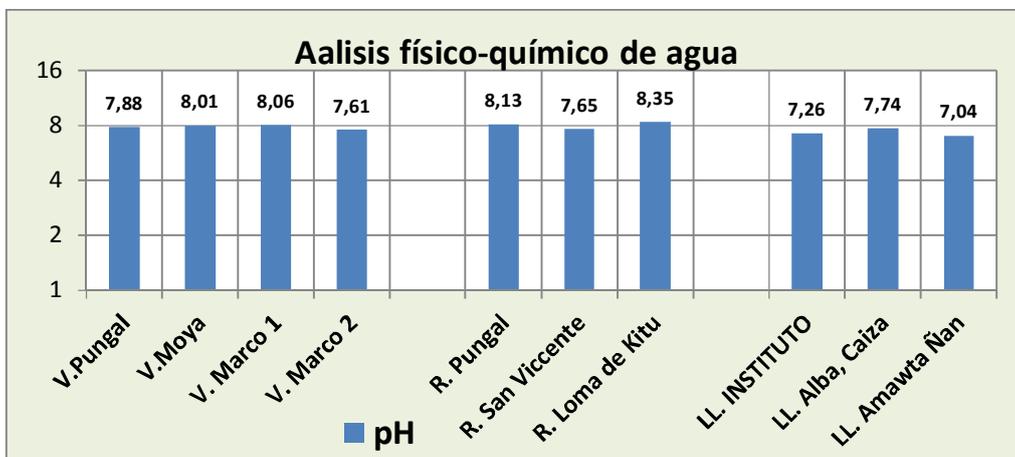
ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO														
Parámetros	Vertientes					Reservorios			Llaves			Índice		
	Resultado de los análisis											Norma INEN		TULSMA
	Unidad	Pungal	Moya	Marco 1	Marco 2	Pungal	San Vicent	Loma de kitu	Institu	Alba C	Amawta	Limite Deseabl	Lim. Max Disponibl	Lim. Max Permisibl
pH	...	7,88	8,01	8,06	7,61	8,13	7,65	8,35	7,26	7,74	7,04	7 – 8.5	6,5 – 9.5	6-9
Conductividad	µS/cm					307	280	309	317	290	280	***	***	**
Calcio (Ca++)	mg/L	23,73	31,64	35,59	25,71	29,66	25,71	27,68	25,71	17,80	15,82	30	70	**
Magnesio (Mg++)	mg/L	15,61	16,81	22,82	19,22	19,22	20,42	18,01	13,21	12,01	12,01	12	30	**

Elaborado por: Pachacutic Caiza

***= No se encuentran especificados en la norma INEN 1108 (2011). Requisito para agua potable.

**= No se encuentran especificados en Texto de Legislación Ambiental (TULSMA). Anexo 1 Tabla 2. Agua para consumo humano.

GRÁFICO N° 7 Resultado del parámetro: pH



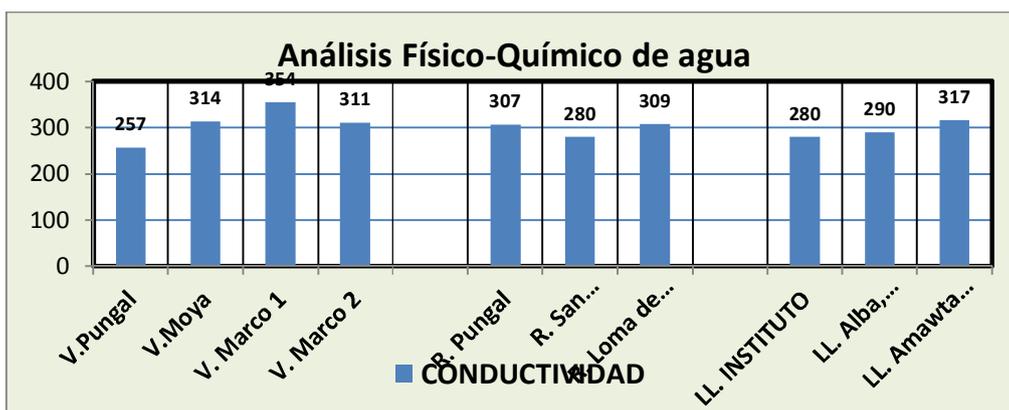
Elaborado por: Pachacutic Caiza

Interpretación

El pH. Los valores de los diez puntos de estudio oscilan entre: como mínimo 7,04 y como máximo 8,35 con un valor promedio de 7,77. Este parámetro la Legislación Ambiental Ecuatoriana TULSMA, Anexo 1 Tabla 2, establece límite máximo permisible 6-9, la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108: (2011), establece límite deseable 7-8,5 y límite disponible 6,5-9,5, este parámetro cumple dentro de los límites y es apta para consumo humano.

El pH es uno de los indicadores si el agua es alcalina o ácida. La alcalinidad está representada por sus contenidos de: carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos, boratos, silicatos y fosfatos. Las aguas de pH menor de 6,5; son corrosivas, por el anhídrido carbónico, ácidos o sales ácidas que tienen en disolución.

GRÁFICO N° 8. Resultado del parámetro: Conductividad

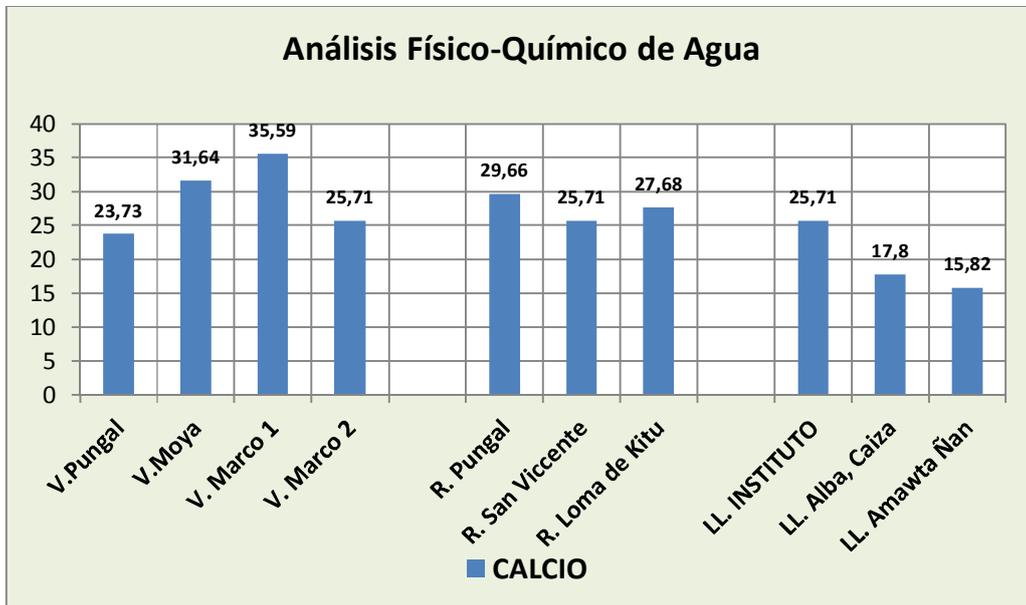


Elaborado por: Pachacutic Caiza

Interpretación

Conductividad. Los valores de los diez puntos de estudio tenemos como mínimo 257 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y como máximo 354 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con un valor promedio de 301,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Este parámetro no establece en la Legislación Ambiental Ecuatoriana dentro del TULSMA, Anexo 1 Tabla 2, agua para consumo humano. Tampoco en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108: (2011) requisito para agua potable. Pero es un parámetro necesario para determinar la cantidad de sales por las que la conductividad eléctrica es más efectiva.

