



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOQUIMICA Y FARMACIA

**“EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA Y FISICO-QUÍMICA DE
LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA
JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE GALTEN –
GUILBUT UBICADA EN EL CANTÓN CHAMBO”**

Trabajo de titulación presentado para obtener al grado académico de:

BIOQUIMICA FARMACEUTICA

AUTORA: ANA ELIZABETH RAMOS ILVIS

TUTORA: DRA. FABIOLA ELENA VILLA SÁNCHEZ

Riobamba- Ecuador

2016

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Ana Elizabeth Ramos Ilvis, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi tutoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 04 de Febrero del 2016.

Ana Elizabeth Ramos Ilvis
060381548-1

©2016, Ana Elizabeth Ramos Ilvis

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOQUIMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: “EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA Y FÍSICO-QUÍMICA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE GALTEN – GUILBUT UBICADA EN EL CANTÓN CHAMBO”, de responsabilidad de la señorita Ana Elizabeth Ramos Ilvis, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

	Firma	Fecha
Dra. Fabiola Villa Sánchez DIRECTORA DE TESIS	_____	_____
Dr. Félix Andueza Leal MIEMBRO TRIBUNAL	_____	_____
DOCUMENTALISTA SISBIB ESPOCH	_____	_____
NOTA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN ESCRITO	_____	

Yo, Ana Elizabeth Ramos Ilvis soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.

Ana Elizabeth Ramos Ilvis

DEDICATORIA

A Dios por guiar e iluminar mi camino, por la fortaleza que siempre me concedió para llegar a culminar mi carrera profesional con éxito. A mi madre por su apoyo incondicional, por sus consejos, que me alentaron a seguir adelante y cumplir todos mis anhelos. A mi padre por ser la persona quien de una u otra manera me apoyo. A mi hermana Paulina, quien me ha demostrado que con fe y confianza en Dios se puede cumplir varios sueños, y sobre todo nunca rendirse frente a nada, por temor a equivocarse. A mis tía Fernanda quien me motivo a cumplir mis objetivos como estudiante y persona, de forma particular a mi tío, Sacerdote Baltazar quien con sus oraciones desde la distancia me inspiró a continuar mis estudios en los momentos más difíciles de mi vida. A mis amigas y amigos que se mantuvieron junto a mí, en los buenos y malos momentos de mi vida. De manera especial dedico mi tesis al Dr. Luis Alfonso Larrea Hinojosa, que a pesar que no estés aquí en estos momentos conmigo sé que tu alma si lo está, y porque tuvimos sueños por cumplir juntos te dedico de todo corazón mi tesis.

Ana

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

A la Junta Administradora de Agua Potable Galten-Guilbut por la apertura que me brindaron para realizar el presente trabajo de investigación y de manera especial al Ing. Luis Quishpi Guzmán Presidente actual de esta organización.

A la Dra. Fabiola Elena Villa Sánchez por su valiosa colaboración y asesoramiento en la dirección del Trabajo de titulación.

Al Dr. Félix Andueza Leal por su colaboración en la culminación de este trabajo de investigación.

A la Ing. María Cargua Jefa del Laboratorio de agua del Cantón Chambo.

Ana

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

mg	miligramo
L	litro
μSiem	micro siemns
cm	centímetro
pH	potencial de hidrógeno
S.T.D	sólidos totales disueltos
ml	mililitro
N.M.P	número más probable
V.R.B	violeta rojo bilis
U.F.C	unidades formadoras de colonias
U.N.T	unidades nefelométricas de turbiedad
N.E.T	Norma Técnica Ecuatoriana
I.N.E.N	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización
A.R.C.A	Agencia de regulación y control del agua
O.M.S	Organización mundial de la salud
G.A.D.M	Gobierno autónomo descentralizado municipal
V1	vertiente
T.A	tanque de almacenamiento
B.J.G.P	Barrio Jesús del gran poder
B.S.T	Barrio Santa Rosa
B.E.T	Barrio El Tejar
B.G	Barrio Guilbut

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	4
JUSTIFICACIÓN.....	6
CAPITULO I.....	8
1. MARCO TEÓRICO.....	8
1.1 El agua.....	8
1.1.1 Concepto General.....	8
2. CICLO HIDROLÓGICO.....	8
2.1 Fases del ciclo hidrológico.....	9
2.1.1 Evaporación.....	9
2.1.2 Precipitación.....	9
2.1.3 Escorrentía superficial.....	10
2.1.4 Infiltración.....	10
2.1.5 Evapotranspiración.....	10
2.1.6 Escorrentía subterránea.....	10
3. DISPONIBILIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN EL MUNDO.....	10
4. FUENTES DE AGUA EN LA NATURALEZA.....	11
4.1 Agua subterránea.....	12
4.2 Agua Superficial.....	12
4.3. La relación entre aguas superficiales y subterráneas.....	12
5. IMPORTANCIA DEL AGUA.....	12
6. CALIDAD DEL AGUA.....	13
6.1 Problemática de la calidad del agua en el medio rural.....	14
7. INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA.....	14
7.1 Coliformes Totales.....	15
7.2 Coliformes Fecales (Termotolerantes).....	15
8. ASPECTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA.....	16
8.1 Parámetros físico- químicos.....	16
8.1.1 pH.....	16
9. DESINFECCIÓN.....	21
10. MÉTODOS DE DESINFECCIÓN.....	22
10.1 Ebullición.....	22
10.2 Desinfección por cloro y derivados.....	22

10.3 Desinfección con ozono (ozonización).....	23
10.4 Desinfección por radiación ultravioleta	23
11. MARCO LEGAL	23
11.1 Agencia de Regulación y Control del Agua	23
11.2 Juntas administradoras de agua potable	24
11.3 Incumplimiento de la normativa técnica.....	24
12. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 1108: 2014 ESPECIFICACIONES DEL AGUA POTABLE, REQUISITOS.....	24
12.1 Agua Potable.....	25
12.2 Agua Cruda	25
CAPITULO II	26
2. MARCO METODOLÓGICO.....	26
2.1 Tipo de investigación	26
2.2 Descripción geográfica del lugar de estudio	26
2.3. Muestra	27
2.4. Muestreo	28
2.5. Equipos y materiales para el muestreo	28
2.6 Tipos de muestras.....	29
2.7 Identificación de muestras.....	30
2.8 Envases para la toma de muestras.....	30
2.9 Procedimiento de toma de muestras.....	30
2.10 Transporte y preservación de las muestras	32
2.11Parámetros analizados en laboratorio.....	32
3. PARÁMETROS FÍSICOS	33
3.1 Determinación de pH.....	33
3.2 Determinación del color.....	33
3.3 Determinación de Turbiedad	34
3.4 Determinación de sólidos totales disueltos (STD), conductividad y temperatura	35
4. PARÁMETROS QUÍMICOS	36
4.1 Determinación de Hierro Total.....	36
4.2. Determinación de Manganeseo.....	36
4.3 Determinación de amoniaco (n-amoniacal)	38
4.4 Determinación de Nitratos	39
4.5 Determinación de Nitritos	41
4.6 Determinación de Sulfatos.....	42
4.7 Determinación de Fluoruro.....	43
4.8 Determinación de Fosfatos	44
5. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	46

5.1 Materiales	46
CAPÍTULO III.....	48
3. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	48
3.1. Resultados.....	48
3.2. Datos experimentales	48
3.3 Datos.....	48
3.4Análisis de resultados parámetros dentro de la NORMA INEN 1108-2014.....	55
3.5 Parámetros fuera de los Límites Permisibles	61
3.6 Análisis de resultados fuera de la norma NTE INEN 1108. (Fosfatos)	66
3.8 Relación de las variables físico-químicas y microbiológicas de la Junta Galten-Guilbut	68
CAPÍTULO IV	71
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES.....	72
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1-1	Ciclo hidrológico del agua.....	9
Figura 2-1	Disponibilidad y distribución del agua en el mundo.....	11
Figura 1-2	Vertientes, punto de muestreo.....	27
Figura 2-2	Tanque de almacenamiento, punto de muestreo.....	27
Figura 3-2	Viviendas, punto de muestreo.....	28
Figura 4-2	Toma de muestra en las vertientes.....	30
Figura 5-2	Determinación de pruebas in-situ.....	31
Figura 6-2	Muestreo en el tanque de almacenamiento.....	31
Figura 7-2	Toma de muestras en las viviendas.....	32
Figura 8-2	Transporte de muestras en “Cooler”.....	32
Figura 1-3	Gráfico de barras, pH en época de invierno y verano.....	55
Figura 2-1	Gráfico de barras, turbiedad en época de invierno y verano.....	56
Figura 3-1	Gráfico de barras, sólidos totales disueltos en época de invierno y verano.....	56
Figura 4-1	Gráfico de barras, dureza en época de invierno y verano.....	57
Figura 5-1	Gráfico de barras, hierro total en época de invierno y verano.....	57
Figura 6-1	Gráfico de barras, nitritos en época de invierno y verano.....	58
Figura 7-1	Gráfico de barras, sulfatos en época de invierno y verano.....	58
Figura 8-1	Gráfico de barras, manganeso en época de invierno y verano.....	59
Figura 9-1	Gráfico de barras, flúor en época de invierno y verano.....	59
Figura 10-1	Gráfico de barras, amoníaco en época de invierno y verano.....	60
Figura 11-1	Gráfico de barras, temperatura en época de invierno y verano.....	60
Figura 12-3	Gráfico de barras, fosfatos en época de invierno y verano.....	63
Figura 13-3	Gráfico de barras, coliformes totales en época de invierno y verano.....	64
Figura 14-3	Gráfico de barras, coliformes fecales en época de invierno y verano.....	65