GRÁFICO N°. 9. Resultado del parámetro: Calcio

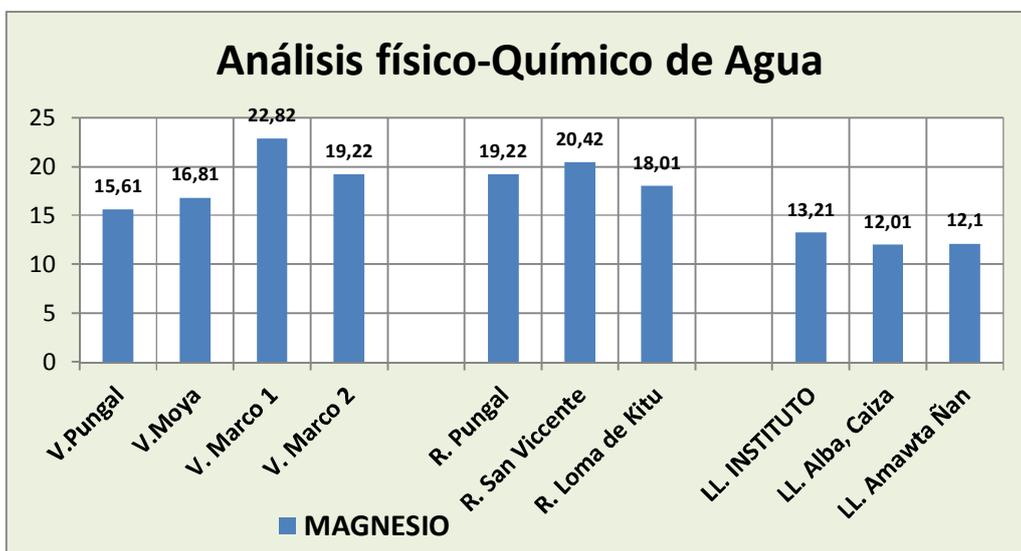


Elaborado por: Pachacutic Caiza

Interpretación

El calcio. Los valores de los diez puntos de estudio registra: como mínimo 15,82 mg/l y como máximo 35,59 mg/l, con un valor promedio de 25,91 mg/l. Para este parámetro la Legislación Ambiental Ecuatoriana TULSMA, Anexo 1 Tabla 2, agua para consumo humano no establece ningún límite. En la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108: (2011) requisito para agua potable, establece límite deseable 30 mg/l y límite disponible 70 mg/l este parámetro cumple dentro de los límites y es apta para consumo humano.

GRÁFICO N° 10. Resultado del parámetro: Magnesio



Elaborado por: Pachacutic Caiza

Interpretación

Magnesio. Los valores de diez puntos de estudio registra: como mínimo 12,01 mg/l y como máximo 22,82 mg/l con un valor promedio de 16,94 mg/l. Para este parámetro la Legislación Ambiental Ecuatoriana TULSMA, Anexo 1 Tabla 2, agua para consumo humano no establece ningún límite. En la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108: (2011) requisito para agua potable, establece límite deseable 12 mg/l y límite disponible 30 mg/l este parámetro cumple dentro de los límites y es apta para consumo humano.

3.2 Conclusiones y Recomendaciones

3.2.1 Conclusiones

- Con respecto a la normativa nacional vigente para agua potable, los análisis realizados y comparados con la Norma INEN 1108 (2012), es decir la Norma Técnica Ecuatoriana y el TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente). En anexo 1, tabla 2; se concluye que el agua de todos los puntos de estudio está dentro de los límites permisibles.
- Dadas las características geográficas, condiciones ambientales y actividades productivas en la parroquia Simiatug, se puede deducir que la distribución de la dureza en aguas investigadas no es homogénea. Este comportamiento puede ser explicado fundamentalmente por las diferentes características geológicas de los suelos irregulares de la zona.
- Con respecto a la dureza temporal del agua, son estos resultados: en las vertientes se registra dureza cálcica un 72.63 mg/l, dureza magnésica un 76.32 mg/l y la dureza total un 148.95 mg/l. En los reservorios la dureza cálcica es de 68.94 mg/l, dureza magnésica 78.78 mg/l y en la dureza total 147.72 mg/l. En cuanto a los resultados de las llaves domiciliarias tenemos: dureza cálcica 49.25 mg/l, dureza Magnésica 50.88 mg/l y dureza total, con 100.12 mg/l. Se concluyen, que el agua de las vertientes y reservorios son duras. En las llaves domiciliarias es moderadamente dura, no se repercute para el consumo humano, porque está bajo los límites establecidos para el uso humano. Para

usar en la industria se debe ablandar implementando un sistema de tratamiento.

- Referente a los parámetros que intervienen en la dureza permanente los promedios son: en vertientes los cloruros 5.52 mg/l; fosfatos 11.33 mg/l; sulfatos 8.61 mg/l; nitratos 10.80 mg/l. En reservorios: los cloruros 6.07 mg/l; fosfatos 11.92 mg/l; sulfato 9 mg/l; nitratos 11.33 mg/l. En las llaves los cloruros 11.32; fosfatos 13.3 mg/l; sulfatos 9.4 mg/l; nitratos 10.8. Se concluyen que en todos los puntos de muestreo están bajo los límites permisibles, en épocas de lluvia sube los niveles por el hecho, que al entorno de las vertientes pastorean los animales, además se ve indicios de incrustación en tubería y cuarteo en el reservorio (Pungal).
- Resultados de los parámetros que intervinieron en la determinación de dureza en todos los puntos de estudio: el pH tiene 7,77; conductividad 301,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$; calcio 25,91 mg/l; y magnesio 16,94 mg/l. Estos datos no alteran la calidad del agua, si no que son parámetros que ayudaron a determinar, los niveles de concentración de dureza.
- El calcio y magnesio son elementos fundamentales la vida. Sin embargo en las aguas se encuentra en concentración de mayor o menor grado, como: sales, óxidos, carbonatos y bicarbonatos de calcio, magnesio, cloruros, sulfatos,

nitratos de calcio y magnesio. Estos causan la dureza del agua y traen problemas en el sistema de la distribución.

3.2.2 Recomendaciones

- De acuerdo a los resultados de la investigación, es necesario la implementación de un sistema de tratamiento en frío con cal SODA antes de los reservorios, esto para el ablandamiento del agua.
- Elaborar un Manual de Operación y Mantenimiento del sistema del agua, que es necesario y urgente para mejorar el servicio.
- La Junta Administradora del Agua, gestione los recursos necesarios para adquirir espacios aledaños a las vertientes, con el fin de proteger y conservar la oferta hídrica en las épocas de sequía.
- La actual red de distribución tiene estudio técnico solamente en la vertiente el Pungal, por el cual recomienda realizar un nuevo estudio de todo el sistema de distribución del agua.

- Observando la relación entre la dureza y los diferentes impactos durante la utilización del agua, es recomendable iniciar estudios más profundos y monitoreo constante para prevenir el riesgo contra la salud de la población.

3.3 Referencias Bibliográficas

3.3.1 Libros

1. ALDABE y ARAMENDÍA. “control de la calidad del agua procesos fisicoquímico”. Editorial Reverté S. A. (Barcelona España 2005) 654 paginas
2. ÁVILA Patricia. “agua medio ambiente y desarrollo en el siglo XXI”. Edición García (México 2003). 476 paginas.
3. BARREDA ALCARRIA. “Gestión, costes y tarifas del agua potable”. Edición Actual (argentina 2003) 288 paginas.
4. CORONEL Y JIMÉNEZ “Contaminación frecuente de agua en el ecuador” Edición Corporacion Nacional. (Quito 2006) 135 paginas
5. DEL VALLE hebert “El agua en la naturales en el medio ambiente”. Editorial Andimex (Madrid España 2007) 120 paginas

6. GUSMAN Martin Luis “El ciclo del agua” Ed (Ecuador 2003) 34 paginas
7. HARRIS Daniel. “Análisis químico cuantitativo de agua”. Editorial Lex Nova (España 2007).744 paginas
8. HEINKE Henry . “Ingeniería Ambiental”. Editorial Prentice Hall (México 1999) 800 paginas
9. IMANAHAN Stanley. “Introducción a la Química Ambiental”. Editorial Trillas (Mexico. 2007) 170 paginas.
10. MARRÓN César. “Manual de administración, operación y mantenimiento de agua potable”. Argentina. Segunda Edición 35 paginas.
11. MUÑOZ José. “Aguas minerales del Ecuador y nociones de hidrología” . Edición Corporacion Nacional. (Quito 1999) 125 paginas
12. MUÑOZ José. “Análisis del sector de agua potable y saneamiento en Ecuador” Edición Corporacion Nacional. (Quito 2004) 299 paginas
13. OSORIO Luis. “Proyección del Ecuador al mundo 2007-2020”. (Ecuador 2007) 721 paginas.
14. POURRUT Pablo. “El agua en el Ecuador”. Editora Nacional. (Quito 1995) 118 página.

15. PRIETO Carlos Jaime “El agua sus formas, efectos, abastecimiento, usos, daños y conservación”. Edición Ecoe (Bogotá 2004) 380 paginas.

3.4.2 Legislación

- **Ecuador.** La Constitución de la República del Ecuador, aprobada por la Asamblea Nacional Constituyente y el Referéndum aprobatorio, que se encuentra publicado en el Registro Oficial No. 449, lunes 20, de octubre del 2008.
- Ecuador. Ley de Aguas. Decreto Supremo N° 369. RO/69 del 30 de mayo de 1972, codificada en el 2004.
- Ecuador. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA). Registro Oficial N° 725,16 de diciembre del 200.

3.4.3 Lincografías

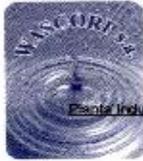
- a. AGUA POTABLE. Consultado 5 de junio 2013 (Disponible: http://www.who.int/water_sanitation_pdf_health).
- b. ANÁLISIS DE AGUA POTABLE Y RESIDUAL. Consultado el 12 de noviembre 2013. (Disponible: <http://www.analisis/fisico-quimico/pdf>).

- c. CALIDAD DEL AGUA. Consultado 20 de agosto 2013. (Disponible: <http://www.es.co/calidadagua/pdf.shtml>).
- d. CALCIO Y MAGNESIO EN EL AGUA. Consultado 25 de agosto 2013. (Disponible: <http://www.cal.mag/calida.agua/consum/pdf>).
- e. CALIDAD DE AGUA EN ECUADOR. Consultado 15 de septiembre 2013 (Disponible: http://www.eclac.org/SENAGUA_calidad-agua.pdf)
- f. CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS POTABLES. Consultado 25 de septiembre. (Disponible: <http://www.monografias.com/control-aguas-potables.shtml>)
- g. DUREZA DEL AGUA. Consultado 12 de septiembre. (disponible: <http://www.google.com.ec/search/DUREZA%20DE%20AGUA&gb.pdf>)
- h. INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA. Consultado el 10 de agosto de 2013. (Disponible: <http://www.indicadores/aguapdf/html>)
- i. MANUAL DE CALIDAD DE AGUA. Consultado el 19 de diciembre 2013. (Disponible en <http://www.calidad/%20Y%20AGUA.pdf>).
- j. MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA. Consultado el 8 de enero 2014. (Disponible en <http://www.monito.co/agua/pls/portal/docs/pdf>).

- k. TRATAMIENTO DE AGUAS DURAS. Consultado 18 de octubre 2013 (disponible: http://www.water_sanitation/tratamiento/dwq/pdf)

- l. TOMA DE MUESTRAS. Consultado el 30 de noviembre 2013. (Disponible en <http://www.Metodos/Analisis./toma.de.muestras.pdf>).

ANEXO 2. RESULTADO DE ANÁLISIS-FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA DE LA VERTIENTE MARCO 1



WASCORP S.A.

WATER SERVICE CORPORATION S.A.
 Planta Industrial Panamericana Sur Km. 21, sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf. 3678 269 / 3678 253
LABORATORIO DE AGUAS

TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES
 FLOCULANTES - COAGULANTES
 PLANTAS POTABILIZADORAS
 REMEDIACION AMBIENTAL
 ABSORCION DE CRUDOS
REACTIVOS QUÍMICOS
BOMBAS

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WCMG-013-086

CLIENTE: WALTER GAIZA
 LUGAR: MARCO 1
 SECTOR: GUARANDA
 FECHA DE MUESTREO: 10/12/2013
 FECHA DE REPORTE: 20/12/2013
 IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS: M1 muestra tomada por el cliente

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO PARAMETROS	UNIDADES	MARCO 1	NORMA INEN 1108	
			LÍMITE MENOR	LÍMITE MAYOR
pH		8,06	7-8,5	6,5 - 8,5
Conductividad	FTU	351	**	**
Turbidez	U. Pt-Co	***	5,0	5,0
Color	mg/L como CaCO3	***	5,0	15,0
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO3	***	**	**
Alcalinidad Fenolaleína	mg/L como CaCO3	***	**	**
Bicarbonatos (CO3H-)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Carbonatos (CO3=)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Hidróxido (OH-)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Dureza Total	mg/L como CaCO3	182,19	120,0	300,0
Dureza Cálcica	mg/L como CaCO3	88,63	**	**
Dureza Magnésica	mg/L como CaCO3	93,55	**	**
Calcio (Ca++)	mg/L	35,59	30,0	70,0
Magnesio (Mg++)	mg/L	22,82	12,0	30,0
Hierro (Fe+++)	mg/L	***	0,2	0,8
Cloruro (Cl-)	mg/L	4,97	50,0	250,0
Fosfatos (PO4-)	mg/L	12	**	**
Sulfatos (SO4-)	mg/L	8,75	50,0	200,0
Nitritos (NO2-)	mg/L	***	0,0	0,0
Nitros (NO3-)	mg/L	9,93	10,0	40,0
Oxígeno Disuelto	mg/L		6,0	9,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	178	500,0	1000,0
Sólidos Suspendedos	mg/L	***	**	**

*** No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS PARA AGUA POTABLE.

WASCORP S.A.

Atentamente

 Tgo. EDGAR MORONMACHO

Ing. Verónica Paez
 Quedado

ANEXO 3. RESULTADO DE ANÁLISIS-FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA DE LA VERTIENTE MARCO 2



WASCORP S.A.