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1	Métodos de desinfección del agua	22
Tabla 1-3	Análisis físico-químico del agua subterránea Galten-Guilbut.....	54
Tabla 2-3	Parámetro químico fuera de la norma 1108.2014 fosfatos.....	62
Tabla 3-3	Parámetro químico fuera de la norma 1108.2014 fosfatos.....	64
Tabla 4-3	Parámetro químico fuera de la norma 1108.2014 fosfatos.....	65
Tabla 5-3	Análisis de componentes principales en época de invierno y verano.....	68

ANEXOS

ANEXO A	NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1108:2014 QUINTA REVISIÓN PARA AGUA POTABLE Y REQUISITOS
ANEXO B	APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
ANEXO C	PLANO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO GALTEN-GUILBUT
ANEXO D	RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS DEL AGUA – M1
ANEXO E	RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS DEL AGUA – M2
ANEXO F	RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS DEL AGUA– M3
ANEXO G	RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS DEL AGUA -M4
ANEXO H	HOJAS DE ASISTENCIA PRIMERA CAPACITACIÓN
ANEXO I	HOJAS DE ASISTENCIA SEGUNDA CAPACITACIÓN
ANEXO J	EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS

RESUMEN

Se evaluó la calidad microbiológica y físico-química del agua de consumo humano en época de invierno y verano, en la Junta Administradora de Agua Potable Galten-Guilbut ubicada en el cantón Chambo provincia de Chimborazo. Se realizó los análisis microbiológicos y físico-químicos del agua en puntos específicos de muestreo, vertientes, tanque de almacenamiento, y varias viviendas que fueron escogidas al azar, las pruebas que se determinaron fueron: pH, color, Olor, Turbiedad, Temperatura, Solidos Totales Disueltos, Conductividad, Dureza, Hierro Total, Nitratos, Nitritos Sulfatos, Fosfatos, Manganeseo, Flúor, Amoniac. Los métodos utilizados fueron: potenciométricos y colorimétricos, y los equipos pH-metro, espectrofotómetro, conductímetro. De los análisis que se realizaron dentro de la investigación, el parámetro químico fuera de norma, fue los fosfatos con valores de 0,926mg/l en verano 1,066 mg/l en invierno, su valor promedio en las dos épocas se encuentra fuera de los límites máximos permisibles establecidos según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 2014. Los análisis se complementaron con la cuantificación de coliformes totales y fecales utilizando el método Petrifilm, en base a los análisis obtenidos de la investigación se llegó a observar: coliformes totales(4-1UFC/ml) y coliformes Fecales (1-0 UFC/ml), los cuales se encuentran fuera del límite máximos permisibles establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 2014. Para permitir el correcto funcionamiento del sistema de abastecimiento, y mejorar la calidad de agua que se brinda a los sectores rurales del cantón Chambo la junta Galten- Guilbut, debe realizar la adecuada limpieza del sistema de abastecimiento cada seis meses y como mínimo una vez al año. Por lo que se recomienda un adecuado tratamiento del agua con hipoclorito de calcio diariamente, para evitar enfermedades de origen hídrico a los habitantes.

PALABRAS CLAVES:<CALIDAD DEL AGUA>, <ANÁLIS MICROBIOLÓGICO>, <ANÁLISIS FISICO-QUÍMICO>, <FOSFATOS>, <COLIFORMES>, < JUNTA DE AGUA GALTEN-GUILBUT>, <CHAMBO [CANTÓN]>, CHIMBORAZO [PROVINCIA]>

ABSTRACT

Microbiological and chemical quality of water for human consumption in winter and summer time, in the Administrative Board Galten- Guilbut located in Chambo town, Chimborazo province was evaluated. Microbiological and physical-chemical analyzes at specific sampling points, sheds, storage tank, and several homes that were chosen at random was conducted testing identified were: pH, color, odor, turbidity, temperature, solid total dissolved, conductivity, hardness, total iron, nitrites and colorimetric and pH meter, spectrophotometer, conductivity equipment. The analyzes that were conducted within research, chemical parameter outside the norm, was phosphate values of 0.926mg/L in summer 1,066mg/L in winter, its average value in both seasons is off limits maximum permissible set by the Ecuadorian Technical Standard NTE INEN 1108 2014, analyzes were complemented by the quantification of total and fecal coliformes using the Petrifilm method, based on the analysis obtained from research it came to see: total coliformes (4-1 UFC/ml), and fecal coliformes (1-0 UFC/ml) which are outside the maximum permissible established in Ecuadorian Technical Standard NTE INEN 1108 2014. To allow the smooth operation of the supply system, and improve quality water to rural areas of the Chambo town Galten-Guilbut the board is provided, you must take adequate supply system cleaning every six months and at least once a year. So a proper water treatment with hypochlorite of calcium daily is recommended, to prevent waterborne diseases to the people.

KEYWORDS: <WATER QUALITY>, <MICROBIOLOGICAL ANALYSIS>, <PHYSICAL-CHEMICAL ANALYSIS>, <PHOSPHATE>, <COLIFORM>, <WATER BOARD GALTEN-GUILBIT>, <CHAMBO (TOWN)>, <CHIMBORAZO (PROVINCE)>.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural de la más alta importancia para el sostenimiento de la vida humana y el desarrollo social y cultural de una comunidad, que se ha visto degradado y amenazado por las situaciones climáticas y por falta del cuidado humano. (Cargua, 2013, pp.6-8)

El acceso al agua potable es primordial para la salud, uno de los derechos humanos básicos y uno de los principales componente de las políticas eficaces de defensa para la salud. La importancia del agua, el saneamiento y la higiene para la salud y el desarrollo se han reflejado en diversos foros internacionales sobre políticas, entre los que es importante mencionar conferencias relativas a la salud, como la Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de Salud que tuvo lugar en Alma Ata, Kazajstán (ex Unión Soviética) en 1978, conferencias sobre el agua, como la Conferencia Mundial sobre el Agua de Mar del Plata (Argentina) de 1977, que dio inició al Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental, así como los Objetivos de Desarrollo del Milenio aprobados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2000 y el documento final de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de Johannesburgo de 2002. Más recientemente, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el periodo de 2005 a 2015 como Decenio Internacional para la Acción «El agua, fuente de vida».

(Guías para la calidad del agua potable, 2006, pp. 11,12)

El tema del agua potable hoy en la actualidad es una problemática importante en cuestión de salud y desarrollo, en los recintos nacional, regional y local, se ha comprobado que las inversiones en sistemas de abastecimiento de agua y de saneamiento pueden ser beneficiosos desde un punto de vista económico, ya que la reducción de los efectos adversos para la salud y la relacionada reducción de los costos de asistencia sanitaria son superiores al costo de las intervenciones.