WATER SERVICE CORPORATION S.A.
Planta Industrial Panamericana Sur Km 21, sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf: 3678268 / 3678253
LABORATORIO DE AGUAS

TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES
FLOCULANTES - COAGULANTES
PLANTAS POTABILIZADORAS
REMEDIACION AMBIENTAL
ABSORCION DE CRUDOS
REACTIVOS QUÍMICOS
BOMBAS

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WCMQ-013-099

CLIENTE: WALTER GALZA
LUGAR: MARCO 2
SECTOR: GUARANDA
FECHA DE MUESTREO: 10/12/2013
FECHA DE REPORTE: 20/12/2013
IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: M2 muestra tomada por el cliente

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO PARÁMETROS	UNIDADES	MARCO 2	NORMA NEN 1108	
			LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR
pH	-----	7.61	7-8.5	6.5-9.5
Conductividad	FTU	311	**	**
Turbidez	U, Pt-Co	***	5,0	5,0
Color	mg/L como CaCO3	***	5,0	15,0
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO3	***	**	**
Alcalinidad Fenolftaleína	mg/L como CaCO3	***	**	**
Bicarbonatos (CO3H-)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Carbonatos (CO3=)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Hidroxido (OH-)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Dureza total	mg/L como CaCO3	142.79	120,0	300,0
Dureza Cálcica	mg/L como CaCO3	64,01	**	**
Dureza Magnésica	mg/L como CaCO3	78,78	**	**
Calcio (Ca++)	mg/L	25,71	30,0	70,0
Magnesio (Mg++)	mg/L	19,22	12,0	30,0
Hierro (Fe+++)	mg/L	***	0,2	0,8
Cloruros (Cl-)	mg/L	5,08	50,0	250,0
Fosfatos (PO4-)	mg/L	10,33	**	**
Sulfatos (SO4-)	mg/L	7,83	50,0	200,0
Nitratos (NO2-)	mg/L	***	0,0	0,0
Nitritos (NO3-)	mg/L	10,01	10,0	40,0
Oxígeno Disuelto	mg/L		6,0	9,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	155	500,0	1000,0
Sólidos Suspendedos	mg/L	***	**	**

***: No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS PARA AGUA POTABLE.

WASCORP S.A.

Aterkamente

Toda: EDGAR MOROMENACHO

Ing. Wilko Paredes
Sobrevivir

ANEXO 4. RESULTADO DE ANÁLISIS-FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA DE LA VERTIENTE MOYA



WASCORP S.A.

WATER SERVICE CORPORATION S.A.
Planta Industrial, Panamericana Sur Km 21, sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35. Telf: 3678268 / 3678263
LABORATORIO DE AGUAS

TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES
FLOCULANTES - COAGULANTES
PLANTAS POTABILIZADORAS
REMEDIACION AMBIENTAL
ABSORCION DE CRUDOS
REACTIVOS QUÍMICOS
BOMBAS

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WCMG-013-020

CLIENTE: WALTER CAIZA
LUGAR: MOYA
SECTOR: GUARANDA
FECHA DE MUESTREO: 10/12/2013
FECHA DE REPORTE: 20/12/2013
IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: Moya muestra tomada por el cliente

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO PARÁMETROS	UNIDADES	MOYA	NORMA INEN 1108	
			LÍMITE DESEABLE	LÍMITE INDESEABLE
pH	-----	8,01	7-8,5	6,5-9,5
Conductividad	FTU	314	**	**
Turbidez	U, Pt-Co	***	5,0	5,0
Color	mg/L como CaCO3	***	5,0	15,0
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO3	***	**	**
Alcalinidad Fenolática	mg/L como CaCO3	***	**	**
Bicarbonatos (CO3H-)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Carbonatos (CO3=)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Hidroxido (OH-)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Dureza Total	mg/L como CaCO3	147,72	120,0	300,0
Dureza Calcio	mg/L como CaCO3	78,78	**	**
Dureza Magnésica	mg/L como CaCO3	68,94	**	**
Calcio (Ca++)	mg/L	31,64	30,0	70,0
Magnesio (Mg++)	mg/L	16,81	12,0	30,0
Hierro (Fe+++)	mg/L	***	0,2	0,8
Cloruros (Cl-)	mg/L	7,16	50,0	250,0
Fosfatos (PO4=)	mg/L	20,85	**	**
Sulfatos (SO4=)	mg/L	11,68	50,0	200,0
Nitritos (NO2-)	mg/L	***	0,0	0,0
Nitratos (NO3-)	mg/L	20,75	10,0	40,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	157	6,0	9,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	157	500,0	1000,0
Sólidos Suspendedos	mg/L	***	**	**

**= No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS PARA AGUA POTABLE.

Atentamente:

Ing. EDGAR MOROMENACHO

WASCORP S.A.

Ing. Wilson Pizarro
Jefe de Laboratorio

MEJIA: Panamericana Sur Km. 4 1/2 (Quito) Sector Cutuglagua Barrio Santa Isabel, calle B No. 35
Telf. 3678 269 / 3678 014 Fax: 3678 253 Celular: 096 392 643
wascorpsa@andinanet.net / wascorp@andinanet.net

ANEXO 5. RESULTADO DE ANÁLISIS-FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA DE LA VERTIENTE EL PUNGAL



WASCORP S.A.

WATER SERVICE CORPORATION S.A.
 Planta Industrial: Panamericana Sur Km 21, sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel, Calle H # 35, Telf: 3678269 / 3678253
 LABORATORIO DE AGUAS

TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES
 FLOCULANTES - COAGULANTES
 PLANTAS POTABILIZADORAS
 REMEDIACION AMBIENTAL
 ABSORCION DE CRUDOS
 REACTIVOS QUÍMICOS
 BOMBAS

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WcMG-013-091

CLIENTE: WALTER CAIZA
 LUGAR: PUNGAL
 SECTOR: GUARANDA
 FECHA DE MUESTREO: 10/12/2013
 FECHA DE REPORTE: 20/12/2013
 IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: Pungal muestra tomada por el cliente

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO	UNIDADES	Pungal	NORMA PER 1108	
			LÍMITE OPERATIVO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
pH		7.88	7-8.5	6.5 - 9.5
Conductividad	FTU	***	**	**
Turbidez	U. Pt-Co	***	5.0	5.0
Color	mg/L como CaCO3	***	5.0	15.0
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO3	***	**	**
Alcalinidad Fenolftaleína	mg/L como CaCO3	***	**	**
Bicarbonatos (CO3H-)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Carbonatos (CO3=)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Hidroxido (OH-)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Dureza Total	mg/L como CaCO3	123.1	120.0	900.0
Dureza Calcio	mg/L como CaCO3	59.09	**	**
Dureza Magnésica	mg/L como CaCO3	64.01	**	**
Calcio (Ca++)	mg/L	23.73	30.0	70.0
Magnesio (Mg++)	mg/L	15.61	12.0	30.0
Hierro (Fe+++)	mg/L	***	0.2	0.8
Cloruros (Cl-)	mg/L	4.87	50.0	250.0
Fosfatos (PO4-)	mg/L	2.03	**	**
Sulfatos (SO4=)	mg/L	5.97	50.0	200.0
Nitritos (NO2-)	mg/L	***	0.0	0.0
Nitros (NO3-)	mg/L	2	10.0	40.0
Oxígeno Disuelto	mg/L		6.0	9.0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	136	500.0	1000.0
Sólidos Suspendedos	mg/L	***	**	**

***= No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS PARA AGUA POTABLE

Atentamente:

 Togo EDGAR MOROMENACHO

WASCORP S.A.

Ing. YIMM FERRAZ
 Responsable

MEJIA: Panamericana Sur Km. 4 1/2 (Quila) Sector Cutuglagua Barrio Santa Isabel, calle B No. 35
 Telf. 3678 269 / 3678 014 Fax: 3678 253 Celular: 096 392 643
 wascorp@andinanet.net / wascorp@andinanet.net

ANEXO 6. RESULTADO DE ANÁLISIS-FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA DE RESERVORIO SAN VICENTE.



WASCORP S.A.

WATER SERVICE CORPORATION S.A.
 Planta Industrial Panamericana Sur Km 21, sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35. Telf. 3676269 / 3676253
 LABORATORIO DE AGUAS

TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES
 FLOCULANTES - COAGULANTES
 PLANTAS POTABILIZADORAS
 REMEDIACION AMBIENTAL
 ABSORCION DE CRUDOS
 REACTIVOS QUÍMICOS
 BOMBAS

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # VICMG-013-034

CLIENTE: WALTER CAIZA
 LUGAR: R. SAN VICENTE
 SECTOR: GUARANDA
 FECHA DE MUESTREO: 10/12/2013
 FECHA DE REPORTE: 20/12/2013
 IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: San Vicente tomada muestra por el cliente

PARAMETRO	UNIDADES	SAN VICENTE	NORMA INEN 1108	
			LIMITO NORMAL	LIMITO MAX. PERMISIBLE
pH		7,85	7 - 8,5	6,5 - 9,5
Conductividad	µS/cm	280	**	**
Turbidez	FTU	**	5,0	6,0
Color	U. Pt-Co	**	5,0	15 U
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO3	**	**	**
Alcalinidad Fenolbaleña	mg/L como CaCO3	**	**	**
Bicarbonatos (CO3H-)	mg/L como CaCO3	**	**	**
Carbonatos (CO3=)	mg/L como CaCO3	**	**	**
Hidroxidos (OH-)	mg/L como CaCO3	**	**	**
Dureza Total	mg/L como CaCO3	147,72	150,0	300,0
Dureza Cálcica	mg/L como CaCO3	64,01	**	**
Dureza Magnésica	mg/L como CaCO3	83,71	**	**
Calcio (Ca++)	mg/L	25,71	30,0	70,0
Magnesio (Mg++)	mg/L	20,42	12,0	30,0
Hierro (Fe+++)	mg/L	**	0,2	0,6
Cianuros (CN-)	mg/L	3,07	0,0	250,0
Fosfatos (PO4=)	mg/L	12,4	**	**
Sulfatos (SO4=)	mg/L	9	50,0	200,0
Nitritos (NO2-)	mg/L	**	0,0	0,0
Nitratos (NO3-)	mg/L	10,6	10,0	40,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	**	6,0	6,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	146	500,0	1000,0
Sólidos Suspendedos	mg/L	**	**	**

** - No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS PARA AGUA POTABLE.

Atentamente

 Tago. EDGAR NORROMENACHO

WASCORP S.A.
 Ing. VÍCTOR FLORES
 Rev. 1500

MEJIA: Panamericana Sur Km. 4 1/2 (Quito) Sector Cutuglagua Barrio Santa Isabel, calle B No. 35
 Telf. 3678 269 / 3678 014 Fax: 3678 253 Celular: 096 392 643

ANEXO 7. RESULTADO DE ANÁLISIS-FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA DE RESERVORIO LOMA DE KITU



WASCORP S.A.

WATER SERVICE CORPORATION S.A.

Planta Industrial Panamericana Sur Km 2, sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf. 3678 269

LABORATORIO DE AGUAS

TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES
FLOCULANTES - COAGULANTES
PLANTAS POTABILIZADORAS
REMEDIACION AMBIENTAL
ABSORCION DE CRUDOS
REACTIVOS QUÍMICOS
BOMBAS

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WDMG-013-092

CLIENTE: WALTER CAIZA
LUGAR: R. LOMA
SECTOR: GUARANDA
FECHA DE MUESTREO: 10/12/2013
FECHA DE REPORTE: 20/12/2013
IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: R. Loma muestra tomada por el cliente

PARAMETRO	UNIDADES	R. LOMA	NORMA INEN 1108	
			LIMITE DE MUESTRA	LIMITE MAX. DISPONIBLE
pH		8,35	7	9,5
Conductividad	µS/cm	938	**	**
Turbidez	FTU	***	5,0	5,0
Color	UJ Pt-Co	***	5,0	15,0
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO3	***	**	**
Alcalinidad Fenolaleína	mg/L como CaCO3	***	**	**
Bicarbonatos (CO3H)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Carbonatos (CO3=)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Hidroxilos (OH-)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Dureza Total	mg/L como CaCO3	142,79	120,0	300,0
Dureza Cálcica	mg/L como CaCO3	86,34	**	**
Dureza Magnésica	mg/L como CaCO3	73,86	**	**
Calcio (Ca++)	mg/L	27,96	30,0	70,0
Magnesio (Mg++)	mg/L	16,31	12,0	30,0
Hierro (Fe+++)	mg/L	***	0,2	0,8
Clorimo (Cl-)	mg/L	7,26	50,0	250,0
Fluoruros (FPO4-)	mg/L	21,54	**	**
Sulfatos (SO4=)	mg/L	12	50,0	200,0
Nitrosos (NO2-)	mg/L	***	0,0	0,0
Nitrosos (NO3-)	mg/L	21,1	10,0	40,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	***	8,0	9,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	155	500,0	1000,0
Sólidos Suspensivos	mg/L	***	**	**

***= No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS PARA AGUA POTABLE

Atentamente:

Tecn. EDGAR MOROWENACHO

WASCORP S.A.

Ing. Wilson Perea

Revisor

MEJIA: Panamericana Sur Km. 4 1/2 (Quita) Sector Cutuglagua Barrio Santa Isabel, calle B No. 35
Telf. 3678 269 / 3678 014 Fax: 3678 253 Celular: 096 392 643
wascorpsa@andinet.net / wascorp@andinet.net

ANEXO 8. RESULTADO DE ANÁLISIS-FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA DE RESERVORIO PUNGAL



WASCORP S.A.

WATER SERVICE CORPORATION S.A.
 Planta Industrial, Panamericana Sur Km 21, sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf. 3678 269 / 3678 014

TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES
 FLOCULANTES - COAGULANTES
 PLANTAS POTABILIZADORAS
 REMEDIACION AMBIENTAL
 ABSORCION DE CRUDOS
 REAGIVOS QUÍMICOS
 BOMBAS

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WcMG-013-093

CLIENTE: **WALTER CAIZA**
 LUGAR: **R. PUNGAL**
 SECTOR: **GUARANDA**
 FECHA DE MUESTREO: **10/12/2013**
 FECHA DE REPORTE: **20/12/2013**
 IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: **R. Pungal muestra tomada por el cliente**