(Guías para la calidad del agua potable, pp. 23-49)

La práctica ha demostrado asimismo que las medidas destinadas a mejorar el acceso al agua potable favorecen en particular a los pobres, tanto de zonas rurales como urbanas, y pueden ser un componente eficaz de las estrategias de mitigación de la pobreza. Las sociedades humanas han usado los ríos, aguas subterráneas y humedales para varias actividades como desarrollo urbano, agricultura, industria entre otras, sin tomar en cuenta los efectos negativos y amenazas sobre el ecosistema y diversidad biológica. (Encalada, 2009, pp.11-14)

Los agentes patógenos y químicos transmitidos por el agua constituyen un problema mundial, que demanda un urgente control mediante la implementación de medidas de protección ambiental a fin de evitar el incremento de la prevalencia de las enfermedades relacionadas con la calidad del agua. Por tanto el abastecimiento de agua de buena calidad fue uno de los ocho componentes de la atención primaria de salud identificados en la Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de Salud celebrada en Alma-Ata en 1978. En la mayoría de los países, los principales riesgos asociados al consumo de agua contaminada están relacionados con microorganismos. Aproximadamente un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las funciones en los países en desarrollo tienen por causa el consumo de agua contaminada. El riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua aumenta con el grado de presencia de microorganismos patógenos. (Arboleda 2001, pp. 44- 56)

Sin embargo, la relación no necesariamente es simple y depende de otros factores tales como la dosis infecciosa y la susceptibilidad del huésped. El agua para consumo humano es solo uno de los vehículos de transmisión de enfermedades. A causa de la multiplicidad de vías de transmisión, no solo el mejoramiento de la calidad del agua y la disponibilidad del agua, sino también la disposición sanitaria de excretas y la aplicación de adecuadas reglas de higiene, son factores importantes en la reducción de la morbilidad y la mortalidad causada por diarreas. Independientemente de los agentes que afectan la calidad del agua para consumo humano, es necesario tener en cuenta los riesgos causados por la pobre protección de las fuentes de agua, el inadecuado manejo durante el proceso de tratamiento y la mala conservación de su calidad a nivel de redes de distribución dentro del domicilio. (Agudelo, 2005. 11-13)

La mitad de los habitantes de los países en desarrollo sufren enfermedades provocadas, directa o indirectamente, por el consumo de agua o alimentos contaminados, o por los organismos que pueden causar enfermedades que se desarrollan en el agua. Con suministros suficientes de agua potable y saneamiento adecuado, la incidencia de algunas enfermedades y la muerte podrían reducirse casi en su totalidad. En la mayoría de las regiones, el problema no es la falta de agua dulce potable sino, más bien, la mala gestión y distribución de los recursos hídricos y sus métodos. La mayor parte del agua dulce se utiliza para la agricultura, mientras que una cantidad sustancial se pierde en el proceso de riego. Los sistemas funcionan de manera ineficiente, por lo que conlleva sus propios riesgos para la salud. (Quintero, Herrera. 2009, <http://www.corpocesar.gov.co/files/MICROB%20SUR%20VUP.PDF>)

En Asia Meridional es el determinante fundamental de la transmisión de la malaria, situación que se reitera en muchas otras partes del mundo. La capa freática de varias regiones del mundo se reducen constantemente y algunos ríos, como el Colorado en los Estados Unidos y

el Amarillo en China, se secan con frecuencia antes de llegar al mar. Las capas freáticas acuíferas del norte de China han descendido treinta y siete metros en treinta años y, desde 1990 desciende un metro y medio cada año. El mar interior de Aral, en Asia Central, ya ha perdido la mitad de su extensión. El lago Chadera hace tiempo el sexto lago más grande del mundo, en la actualidad ha perdido casi el 90% de su superficie. (Seoanez,2005. <http://www.ecojoven.com/tres/05/aguas.html>)

Por otro lado, se ha demostrado que las enfermedades transmitidas por el agua como la gastroenteritis, fiebre tifoidea, hepatitis A y el cólera, están entre las principales causas de muerte en los países de América Latina. Hay una relación directa entre la mortalidad infantil debido a que los niños son especialmente propensos a enfermarse de diarreas, el 88% de las enfermedades diarreicas son producto de aguas insalubres e higiene deficiente. Esto quiere decir que una mejora del abastecimiento de agua reduce entre un 6% y un 21% la morbilidad por diarrea. Según Aurazo, el 61% de la población rural del Perú tenía acceso a fuentes mejoradas de agua potable, frente al 90% de la población urbana; 36% de la población rural tenía acceso a servicios de saneamiento mejorados frente al 81% de la población urbana. Este se ve reflejado en la distribución de las causas de muerte de niños menores de 5 años, en donde las diarreas representan el 4% para el 2008. (Grey, 199, pp. 154-160)

Por todo lo indicado anteriormente, acerca de la mala calidad del agua, que aún forman parte de este medio, se planteó el presente trabajo de investigación.

Ya que la mala calidad del agua dentro del sistema de abastecimiento es común en los países sub desarrollados y zonas rurales, la mayor parte de las veces se debe a errores humanos o a la inexperiencia del personal encargado del manejo de plantas de tratamiento o de los centros de producción como vertientes, pozos; así como al mal estado de los elementos de almacenamiento como los tanques, dispositivos de regulación o de las tuberías de la red de distribución del agua para consumo humano. Mediante la investigación se ayudará, a mejorar la calidad del agua de la Junta Galten- Guilbut, y dar propuesta de medidas correctivas para que la junta de agua mejore la calidad del líquido vital que distribuye esta organización comunitaria.

ANTECEDENTES

En Ecuador el abastecimiento de agua proviene de fuentes superficiales y subterráneas, el uso doméstico e industrial utiliza sólo un tres por ciento mientras que la irrigación agrícola consume la mayoría, solamente el 61% de la población ecuatoriana tiene acceso a agua potable. Para propósitos domésticos, las áreas urbanas primordialmente cuentan con agua superficial y las áreas rurales principalmente cuentan con agua subterránea. Las áreas urbanas tienen mayor acceso al abastecimiento de agua y a servicios sanitarios que las áreas rurales. En áreas con acceso inadecuado al abastecimiento de agua confiable, enfermedades provenientes del agua constituyen el mayor peligro para la salud, el 68% de la población urbana y sólo 39% de la población rural tiene acceso a servicios de abastecimiento de agua.(Buckalew, Scott, Reed, 1998 http://www.cepal.org/deype/noticias/noticias/6/44576/04_EC-evaluacion-recursos-agua.pdf)

La contaminación de los recursos hídricos y la degradación de los ecosistemas asociados a ellos son dos de los más grandes problemas que afectan al desarrollo sostenible. Incide en esta situación, el crecimiento poblacional y su creciente demanda de agua, la falta de cumplimiento de normas y la ausencia de aplicación de sanciones rigurosas a los causantes de impactos ambientales adversos. La calidad del agua se ve alterada por: el vertimiento de aguas residuales, la disposición final de residuos sólidos, agroquímicos y nutrientes que por escorrentía se desplazan hacia el agua. (Chover, Pastor, pp. 243-254.)

La contaminación de los recursos hídricos causada por los desechos generados por los municipios y la industria, residuos de la agricultura, la crianza de animales, la minería, petróleo y otros desperdicios sólidos urbanos confieren un escenario perjudicial para la salud de la población en todo el Ecuador y tiene una influencia negativa en los recursos hidrológicos superficiales y en el agua subterránea. En 1972 empezó la explotación petrolera y las descargas directas al suelo la contaminación a los ríos y vertientes de aguas, provocando una salinidad seis veces superior a la del mar con restos de hidrocarburos y materiales pesados, afectando los ecosistemas terrestres y acuáticos en la amazonia ecuatoriana. Las investigaciones realizadas en Ecuador demuestra que, la mala calidad del agua es una amenaza a las condiciones sanitarias y nutricionales de la población, especialmente para los más pobres, que son los que tienen mayor afectación de enfermedades de origen hídrico.(Buckalew, Scott, Reed, 1998, http://www.cepal.org/deype/noticias/noticias/6/44576/04_EC-evaluacion-recursos-agua.pdf)

La disponibilidad y vulnerabilidad de los recursos hídricos está generando una preocupación y atención crecientes, por ello, se hace necesaria la preservación y la mejora integral del agua dulce tanto en lo que se refiere a la calidad como al manejo integral de la cuenca. En Ecuador no se dispone de bases de datos oficiales sobre el estado en que se encuentran las cuencas hidrográficas o investigaciones actuales que se realicen al agua subterránea y superficial. Son pocos los estudios realizados en algunos cauces, consciente de la problemática generada por los usos del agua a fin de dar respuesta a la necesidad de conservar el patrimonio hídrico del país. (Villa, 2011, <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/322/1/T-SENESCYT-0092.pdf>)

Según los estudios realizados por el plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Chambo, las principales enfermedades que se presentan en el cantón son: infecciones de vías respiratorias, enfermedades gastrointestinales, dermatitis, infecciones de vías urinarias, gastritis, conjuntivitis, entre otros. Las posibles causas sería la contaminación ambiental, generada por los fungicidas, pesticidas, estos agroquímicos contaminan el agua y el aire; Por tanto las enfermedades mencionadas serían el resultado de las inadecuadas prácticas agrícolas, a esto se suma la contaminación causada por la ladrilleras durante su elaboración utiliza carbón mineral que en su combustión libera óxido nitroso, monóxido de carbono y dióxido de azufre, generando enfermedades respiratorias en los trabajadores y la población de la zona. (Cadena, 2012)

http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA3/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/CHIMBORAZO/CHAMBO/IEE/MEMORIAS_TECNICAS/mt_chambo_clima_e_hidrologia.pdf

La calidad del agua es esencial en la preparación de los alimentos, la energía y la productividad, el adecuado manejo de este recurso permitirá una estrategia de desarrollo sustentable, entendido éste como una gestión integral que busca el equilibrio entre crecimiento económico, equidad y sustentabilidad ambiental a través de un mecanismo regulador que es la participación social efectiva. (Organización Mundial de la Salud, pp.34-45)

JUSTIFICACIÓN

El agua es un recurso natural que posee un conjunto de propiedades y características que la vuelven única, por lo que es indispensable conservar este recurso no renovable dándole un tratamiento adecuado para cumplir con los requisitos físicos, químicos y bacteriológicos prescritos en la Norma para el Agua Potable NTE INEN 1108. El acceso al agua potable es una necesidad primaria y por lo tanto un derecho humano fundamental, muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber de fuentes cuya calidad deja mucho que desear y produce un sin fin de enfermedades a niños y adultos, generalmente estas fuentes hídricas subterráneas. (Cargua, 2013, pp.1, 4)

La Junta Administradora Galten – Guilbut es una organización que distribuye el agua por un sistema de tubería la cual es utilizada para consumo humano, proveniente de vertientes; a cuatro sectores específicos ubicados en el cantón Chambo denominados, Jesús del Gran Poder, El Tejar, Santa Rosa, y Guilbut .

Aquí en este cantón la dispersión de la población y la falta de recursos económicos, la dotación de agua apta para consumo humano en las comunidades rurales aún acusa un fuerte déficit, por lo que he creído conveniente realizar un proyecto de investigación mediante un análisis microbiológico y físico-químico, enfocado a ayudar, a mejorar la calidad del agua de la Junta Galten- Guilbut, y dar propuesta de medidas correctivas para que la junta de agua mejore la calidad del líquido vital que distribuye esta organización, ya que la mala calidad del agua dentro del sistema de abastecimiento es común en los países sub desarrollados y la mayor parte de las veces se debe a errores humanos o a la inexperiencia del personal encargado del manejo de plantas de tratamiento o de los centros de producción como vertientes, pozos; así como al mal estado de los elementos de almacenamiento como los tanques, dispositivos de regulación o de las tuberías de la red de distribución del agua para consumo humano, ya que el agua sin un tratamiento adecuado, puede ser perjudicial para los usuarios debido a que puede producir cierto tipo de enfermedades en la población.

Analizando, estas circunstancias, acerca de la mala calidad del agua, que aún forman parte de este medio, se presenta este proyecto de investigación en el cual se plantearon los siguientes objetivos.

Objetivo General

Evaluar la calidad microbiológica y físico-química del agua para consumo humano de la Junta Administradora Galten - Guilbut ubicada en el cantón Chambo.

Objetivos Específicos

1.-Realizar la caracterización físico-química y microbiológica del sistema de distribución de la Junta Administradora de Agua Potable Galten- Guilbut en época de invierno y verano de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 Quinta revisión 2014-01.

2.-Identificar los parámetros de la calidad de agua que están fuera de los rangos establecidos según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 Quinta revisión 2014-01.

3.-Cuantificar el número de Coliformes Totales y Coliformes Fecales del sistema de distribución de la Junta Administradora de Agua Potable Galten- Guilbut de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 Quinta revisión 2014-01.

4.- Capacitar a los miembros directivos de Junta de Agua Galten- Guilbut en el control y mantenimiento de la calidad del agua para consumo humano.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 El agua

1.1 .1 *Concepto General*

El agua es esencial para la vida. La cantidad de agua dulce existente en la tierra es limitada, y su calidad está sometida a una presión constante. La conservación de la calidad del agua dulce es importante para el suministro de agua de bebida, la producción de alimentos y el uso recreativo. La calidad del agua puede verse comprometida por la presencia de agentes infecciosos, productos químicos tóxicos o radiaciones.(Organización Mundial de la Salud, 2015, <http://www.who.int/topics/water/es/>)

Según el Director General de la Organización Mundial de la Salud el agua y el saneamiento los puede definir de la siguiente manera.

"El agua y el saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública. Suelo referirme a ellos como «Salud 101», lo que significa que en cuanto se pueda garantizar el acceso al agua salubre y a instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de sus condiciones de vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades." (Lee, 2004, http://www.who.int/water_sanitation_health/facts2004/es/)

2. CICLO HIDROLÓGICO

El ciclo hidrológico, es un modelo conceptual que describe el almacenamiento y movimiento del agua entre la Biosfera, Atmósfera, Litosfera, Hidrosfera, lo que se denomina Sistema Climático. 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. El concepto de ciclo se basa en el permanente movimiento o transferencia de las masas de agua, tanto de un punto del planeta a otro, en sus diferentes estados (líquido, gaseoso y sólido). Este flujo de agua se produce por dos causas principales: la energía solar y la gravedad. (El Ciclo hidrológico, 2006)

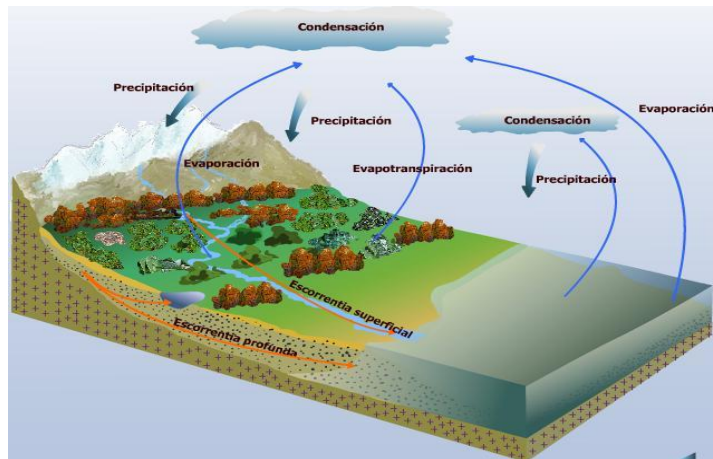


Figura1-1 Ciclo Hidrológico
Fuente:(Madrid, 2012)

2.1 Fases del ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico cumple las siguientes fases: Transpiración, evaporación, precipitación, retención, escorrentía superficial, infiltración, evapotranspiración y escorrentía subterránea; las cuales se especifican a continuación: (Ordóñez, 2011, 27 p.)

2.1.1 Evaporación

El ciclo se inicia sobre todo en las grandes superficies líquidas (lagos, mares y océanos) donde la radiación solar favorece que continuamente se forme vapor de agua. El vapor de agua, menos denso que el aire, asciende a capas más altas de la atmósfera, donde se enfría y se condensa formando nubes. (Perlam, 2015, <http://water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html#evaporation>)

2.1.2 Precipitación

Cuando por condensación las partículas de agua que forman las nubes alcanzan un tamaño superior a 0,1 mm comienza a formarse gotas, que caen por gravedad dando lugar a las precipitaciones (en forma de lluvia, granizo o nieve).

(Sánchez, 2011,

http://ocw.usal.es/ciencias-experimentales/hidrologia/contenidos/01.Ciclo_hidrologico.pdf)

2.1.3 Escorrentía superficial

Otra parte circula sobre la superficie y se concentra en pequeños cursos de agua, que luego se reúnen en arroyos y más tarde desembocan en los ríos. Esta agua que circula superficialmente irá a parar a lagos o al mar, donde una parte se evaporará y otra se infiltrará en el terreno.

(Perlam, 2015, <http://water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html#evaporation>)

2.1.4 Infiltración

Pero también una parte de la precipitación llega a penetrar la superficie del terreno a través de los poros y fisuras del suelo o las rocas, relleno de agua el medio poroso. (Ordóñez, 2011,26 p.)

2.1.5 Evapotranspiración

Es la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. (Burman y Pochov, 1994, citado en López y otros definen la evapotranspiración, como el proceso del sistema suelo-planta que combina la pérdida de agua del suelo por evaporación y de la planta por transpiración.