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO	UNIDADES	R.PUNGAL	NORMA NEN 1108	
			LIMITO NORMAL	LIMITO MAX. PERMISIBLE
pH		8.13	7 - 8.5	8.5 - 9.5
Conductividad	µS/cm	307	**	**
Turbidez	FTU	***	5.0	5.0
Color	U. PtCo	***	5.0	15.0
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO ₃	***	**	**
Alcalinidad Fenolática	mg/L como CaCO ₃	***	**	**
Bicarbonatos (CO ₃ H-)	mg/L como CaCO ₃	***	**	**
Carbonatos (CO ₃ =)	mg/L como CaCO ₃	***	**	**
Hidroxilos (OH-)	mg/L como CaCO ₃	***	**	**
Dureza Total	mg/L como CaCO ₃	162.04	120.0	300.0
Dureza Cálcica	mg/L como CaCO ₃	73.86	**	**
Dureza Magnésica	mg/L como CaCO ₃	78.78	**	**
Calcio (Ca++)	mg/L	29.66	30.0	70.0
Magnesio (Mg++)	mg/L	19.22	12.0	30.0
Hierro (Fe+++)	mg/L	***	0.2	0.8
Cianuros (CN-)	mg/L	4.85	50.0	250.0
Fosfatos (PO ₄ -)	mg/L	2.07	**	**
Sulfatos (SO ₄ -)	mg/L	6	50.0	200.0
Nitratos (NO ₃ -)	mg/L	***	0.0	0.0
Nitritos (NO ₂ -)	mg/L	2.3	10.0	40.0
Oxígeno Disuelto	mg/L		6.0	9.0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	150	500.0	1000.0
Sólidos Suspensivos	mg/L	***	**	**

***= No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS PARA AGUA POTABLE

WASCORP S.A.

Atentamente:

 Togo. EDGAR MOROMENACHO

Ing. Wilko Pizarro
 Revisado

ANEXO 9. RESULTADO DE ANÁLISIS-FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA DE LLAVES DE INSTITUTO



WASCORP S.A.

WATER SERVICE CORPORATION S.A.
 Planta Industrial, Panamericana Sur Km 2^o, sector Cutuglagua, Barrio Santa Isabel, Calle B #35, Telf: 3678269 / 3678263
 LABORATORIO DE AGUAS

TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES
 FLOCULANTES - COAGULANTES
 PLANTAS POTABILIZADORAS
 REMEDIACION AMBIENTAL
 ABSORCION DE CRUDOS
 REACTIVOS QUÍMICOS
 CARBON ACTIVADO
 GRAVA SILÍCA
 BARRINA
 BOMBAS

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WcMG-013-088

CLIENTE: WALTER CAIZA
 LUGAR: LLAVE INSTITUTO
 SECTOR: GUARANDA
 FECHA DE MUESTREO: 10/12/2013
 FECHA DE REPORTE: 20/12/2013
 IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: Llave Instituto tomada muestra por el cliente

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO	UNIDADES	RESULTADO	NORMA BLEN 1106	
			LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	LÍMITE MÁXIMO DESESEABLE
pH		7,26	7 - 8,5	6,5 - 9,5
Conductividad	µS/cm	317	**	**
Turbidez	FTU	***	5,0	5,0
Color	J. Pt-Co	***	5,0	15,0
Acidez Total	mg/L como CaCO ₃	***	**	**
Alcalinidad Fenolftaleína	mg/L como CaCO ₃	***	**	**
Bicarbonatos (CO ₃ H ⁻)	mg/L como CaCO ₃	***	**	**
Carbonatos (CO ₃ ²⁻)	mg/L como CaCO ₃	***	**	**
Hidroxilos (OH ⁻)	mg/L como CaCO ₃	***	**	**
Dureza Total	mg/L como CaCO ₃	118,17	170,0	300,0
Dureza Cálcica	mg/L como CaCO ₃	84,01	**	**
Dureza Magnésica	mg/L como CaCO ₃	54,16	**	**
Calcio (Ca ⁺⁺)	mg/L	26,71	30,0	70,0
Magnesio (Mg ⁺⁺)	mg/L	13,21	12,0	30,0
Hierro (Fe ⁺⁺⁺)	mg/L	0,9	0,2	0,8
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	14,56	50,0	250,0
Fosfatos (PO ₄ ⁻)	mg/L	13,7	**	**
Sulfatos (SO ₄ ⁻)	mg/L	3,3	50,0	200,0
Nitritos (NO ₂ ⁻)	mg/L	***	0,0	0,0
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	10,7	10,0	40,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	***	6,0	9,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	158	500,0	1000,0
Sólidos Suspensivos	mg/L	***	**	**

**= No se encuentra especificado en la NORMA 1106 - REQUISITOS PARA AGUA POTABLE.

ANÁLISIS MICROBIOLOGICO	MUESTRA 1
Recuento Total	1
Coliformes Totales	0
Coliformes Fecales	0
Hongos y Levaduras	0

Coliformes Totales (1) NMPY100ml < 2^o
 Coliformes Fecales NMPY100ml < 2^o

Atentamente:

WASCORP S.A.
 Telf: EDGAR MOROMENACHO

Ing. Víctor Pasco
 Revisor

ANEXO 10. RESULTADO DE ANÁLISIS-FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA DE LLAVES DE ALBA CAIZA



WASCORP S.A.

WATER SERVICE CORPORATION S.A.
 Planta Industrial, Panamericana Sur Km 21, sector Cutungagua, Barrio Santa Isabel, Calle B # 35, Telf: 3678269 / 3678268
 LABORATORIO DE AGUAS

TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES
 FLOCULANTES - COAGULANTES
 PLANTAS POTABILIZADORAS
 REMEDIACION AMBIENTAL
 ABSORCION DE CRUDOS
 REACTIVOS QUÍMICOS
 CARBON ACTIVADO
 GRAVA SILICISA
 BARITINA
 BOMBAS

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA TRATADA # WICMG-013-097

CLIENTE: WALTER CAIZA
 LUGAR: LLAVE ALBA CAIZA
 SECTOR: GUARANDA
 FECHA DE MUESTREO: 10/12/2013
 FECHA DE REPORTE: 20/12/2013
 IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: Llave Alba Caiza tomada muestra por el cliente

PARAMETRO	UNIDADES	ALBA CAIZA	NORMA INEN 1108	
			LIMITO SUPERIOR	LIMITO MAX. DISPONIBLE
pH	7,74	7 - 8,5	6,5 - 9,5
Conductividad	µS/cm	290	**	**
Turbidez	FTU	***	5,0	5,0
Color	U. Pt-Co	***	5,0	15,0
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO3	***	**	**
Alcalinidad Fenolalélica	mg/L como CaCO3	***	**	**
Bicarbonatos (CO3H-)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Carbonatos (CO3=)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Hidroxilos (OH-)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Dureza Total	mg/L como CaCO3	93,25	120,0	300,0
Dureza Cálcica	mg/L como CaCO3	44,32	**	**
Dureza Magnésica	mg/L como CaCO3	48,94	**	**
Calcio (Ca++)	mg/L	17,80	30,0	70,0
Magnesio (Mg++)	mg/L	12,01	12,0	30,0
Hierro (Fe++)	mg/L	0,08	0,2	0,8
Cloruros (Cl-)	mg/L	12,13	50,0	250,0
Fosfatos (PO4=)	mg/L	14,5	**	**
Sulfatos (SO4=)	mg/L	5,7	50,0	200,0
Nitratos (NO3-)	mg/L	***	0,0	0,0
Nitrosos (NO2-)	mg/L	11,3	10,0	40,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	**	5,0	9,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	147	500,0	1800,0
Sólidos Suspendedos	mg/L	***	**	**

** No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS PARA AGUA POTABLE.

PARAMETRO	MUESTRA 1
Recuento Total	0
Coliformes Totales	0
Coliformes Fecales	0
Hongos y Levaduras	0

Coliformes Totales (1) NMP/100ml Máximo < 2*
 Coliformes Fecales NMP/100ml < 2*

Atentamente:

 Tigo EDGAR MORCMENACHO

WASCORP S.A.
 Control de Calidad
 Revisado:

MEJIA: Panamericana Sur Km. 4 1/2 (Quito) Sector: Cutungagua Barrio: Santa Isabel, calle B No. 35
 Telf. 3678 269 / 3678 014 Fax: 3678 253 Celular: 096 392 643
 wascorpsa@andinanet.net / wascorp@andinanet.net

ANEXO 11. RESULTADO DE ANÁLISIS-FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA DE LLAVES DE AMAUTA ÑAN.