2.1.6 Escorrentía subterránea

El agua que desciende, por gravedad-percolación y alcanza la zona saturada constituye la "recarga de agua subterránea. El agua subterránea puede volver a la atmósfera por evapotranspiración cuando el nivel saturado queda próximo a la superficie del terreno. Otras veces, se produce la descarga de las aguas subterráneas, la cual pasará a engrosar el caudal de los ríos, rezumando directamente en el cauce o a través de manantiales, o descarga directamente en el mar, u otras grandes superficies de agua, cerrándose así el ciclo hidrológico. (Ordóñez, 2011,14p)

3. DISPONIBILIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN EL MUNDO

La demanda creciente de agua indispensable para la agricultura, la industria y el consumo doméstico ha creado una enorme competencia por el escaso recurso hídrico. El 70% de la superficie de la Tierra es agua, pero la mayor parte de esta es oceánica y solo 3% de ella es dulce, la cual se encuentra en su mayor parte en la forma de casquetes de hielo y glaciares; y

solo 1% es agua dulce superficial fácilmente accesible.(Agua y Saneamiento Argentinos S.A 2005, http://www.aysa.com.ar/index.php?id_contenido=323&id_seccion=0)

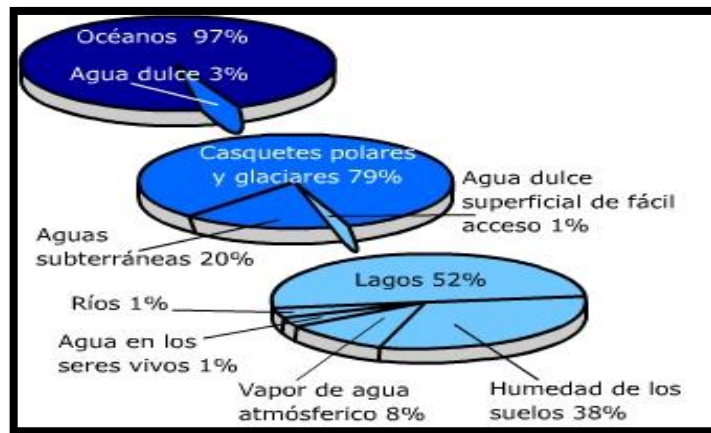


Figura 2-1 Disponibilidad y distribución del agua en el mundo
Fuente:(Lugo, 2012)

El agua dulce disponible no está equitativamente distribuida en el mundo, ni en la misma cantidad en las estaciones; varía de un año a otro, no se encuentra en todos los sitios donde se necesita ni en la misma cantidad, y contradictoriamente, en otros casos tenemos demasiada agua en el lugar equivocado y cuando no hace falta. Tres cuartas partes de las precipitaciones por año caen en zonas que contienen menos de un tercio de la población mundial.

La competencia por el agua entre la agricultura, la industria y el abastecimiento a las ciudades está limitando el desarrollo económico de muchos países en vías de desarrollo. Conforme la población aumente y la economía crezca, la competencia por la oferta limitada de agua se intensificará y los conflictos entre los distintos usuarios se agravarán. (Mejía, 2005, pp 14-18).

Otro factor de gran importancia en el acceso al agua se debe a las disparidades entre ricos y pobres, dado que a mayor cantidad de dinero son mayores las cantidades de agua que se requieren para adelantar cada una de las actividades diarias de las personas y también es mayor la cantidad de dinero de que se dispone para acceder de manera incontrolada a este recurso. La población aumenta y el consumo también, pero la cantidad de agua disponible permanece prácticamente constante. (Agudelo, 2005, pp. 2-7)

4. FUENTES DE AGUA EN LA NATURALEZA

En la naturaleza podemos encontrar dos fuentes de agua las cuales son agua subterránea, y agua de superficie, las cuales se explican a continuación.

4.1 Agua subterránea

El agua subterránea es un recurso natural muy valioso que es un componente esencial del Ciclo Hidrológico. La contribución de agua de los acuíferos al flujo de los ríos es responsable de que el río siga teniendo caudal cuando no hay precipitaciones. . El agua subterránea cumple una función ambiental en la naturaleza por su contribución a los caudales de ríos, manantiales, lagos, humedales y estuarios, tiene un papel importante en muchos procesos geológicos, y es un solvente activo por lo que el flujo subterráneo actúa como vehículo en el transporte de contaminantes. (Sahuquillo Andrés, pp. 98-99,<http://www.rac.es/ficheros/doc/00923.pdf>)

4.2 Agua Superficial

Las aguas superficiales se forman de toda el agua expuesta naturalmente a la atmósfera (ríos, lagos, depósitos, estanques, charcos, arroyos, represas, mares, estuarios.) y todos los manantiales, pozos u otros recolectores directamente influenciados por aguas superficiales. Son las que se contaminan con más facilidad, a causa de su mayor exposición a las fuentes habituales de contaminación.(Hermes, et al, 2013,<http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1304/index.htm>)

4.3. La relación entre aguas superficiales y subterráneas

Los recursos de agua dulce del planeta constituyen solo una pequeña porción del ciclo hidrológico y están alimentados por la precipitación en forma de lluvia y nieve. Parte de esta agua fluye por la superficie del terreno y se recoge en canales y cauces de distinto tamaño y orden hasta circular por los cauces permanentes. Es lo que se denomina escorrentía superficial. Una fracción de la lluvia se infiltra en el terreno de la que una parte normalmente muy importante se evapora o es transpirada por las plantas y vuelve a la atmósfera como evaporación y transpiración. La que escapa a lo que se denomina evapotranspiración llega a recargar los acuíferos. (Sahuquillo Andrés, pp. 99-100,<http://www.rac.es/ficheros/doc/00923.pdf>)

5. IMPORTANCIA DEL AGUA

El agua, además de ser una sustancia imprescindible para la vida, por sus múltiples propiedades, es ampliamente utilizada en actividades diarias tales como la agricultura (70% al 80%), la industria (20%), el uso doméstico (6%), entre otras, convirtiéndose en uno de los recursos más apreciados en el planeta. De ahí la importancia de conservar y mantener la calidad de las fuentes

naturales, de manera que se garantice su sostenibilidad y aprovechamiento para las futuras generaciones. (Arcos, Navia, 2005, <file:///C:/Users/User/Downloads/47-297-1-PB.pdf>)

Los recursos hídricos se encuentran en peligro, los más importantes y estratégicos están sometidos a un alto grado de vulnerabilidad, por negligencia, falta de conciencia y desconocimiento de la población acerca de la obligación de protegerlos y la carencia de autoridades, profesionales y técnicos, a los que les corresponde cuidarlos y utilizarlos. (Reynolds 2002; citado en Mejía 2005, pp. 23-25, <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0602E/A0602E.PDF>)

Se prevé que para el año 2020, el aprovechamiento de agua aumentará en un 40%, y que aumentará un 17% adicional para la producción alimentaria, a fin de satisfacer las necesidades de una población en crecimiento (Cepal, 2002; citado en Mejía 2005). A pesar de contar con estos recursos persisten los problemas relacionados a la cobertura y eficiencia de la calidad de los abastecimientos de agua y servicios de salud, su desenfrenada contaminación, el agotamiento de las fuentes subterráneas, el deterioro de las aguas dulces se ha convertido en un problema serio. (Organización Panamericana de la Salud; citado en Mejía, 2005, pp. 48-52, <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0602E/A0602E.PDF>)

6. CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua se refiere a las características físicas, químicas y microbiológicas de aguas superficiales y subterráneas. Estas características afectan la capacidad del agua para sustentar tanto a las comunidades humanas, como la vida vegetal y animal. (Reascos, Year, 2010 [file:///C:/Users/User/Downloads/03%20REC%20123%20CONTENIDO%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/03%20REC%20123%20CONTENIDO%20(1).pdf))

La calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana. Sin la acción humana, la calidad del agua vendría determinada por la erosión del substrato mineral, los procesos atmosféricos de evapotranspiración y sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo por los factores hidrológicos, y los procesos biológicos en el medio acuático que pueden alterar la composición física y química del agua. (Romero, 2009, pp.31-32)

El deterioro de la calidad del agua se ha convertido en motivo de preocupación a nivel mundial con el crecimiento de la población humana, la expansión de la actividad industrial y agrícola y

la amenaza del cambio climático como causa de importantes alteraciones en el ciclo hidrológico.

A nivel global, el principal problema relacionado con la calidad del agua lo constituye la eutrofización, que es el resultado de un aumento de los niveles de nutrientes (generalmente fósforo y nitrógeno) y afecta sustancialmente a los usos del agua. Las mayores fuentes de nutrientes provienen de la escorrentía agrícola y de las aguas residuales domésticas también fuente de contaminación microbiana. (Organización de las Naciones Unidas, 2014, <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>)

6.1 Problemática de la calidad del agua en el medio rural

En América Latina y el Caribe el 43% de la población rural no tiene acceso al abastecimiento de agua con una calidad apropiada para el consumo humano y para usos domésticos como la higiene personal. Por otro lado, se ha demostrado que las enfermedades transmitidas por el agua como la gastroenteritis, la fiebre tifoidea, la hepatitis A y el cólera, están entre las principales causas de muerte en los países de América Latina. Hay una relación directa entre la mortalidad infantil y la cobertura y calidad del agua de consumo debido a que los niños son especialmente propensos a enfermarse de diarrea. (Aurazo, 2004, pp.15-16)

Por tanto se piensa que un 88% de las enfermedades diarreicas son producto de un abastecimiento de agua insalubre y de un abastecimiento y una higiene deficiente. Esto quiere decir que una mejora del abastecimiento de agua reduce entre un 6% y un 21% la morbilidad por diarrea, si se contabilizan las consecuencias graves. (Aurazo, 2004, pp.15-16, http://www.bvsde.paho.org/CD-GDWQ/Biblioteca/Manuales_Guias_LibrosDW/manual%20 analisis%20basicos%20CA.pdf)

7. INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA

El grupo de microorganismos coliformes es adecuado como indicador de contaminación fecal debido a que estos forman parte de la microbiota normal del tracto gastrointestinal, tanto del ser humano como de los animales homeotermos y están presentes en grandes cantidades en él. Los microorganismos coliformes constituyen un grupo heterogéneo de amplia diversidad en términos de género y especie. (Larrea J, et al, pp. 3-4, <http://revista.cnic.edu.cu/revistaCB/sites/default/files/articulos/CB%2011-12.pdf>)

7.1 Coliformes Totales

Los coliformes totales se definen como bacterias Gram negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37 ° C y producen ácido y gas (CO₂) en 24 h, aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática β-galactosidasa. Entre ellas se encuentran *Escherichiacoli*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella*.³¹ La prueba más relevante utilizada para la determinación de coliformes, es la hidrólisis de la lactosa. El rompimiento de este disacárido es catalizado por la enzima β-D-galactosidasa. Para la determinación de la β-Dgalactosidasa se utilizan medios cromogénicos tales como el Agar Chromocult para coliformes. Actualmente, no se recomienda para la evaluación de la calidad de las aguas debido a que muchos de sus miembros pueden encontrarse de forma natural en aguas, suelos o vegetación.(Larrea J, et al, p.25, <http://revista.cnic.edu.cu/revistaCB/sites/default/files/articulos/CB%2011-12.pdf>)

7.2 Coliformes Fecales (Termotolerantes)

Coliformestermotolerantes Los coliformestermotolerantes (CTE), denominados así porque soportan temperaturas hasta de 45 ° C, comprenden un número muy reducido de microorganismos, los cuales son indicadores de calidad por su origen. En su mayoría están representados por *Escherichiacoli*, pero se pueden encontrar de forma menos frecuente las especies *Citrobacterfreundii* y *Klebsiellapneumoniae*. Estas últimas forman parte de los coliformestermotolerantes, pero su origen normalmente es ambiental (fuentes de agua, vegetación y suelos) y solo ocasionalmente forman parte de la microbiota normal. Por esto algunos autores plantean que el término de coliformes fecales, comúnmente utilizado, debe ser sustituido por coliformestermotolerantes. Los coliformestermotolerantes integran el grupo de los coliformes totales, pero se diferencian de estos últimos, en que son indol positivo, su intervalo de temperatura óptima de crecimiento es muy amplio (hasta 45 ° C) y son mejores indicadores de higiene en alimentos y agua. La presencia de estos microorganismos indica la existencia de contaminación fecal de origen humano o animal, ya que las heces contienen coliformestermotolerantes que están presentes en la microbiota intestinal. (Larrea J, et al, p.26)

8. ASPECTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA

La presencia de sustancias químicas disueltas e insolubles en el agua, que pueden ser de origen natural o antropogénico y define su composición física y química.

Aunque en las áreas rurales de los países en desarrollo la gran mayoría de problemas de calidad del agua están relacionados con la contaminación bacteriológica u otras clases de contaminación biológica, puede presentarse un número significativo de problemas graves como consecuencia de la contaminación química de los recursos hídricos. Dicha contaminación puede emerger de ciertas industrias, como la minería y la fundición, o de prácticas agrícolas, algunas de ellas incorrectas como por ejemplo el uso y abuso de nitratos como fertilizantes, o provenir de fuentes naturales como por ejemplo el hierro, los fluoruros. (Barrenechea Ada, 1998, <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomoI/uno.pdf>)

8.1 Parámetros físico- químicos.

pH, color, Olor, Turbiedad, Temperatura, Sólidos Totales Disueltos, Conductividad, Dureza, Hierro Total, Nitratos, Nitritos, Sulfatos, Fosfatos, Manganeso, Flúor, Amoníaco.

8.1.1 pH

El pH es el parámetro que mide la concentración de iones hidronio presentes en el agua. El proceso se realiza utilizando el equipo llamado pH metro el cual consta de un electrodo de vidrio que genera una corriente eléctrica proporcional a la concentración de protones de la solución. La corriente puede transformarse fácilmente en unidades de pH por diferentes procedimientos de calibrado. El valor del pH depende de la temperatura. Este método se puede aplicar a todo tipo de aguas: crudas, de proceso y tratadas, aguas residuales y naturales, incluidas las marinas. (Serveriche, 2011, pp. 13-14)

8.1.2 Color

El color en el agua resulta de la presencia en solución de algunas sustancias como iones metálicos naturales, materia orgánica disuelta. La expresión color se debe considerar que define el concepto de “color verdadero”, esto es, el color del agua de la cual se ha descartado la turbiedad. El término “color aparente” engloba no sólo el color debido a sustancias disueltas sino también a las materias en suspensión y se determina en la muestra original sin filtrarla o centrifugarla. (APHA., et al, 1992, pp. 2-10)

Dos tipos de color se reconocen en el agua: el color verdadero, o sea el color de la muestra una vez que se ha removido su turbidez, y el color aparente, que incluye no solamente el color de las sustancias en solución y coloidales sino también el color debido al material suspendidos. El color aparente se determina sobre la muestra original, sin filtración o centrifugación previa. En general, el término color se refiere al color verdadero del agua y se acostumbra medirlo junto con el pH, pues la intensidad del color depende de este último. Normalmente el color aumenta con el incremento del pH. (Serveriche, 2013, pp. 14-16)

8.1.3 Olor

El agua pura es inodora, los olores en el aguas se debe varias veces a la presencia de diferentes sustancias, generalmente orgánicas, aunque también producen olores algunas sustancias inorgánicas, como el sulfuro de hidrógeno. Las pruebas de sabor y olor son ventajosas como comprobación de la calidad del agua cruda y del agua tratada. Los órganos del gusto y del olfato son notablemente sensibles pero no son precisos. Las personas varían mucho en su sensibilidad y aún la misma persona puede mostrar variaciones diarias en sus percepciones. A pesar de los esfuerzos realizados durante más de un siglo, aún no se descubre un método satisfactorio para caracterizar el olor, por lo cual las descripciones que se obtienen son cualitativas.(APHA, et al, 1992, pp. 18-19)

8.1.4 Turbiedad

La turbiedad del agua se debe a la presencia de material suspendido y coloidal como, materia orgánica e inorgánica finamente dividido y otros organismos microscópicos. La turbiedad es una expresión de la propiedad óptica que hace que los rayos luminosos se dispersen. El método nefelométrico para medir la turbiedad, se fundamenta en la comparación de la intensidad de la luz dispersada por la muestra en condiciones definidas, con la intensidad de la luz dispersada por una solución patrón de referencia en idénticas condiciones. El equipo utilizado para realizar la prueba se llama turbidímetro (nefelómetro), el cual ofrece la lectura directa de turbiedad en unidades nefelométricas de turbiedad (U.N.T).(Serveriche, 2011, pp. 20-22)

8.1.5 Temperatura

La temperatura es un parámetro físico, que generalmente afecta mediciones de otros ensayos como pH, alcalinidad o conductividad. La temperatura se mide directamente en el agua. En los casos que esta operación se dificulte y se obtenga una muestra con algún dispositivo de muestreo como frasco, botella, la temperatura debe medirse a la mayor prontitud posible

directamente en dicho dispositivo para así reducir cualquier error.(APHA., et al, 1992, pp.88-90)

8.1.6 Sólidos totales disueltos

La determinación de los sólidos totales disueltos permite estimar los contenidos de materia disuelta y suspendida presente en el agua, los sólidos pueden afectar negativamente a la calidad del agua o a su suministro de varias maneras. Las aguas con abundantes sólidos disueltos suelen ser inferior palatabilidad y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional.(APHA., et al, 1992, pp.79-87)

8.1.6.1 Sólidos totales

Se define como sólidos la materia que permanece como residuo después de evaporación y secado a 103°C. El valor de los sólidos totales incluye material disuelto y no disuelto (sólidos suspendidos). (Franson, 1992, p. 24)

8.1.6.2 Sólidos disueltos. (O residuo filtrable)

Son determinados directamente o por diferencia entre los sólidos totales y los sólidos suspendidos. (Franson, 1992, p. 25)

8.1.6.3 Sólidos suspendidos. (Residuo no filtrable o material no disuelto)

Son determinados por filtración a través de un filtro de asbesto o de fibra de vidrio, en un crisol Gooch previamente pesado. (Franson, 1992, p. 26)

8.1.6.4 Sólidos volátiles y sólidos fijos.

Esta determinación se suele hacer en aguas residuales y lodos con el fin de obtener una medida de la cantidad de materia orgánica presente. (Franson, 1992, p. 27)