WASCORP S.A.

WATER SERVICE CORPORATION S.A.
Planta Industrial, Panamericana Sur Km 21, sector Cutuylagua, Barrio Santa Isabel, Calle B #35, Telf: 3678269 / 3678253
LABORATORIO DE AGUAS

TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES
FLOCULANTES - COAGULANTES
PLANTAS POTABILIZADORAS
REMEDIACION AMBIENTAL
ABSORCION DE CRUDOS
REACTIVOS QUÍMICOS
CARBON ACTIVADO
GRAVA SILÍCICA
BARITINA
BOMBAS

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUA TRATADA # WCMQ-013-095

CLIENTE: WALTER CAIZA
LUGAR: LLAVE AMAUTA
SECTOR: GUARANDA
FECHA DE MUESTREO: 10/12/2013
FECHA DE REPORTE: 20/12/2013
IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS: Llave Amauta tomada muestra por el cliente

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO	UNIDAD	AMAUTA	NORMA INEN 1108	
			LÍMITE NORMAL	LÍMITE MÁX. DESEABLE
pH		7,04	7 - 9,5	6,5 - 9,5
Conductividad	µS/cm	279	**	**
Turbidez	FTU	***	5,0	5,0
Color	U. Pt.Co	***	5,0	15,0
Alcalinidad Total	mg/L como CaCO3	***	**	**
Alcalinidad Fenolática	mg/L como CaCO3	***	**	**
Bicarbonatos (CO3-2)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Carbonatos (CO3-2)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Hidroxilos (OH-)	mg/L como CaCO3	***	**	**
Dureza Total	mg/L como CaCO3	89,83	120,0	200,0
Dureza Calcio	mg/L como CaCO3	39,39	**	**
Dureza Magnésica	mg/L como CaCO3	48,24	**	**
Calcio (Ca++)	mg/L	16,82	20,0	70,0
Magnesio (Mg++)	mg/L	12,01	12,0	30,0
Flúor (F-)	mg/L	0,08	0,2	0,8
Cloruros (Cl-)	mg/L	7,28	50,0	250,0
Fosfatos (PO4-3)	mg/L	11,7	**	**
Sulfatos (SO4-2)	mg/L	9,2	50,0	200,0
Nitritos (NO2-)	mg/L	***	0,0	0,0
Nitratos (NO3-)	mg/L	10,4	10,0	40,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	***	5,0	9,0
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	128	500,0	1000,0
Sólidos Suspendidos	mg/L	***	**	**

*** No se encuentra especificado en la NORMA 1108 - REQUISITOS PARA AGUA POTABLE.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	
PARAMETRO	MUESTRA 1
Recuento Total	0
Coliformes Totales	0
Coliformes Fecales	0
Hongos y Levaduras	0

Coliformes Totales (1) NMP/100ml
Coliformes Fecales NMP/100ml

Máximo
+2
+2

Togo EDGAR MORAENACHO

WASCORP S.A.
ING. WALTER CAIZA
Gerente

MEJIA: Panamericana Sur Km. 4 1/2 (Quito) Sector Cutuylagua Barrio Santa Isabel, calle B No. 35
Telf. 3678 269 / 3678 014 Fax: 3678 253 Celular: 096 392 643
wascorpsa@andinet.net / wascorp@andinet.net

**ANEXO 12. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA EL
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA SIMIATUG**

**MANUAL
DE OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO PARA EL**



**SISTEMA DE AGUA
SIMIATUG
CANTÓN GUARANDA
PROVINCIA DE BOLÍVAR
MARZO 20014**

OPERACIÓN.- Es el conjunto de acciones que se efectúan con frecuencia, para poner en funcionamiento adecuado del sistema de Agua Potable.

MANTENIMIENTO.-Es el conjunto de acciones internas que se ejecutan permanentemente y sistemáticamente en las instalaciones y equipos para el adecuado funcionamiento.

TANQUE DE CAPTACIÓN

PROBLEMAS

Material sedimentado obstruyendo la tubería de salida.

Disminución del caudal debido a que sus aguas se desvían por otro lugar y prolongadas sequías.

Filtraciones por defecto de la construcción.

Derrumbes que puede afectar la estructura.

Filtración de aguas lluvias al tanque de captación.

Presencia de posibles focos de contaminación en el área de captación.

Seguridades violadas.

Acceso de las personas no autorizadas y animales.

Crecimiento de algas y vegetación en general.

Proliferación de bacterias, microbios y más animales.

OPERACIÓN

Frecuencia	1 vez al mes	Tiempo	1 día
Actividades de Operación			
Limpieza del interior de la caja del tanque de captación y desinfectar con cloro (paredes y pisos)			
Cerrar válvula de salida y abrir una vez cumplido el tiempo de desinfección.			
Verificar la tapa y candado que esté funcionando.			
Cortar vegetación que encuentra afectando.			

MANTENIMIENTO

Frecuencia	1 vez al mes	Tiempo	1 día
Actividades de Mantenimiento			
Inspección de la infraestructura en su totalidad (interior y exterior)			
Excavación de la cuneta de coronación para la recolección de aguas lluvias.			
Limpieza del cajón de captación y			

<p>revisar que las tapas estén seguras.</p> <p>Desinfección de pisos, paredes, loza con cloro granulado al 70%.</p> <p>Revisar y manipular válvulas y lubricar con aceite 3 en 1.</p> <p>Limpieza, recolección de basura, corte de vegetación a 10 metros del área de captación.</p> <p>Revisar el cerramiento.</p>
MATERIALES Y HERRAMIENTAS
<p>Escoba, pala, lonas, pico, machete, bailejo, baldes, juego de llaves para tubo, empaques, aceitero, lubricante, pintura, brocha.</p>

LÍNEA DE CONDUCCIÓN.

PROBLEMAS

Zanjas descubiertas.

Tuberías y accesorios visibles.

Taponamientos por derrumbes.

Válvulas de aire y desagüe manipuladas y obstruidas.

Tapas sanitarias rotas, obstruidas

Pasos de quebrada sin protección y señal de peligro.

Accesorios, tuberías y cables en proceso de corrosión.

Conexiones clandestinas.

OPERACIÓN

Frecuencia	1 vez al mes	Tiempo	1 día
Actividades de Operación			
<p>Recorrer y observar en forma directa como se encuentra la línea de conducción.</p> <p>Revisar válvulas y pasos de quebrada que estén funcionando hasta llegar al tanque de reserva</p>			

MANTENIMIENTO

Frecuencia	1 vez al mes	Tiempo	1 día
Actividades de Mantenimiento			
<p>Desinfección de la línea de conducción anticipar previamente al usuario.</p> <p>Relleno y compactación de zanjas y tuberías descubiertas.</p> <p>Pasos de quebrada que los extremos estén seguros.</p> <p>De haber válvulas, manipular y lubricar.</p> <p>Pintura anticorrosiva en accesorios y tuberías visibles en pasos de quebrada</p> <p>Lubricar válvulas con aceite 3 en 1.</p>			
MATERIALES Y HERRAMIENTAS			
<p>Pala, pico, machete, bailejo, juego de llaves, empaques, aceitero, lubricante, pintura, brocha, cloro.</p>			

TANQUE DE RESERVA

PROBLEMAS

Obstrucción de la tubería de ingreso y válvula flotadora por sedimento y falla de válvula flotadora.