8.1.6.5 Sólidos sedimentables

La denominación se amplía a los sólidos en suspensión que se sedimentaran, en condiciones tranquilas, por acción de la gravedad. (Barona, 2010, pp 23-24,

8.1.7 Conductividad

La conductividad es la capacidad de una solución acuosa para transportar corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones disueltos. Esta capacidad depende de la presencia, movilidad, valencia y concentración de iones, así como de la temperatura del agua. Este ensayo permite el control del agua potable distribuida, descubriendo variaciones causadas por infiltraciones de aguas de mineralizaciones diferentes y a menudo, contaminadas. En las aguas de sólidos disueltos, los valores de conductividad pueden ser bajos porque las materias orgánicas y coloidales son, en general, malas conductoras de la corriente eléctrica. (Serveriche, 2011, p.25)

8.1.8 Dureza

Se denomina dureza del agua a la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. Las cuales son las causantes de la dureza del agua, y el grado de dureza es directamente proporcional a la concentración de sales metálicas. (Serveriche, 2011, pp. 37-40)

8.1.9 Hierro total

El Hierro es un elemento esencial para el metabolismo de animales y plantas, en aguas subterráneas puede encontrarse en forma de Fe²⁺. La concentración de este elemento en el agua está controlada por procesos de equilibrio químico como oxidación-reducción, precipitación y disolución de hidróxidos, carbonatos y sulfuros formación de complejos especialmente con materia orgánica y también por la actividad metabólica de animales y plantas.

La presencia de Hierro en las aguas naturales puede ser consecuencia de la disolución de rocas y minerales, del drenaje ácido de las minas, de lixiviaciones en rellenos, de sistemas de alcantarillados o industrias que elaboran Hierro. (Romero, 2009. 29p)

8.1.10 Nitratos y Nitritos

El nitrato y el nitrito son compuestos de nitrógeno los cuales se encuentran en suelo, el agua, las plantas y los alimentos de forma natural. Se forman cuando los microorganismos del entorno alteran materiales orgánicos, como plantas, estiércol de animales y aguas residuales. Los nitratos también se utilizan en los fertilizantes químicos. Los nitritos se emplean para el secado

de la carne. En el agua, es común encontrar más nitratos que nitritos. Los nitratos aparecen en el agua potable a causa de filtraciones que provienen de granjas, zonas de césped y jardines, que llegan al agua subterránea. Los nitratos y nitritos también pueden aparecer en el agua a causa de la cercanía de vertederos municipales, centros de cría de animales con sistemas defectuosos. (Romero, 2009. 219-222 p)

8.1.11 Sulfatos

Los sulfatos se encuentran distribuidos en la naturaleza de manera amplia, principalmente se pueden observar en abundantes cantidades en las aguas duras. El ion sulfato precipita en medio ácido con cloruro de bario formando cristales de sulfato de bario de tamaño uniforme. La cantidad de cristales es proporcional a la concentración de sulfatos en la muestra y la absorbancia luminosa de la suspensión, se puede medir espectrofotométricamente a 420 nm, siendo la concentración de SO_4^{2-} . (APHA., et al, 1992, pp. 229-235)

8.1.12 Fosfatos

Los fosfatos se encuentran en las aguas naturales en pequeñas concentraciones. Los compuestos de fósforo que se encuentran en las aguas residuales o se vierten directamente a las aguas superficiales provienen de fertilizantes eliminados del suelo por el agua o el viento; excreciones humanas y animales; y detergentes y productos de limpieza. Los compuestos del fósforo (particularmente el orto-fosfato) se consideran importantes nutrientes de las plantas, y conducen al crecimiento de algas en las aguas superficiales, pudiendo llegar a promover la eutrofización de las aguas. Los fosfatos están directamente relacionados con la eutrofización de ríos, pero especialmente de lagos y embalses. En lo referente a las aguas de consumo humano, un contenido elevado modifica las características organolépticas y dificulta la floculación en las plantas de tratamiento. (APHA, et al, 1992, pp.187-189)

El fósforo es un nutriente esencial para el crecimiento de organismos, por lo que la descarga de fosfatos en cuerpos de aguas puede estimular el crecimiento de macro y microorganismos fotosintéticos en cantidades nocivas. (APHA, et al, 1992, pp.190-199)

8.1.13 Manganeso

Es esencial para el metabolismo de las plantas, se puede encontrar en forma de Mn o en forma de complejo, en cantidades apreciables produce un sabor desagradable en el agua lo que evita

una ingestión en grandes dosis, que podría afectar al sistema nervioso central. Aunque raramente sobrepasa 1 mg/l el manganeso produce manchas tenaces en la ropa lavada y en accesorios de instalaciones sanitarias. (APHA, et al, 1992, pp.127-129)

8.1.14 Flúor

El flúor es un elemento relativamente abundante en la naturaleza, en el agua dulce de la superficie terrestre tiene unas concentraciones de fluoruro normalmente bajas de 0.01 ppm a 0.3 ppm. En el agua subterránea, la concentración natural de fluoruro depende de aspectos geológico, químico y características físicas del acuífero, la porosidad, acidez de la tierra, piedras, temperatura, la acción de otros elementos químicos, profundidad de los pozos de extracción. Las concentraciones del fluoruro en el agua subterránea pueden ir de 1 ppm a más de 25 ppm. (Lenntech BV. 1998, <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/f.htm>)

8.1.15 Amoníaco

El amoníaco en su forma no ionizada (NH₃), se incluye la forma ionizada, o ión amonio (NH₄⁺). El amoníaco presente en el medio ambiente procede de procesos metabólicos, agropecuarios e industriales. Las concentraciones naturales en aguas subterráneas y superficiales suelen ser menores que 0,2 mg/l, pero las aguas subterráneas anaerobias pueden contener hasta 3 mg/l y en lugares cercanos donde se realiza actividades de ganadería intensiva puede generar concentraciones superiores en aguas superficiales. También pueden producir contaminación con amoníaco los revestimientos de tubería. (Organización Mundial de la Salud, 2003, http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_12.pdf)

9. DESINFECCIÓN

La desinfección es una acción incuestionable para el suministro de agua potable, este proceso puede destruir microorganismos patógenos, frecuentemente este proceso se realiza mediante productos químicos y físicos. La desinfección constituye una barrera eficaz para numerosos patógenos, especialmente bacterias, así como también para compuestos orgánicos e inorgánicos que contaminan el agua. (Desinfección, 2003, http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3es1.pdf)

10. MÉTODOS DE DESINFECCIÓN

Los desinfectantes y el equipo de desinfección se deben seleccionar de modo que satisfagan en lo posible las condiciones específicas como la fiabilidad, continuidad y eficacia de la desinfección.

Las características que deben tener los métodos de desinfección para ser aplicables en el ámbito rural son: Rápido y efectivo, fácilmente soluble en agua en las concentraciones requeridas y capaces de proveer una acción residual, que no afecte el sabor, olor o color del agua, fácil de manipular, transportar, aplicar y controlar. (Méndez, 2002, pp.1-13)

Tabla 1-1 Métodos de desinfección

Físicos		Químicos		
Ultrafiltración		Cloro	Gas	
Ultrasonido			Hipoclorito	o Sodio o Calcio
Ósmosis inversa			Dióxido de cloro Cloraminas	
Electroforético		Permanganato de potasio Yodo Bromo Ozono Peróxido de hidrógeno Plata		
Ebullición				
Congelación				
Radiación ionizante	o Gamma o Ultravioleta			

Fuente: Montiel, 2013

10.1 Ebullición

La acción del calor por un tiempo prolongado y a la temperatura de ebullición causa la muerte de todo tipo de agentes microbianos, pero el alto costo requerido para hacer hervir el agua es prohibitivo en la industria y en los servicios, por lo que solo a nivel casero o doméstico es aceptable esta práctica y de hecho se emplea en comunidades donde no se cuenta con infraestructura para una desinfección convencional. (Desinfección y métodos de desinfección del agua, 2014, p. 16)

10.2 Desinfección por cloro y derivados

El cloro y sus derivados son por mucho los agentes desinfectantes que más se emplean en el mundo. Es posible emplear compuestos tales como: el cloro gas, el hipoclorito de sodio, el hipoclorito de calcio o compuestos organoclorados como el ácido tricloroisocianurico (cloro

90). Eventualmente todos ellos producen el ácido hipocloroso HClO y el ión hipoclorito ClO⁻ que son los agentes activos. (Méndez, 2002, pp. 31-66)

10.3 Desinfección con ozono (ozonización)

La desinfección por ozono es un método que se está difundiendo por sus grandes ventajas sobre otras opciones posibles. El ozono, en forma similar como ocurre con el cloro, destruye o inactiva las enzimas de los microorganismos y esa es la razón de su capacidad bactericida. También reacciona con sustancias de carácter orgánico e inorgánico presentes en el agua, con lo cual mejora la calidad del agua tratada. (Méndez, 2002, pp. 109-124)

10.4 Desinfección por radiación ultravioleta

Su efectividad en cierto tipo de microorganismos no es tan efectiva como lo son el cloro y el ozono, ya que algunos microorganismos tipo quiste tienen una capa protectora que impide que la radiación UV tenga contacto con el tejido, pero estos microorganismos se pueden remover por micro filtración, por lo que siempre es conveniente una previa filtración si el agua se desinfecta por este método. (Méndez, 2002, pp. 77-91)

11. MARCO LEGAL

Hace referencia de conformidad con las atribuciones que le confiere la Constitución de la República del Ecuador y la Ley Orgánica de la Función Legislativa, discutió y aprobó el Proyecto de LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA. En sesión de 31 de julio del 2014, el Pleno de la Asamblea Nacional conoció y se pronunció sobre la objeción parcial presentada por el señor Presidente Constitucional de la República. Registro Oficial N° 305 miércoles 6 de agosto de 2014

EL primer objeto de la presente ley es garantizar el derecho humano al agua, así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, a fin de garantizar el *sumak kawsay* o buen vivir.