Sedimento en el interior del tanque, obstrucción válvula de control.

Paredes y pisos sucios.

Tapas y seguridades dañadas

Deterioro de pintura.

Válvulas de control y accesorios dañados.

OPERACIÓN

Frecuencia	1 vez al mes	Tiempo	1 día
Actividades de Operación			
Observación directa interna y externa del tanque de reserva.			
Observación y manipulación de válvulas y funcionamiento de tapas y puertas.			

MANTENIMIENTO

Frecuencia	1 vez al mes	Tiempo	1 día
Actividades de Mantenimiento			

Cerrar la válvula de salida.
 Abrir la válvula de desagüe.
 Sacar válvula flotadora, realizar limpieza y lubricación.
 Lavado de paredes y piso de suciedad de sedimento.
 Desinfección del tanque de paredes y piso con cloro.
 Manipulación y lubricación de válvulas de control.
 Lubricación de tapas puertas y seguridades.
 Cerrar la válvula de desagüe.
 Abrir la válvula de salida.

MATERIALES Y HERRAMIENTAS

Escoba, pala, basurero, pico, machete, bailejo, baldes, juego de llaves de tubo, empaques, aceitero, lubricante, pintura, brocha, cloro, comprobador de cloro.

DESINFECCIÓN

PROBLEMAS

Desconocimiento del caudal de ingreso a la reserva.

Desconocimiento de la cantidad y falta de cloro.

Obstrucción y taponamiento del dosificador.

Obstrucción y taponamiento de la salida.

Incrustación de cloro en paredes, pisos y tapas.

MANTENIMIENTO

APLICACIÓN

La Subsecretaria de Saneamiento Ambiental, ejemplo: En 1 litro/segundo se utilizara 4 onzas de cloro granulado al 70%.

Cantidad de agua (litros/ segundo)	Cantidad de cloro (Onzas)
1	4
2	8
3	12
4	16

El aforo al tanque de reserva es de 0.5 litros / segundo, la cantidad de cloro requerida es de 2 onzas, la misma que debe ser disuelta en un balde, removido con la paleta en un litro de agua, esta solución se colocará en el tanque hipoclorador de 500 lt, para que un tanque hipoclorador dosifique durante 24 horas

Frecuencia	1 vez al mes	Tiempo	1 hora
Actividades de Mantenimiento			
Limpieza o lavado de pisos, paredes y tapa del tanque. Manipulación de válvulas y dosificador. Inspección del sistema y equipo de control del control residual.			
EQUIPO DE PROTECCIÓN			
Casco o gorra. Gafas. Mascarilla. Guantes. Botas.			
MATERIALES NECESARIO			
1 balde plástico pequeño. 1 paleta de 0.50 x 0.06 1 escoba con cerdas plásticas. 1 cepillo plástico Hipoclorito de calcio.			

OPERACIÓN

Frecuencia	1 vez al mes	Tiempo	1 hora
Actividades de Operación			
Aforar el caudal de ingreso. Preparación de la dosificación a aplicar y regular. Control y registro del cloro residual, con el formulario correspondiente.			

REDES DE DISTRIBUCIÓN

PROBLEMAS

Falta de caudal.

Fugas de agua en válvulas, accesorios y tuberías rotas por presión.

Zanjas y tuberías descubiertas.

OPERACIÓN

Frecuencia	1 vez al mes	Tiempo	1 día
Actividades de Operación			
Operación de válvulas para la distribución de agua según la sectorización de la red y del servicio. Tapado y compactado de zanjas descubiertas.			

MANTENIMIENTO

Frecuencia	1 vez al mes	Tiempo	1 día
Actividades de Mantenimiento			
Anticipar previamente al usuario. Desinfección de la línea de distribución. Apertura y revisión de válvulas. Inspección del uso indebido, desperdicio y conexiones clandestinas. Reparación inmediata de fugas de agua.			
MATERIALES Y HERRAMIENTAS			
Pala, pico, machete, bailejo, baldes, juego de llaves de tubo, empaques, aceitero, lubricante, cloro, comprobador de cloro.			

CONEXIONES DOMICILIARIAS

PROBLEMAS

Taponamiento.

Fuga de agua en válvula o llaves de paso y pico.

Medidor de agua no funciona.

Medidor de agua no marca bien.

Conexiones clandestinas.

Desperdicio.

OPERACIÓN

Frecuencia	1 vez al mes	Tiempo	1 día
Actividades de Operación			
Manipuleo de llaves de paso y chorro. Lectura de medidor. Observar caudal de agua.			

MANTENIMIENTO.

Frecuencia	1 vez al mes	Tiempo	1 día
Actividades de Mantenimiento			
Limpieza del medidor. Inspeccionar fugas de agua y arreglar. Revisar antes el medidor, posibles conexiones clandestinas. Controlar desperdicio. Amonestar al usuario			

MATERIALES Y HERRAMIENTAS
Baldes, juego de llaves de tubo, empaques, aceitero, lubricante, comprobador de cloro.

CONTROL DE CLORO RESIDUAL

PROBLEMAS

Falta de cloro en la red.

Falta de ortotolidina.

PROCEDIMIENTO

Se lava el tubo de vidrio del comparador de cloro de 2 a 3 veces.

Se llena el tubo de vidrio del comparador de agua de la reserva y de las conexiones domiciliarias.

Se coloca en el agua de muestra de 3 a 5 gotas de ortotolidina, luego se tapa y se agita el tubo.

Se compara el color de agua con la tonalidad de amarillo del comparador.

OPERACIÓN

Frecuencia	1 vez al mes	Tiempo	2 horas
Actividades de Operación			
Comprobar con el equipo en 3 puntos: 1. Tanque de reserva. 2. Al interior de la red de distribución en una conexión domiciliaria. 3. Al final en una conexión domiciliaria.			
MATERIALES Y HERRAMIENTAS			
Escoba, pala, lonas, pico, machete, bailejo, baldes, juego de llaves para tubo, empaques, aceitero, lubricante, pintura, brocha.			

MANTENIMIENTO

Frecuencia	1 vez al mes	Tiempo	2 horas
Actividades de Mantenimiento			
Comparar diariamente el cloro residual. Mantener adecuado el equipo de control de cloro residual. Tener siempre la ortotolidina.			
MATERIALES Y HERRAMIENTAS			
Comprobador de cloro			

ANEXO 13: FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1: TOMA DE DATOS EN LOS PUNTOS DE MUESTREO



FOTOGRAFÍA 2: VERTIENTES DE CAPTACIÓN



FOTOGRAFÍA 3: RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO



FOTOGRAFÍA 4: LLAVE DOMICILIARIA



FOTOGRAFÍA 5: TOMA DE MUESTRAS DE AGUAPARA ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO



FOTOGRAFÍA 6: CONSERVA DE MUESTRA DE AGUA PARA EL TRASLADO HASTA EL LABORATORIO