11.1 Agencia de Regulación y Control del Agua

La Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA), es un organismo de derecho público, de carácter técnico administrativo, adscrito a la Autoridad Única del Agua, con personalidad

jurídica, autonomía administrativa y financiera. La Agencia de Regulación y Control del Agua, ejercerá la regulación y control de la gestión integral e integrada de los recursos hídricos, de la cantidad y calidad de agua en sus fuentes.

La Autoridad Única del Agua, en un plazo de hasta dos años contados a partir de la publicación de la presente Ley, realizará un inventario de las juntas administradoras de agua potable, para evaluar su funcionamiento técnico y financiero y el cumplimiento de los servicios prestados a sus miembros.

11.2 Juntas administradoras de agua potable

Las juntas administradoras de agua potable son aquellas organizaciones comunitarias, sin fines de lucro, que tienen la finalidad de prestar el servicio público de agua potable. Su accionar se fundamenta en criterios de eficiencia económica, sostenibilidad del recurso hídrico, calidad en la prestación de los servicios y equidad en el reparto del agua.

11.3 Incumplimiento de la normativa técnica

En caso de incumplimiento de la normativa técnica emitida por la Agencia de Regulación y Control del Agua para la prestación del servicio, la junta administradora de agua potable será notificada para que en el plazo establecido se elabore el plan de mejora. El gobierno autónomo descentralizado municipal dará la asistencia técnica para la elaboración de dicho plan y brindará apoyo financiero para su ejecución.

La Autoridad Única del Agua aprobará el plan de mejora y una vez finalizados los plazos establecidos en el plan de mejora la Agencia de Regulación y Control del Agua evaluará el servicio. En caso de incumplimiento la junta administradora de agua potable será intervenida por el gobierno autónomo descentralizado municipal, o por delegación de este, por el gobierno parroquial correspondiente, hasta que se cumpla el plan de mejora. (Asamblea Nacional República del Ecuador.2014, pp. 3-8; 13-14; 15, <http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYD-E-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>)

12. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 1108: 2014 ESPECIFICACIONES DEL AGUA POTABLE, REQUISITOS.

Esta Norma Técnica Ecuatoriana es una adaptación de las Guías para la calidad del agua potable de la OMS, 4ta. Ed, 2011. Esta norma se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros. NTE INEN 1108. 2011, pp 1. <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1108-5.pdf>

12.1 Agua Potable

El agua potable es aquella cuyas características físicas, químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su calidad para consumo humano. (NTE INEN 1108. 2011, pp 1. <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1108-5.pdf>)

12.2 Agua Cruda

El agua cruda se puede definir como aquella que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características, tanto físicas, químicas o microbiológicas. (NTE INEN 1108. 2011, pp 4. <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1108-5.pdf>)

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Tipo de investigación

El trabajo se llevó a cabo en la Provincia de Chimborazo, Cantón Chambo, la misma que fue de tipo Investigativo.

2.2 Descripción geográfica del lugar de estudio

Chambo es uno de los diez cantones de la provincia de Chimborazo, está ubicado al noroeste de la provincia a las faldas de los montes Quilimas y Cubillín de la cordillera oriental de los andes ecuatorianos. Para lograr su cantonización se desarrolló un proceso largo que inició en 1940 hasta su concreción el 18 de marzo de 1988, siendo Presidente encargado el Dr. Fernando Guerrero.

Chambo se compone de varios sectores los cuales son : barrios Catequilla, Titaicún, Batán, Galtén, Rumucruz, Chugllin, Guilbut, Santa Rosa, San Jorge, Llío, San Pedro del Quinto, El Rosario, El Vergel, Airon, Ainche, Jesús del Gran Poder, Julquis, Ulpán, San Pedro de LLucud, San Francisco de Chambo, San Antonio de Guayllabamba, Quintus y Guaractus. Su importancia radica en su ubicación geográfica, diversidad de pisos climáticos, actividad agrícola, ganadera y potencial turístico por sus parajes, paisajes y tradiciones. (Asociación de Municipalidades Ecuatorianas, 2015, <http://www.ame.gob.ec/ame/index.php/ley-de-transparencia/65-mapa-cantones-del-ecuador/mapa-chimborazo/265-canton-chambo>)

La Junta de Agua Potable Galten - Guilbut pertenece a la Parroquia Matriz del cantón Chambo, en la provincia de Chimborazo. Se accede desde Riobamba por una carretera de segundo orden en buen estado, el tiempo que se tarda en llegar es de aproximadamente 15 minutos. La investigación que se realizó tiene como beneficiarios a cuatro barrios que se encuentran enlazados entre sí, Jesús del Gran poder, Guilbut, Santa Rosa, El Tejar. (Naranjo, 2008, pp. 18)

En su conjunto, Chambo posee una población total de 11 885 habitantes; de los cuales 199 familias consumen el agua de la Junta Galten-Guilbut, estos sectores tienen un clima templado con una temperatura media anual estimada de 15°C. La altura promedio está en los 2.600msnm.

Los suelos son de tipo arenoso y limoso son aptos para cultivo, destacándose entre ellos la papa, y los cereales. (Naranjo, 2008, pp. 22)

2.3. Muestra

Los puntos de muestreos específicos fueron: seis vertientes, las cuales se encuentran ubicadas entre el río de Asactus-Galten y el Camino de las Almas, en el potrero conocido como “molino pamba”, de la hacienda Galten. El tanque de almacenamiento denominado A1 se encuentra ubicado en el sector de Guilbut, y finalmente las viviendas que consumen el agua que distribuye la Junta Administradora Galten- Guilbut, ubicados en el cantón Chambo, en periodos de 15 días durante dos meses, las muestras de las viviendas se recolecto al azar.



Figura: 1-2. Vertientes, punto de muestreo
Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015



Figura: 2-2 Tanque de Almacenamiento, punto de muestreo
Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015



Figura: 3-2 Viviendas, punto de muestreo
Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015

2.4. Muestreo

El muestreo es el primer paso para la determinación de la calidad de una fuente de agua, por lo que se debe garantizar la validez de los resultados, evitando que la muestra se deteriore o contamine antes de llegar al laboratorio, ya que la calidad de los resultados, depende de la integridad de las muestras que ingresan al mismo. (Franson Mary, 1992, pp.38-41)

El procedimiento seguido para la toma de muestras se realizó de acuerdo con lo establecido en los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods), según la Norma NTE INEN 1108 Quinta revisión 2014-01, y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras (INEN, 1998)

2.5. Equipos y materiales para el muestreo

2.5.1 *Material para la toma de muestras:*

- Envases estéril para toma de muestras microbiológicas
- Envases de plástico para análisis para físico químico
- Nevera (Cooler) con bolsas refrigerantes o bolsas con hielo
- Frasco de Alcohol
- Marcador permanente

2.5.2 *Equipo de seguridad personal*

- Guantes

- Mandil blanco
- Mascarillas
- Cofia

2.6 Tipos de muestras

Los tipos de muestras más comunes para realizar los análisis y caracterización de muestras de agua que se utilizó para realizar el trabajo fue: muestra puntual, muestra de sondeo, y muestra compuesta.

2.6.1 Muestra puntual

Es aquella que representa la composición de la muestra en el momento en que se realiza el muestreo.

2.6.2 Muestras de sondeo

Este tipo de muestras se realiza teniendo en cuenta la frecuencia con que se esperan estos cambios, lo que puede variar desde cinco minutos a una hora o más. Las variaciones estacionales de los sistemas naturales puede exigir la realización a lo largo de meses. Cuando la composición de la fuente varía en el espacio y no en el tiempo, hay que hacer la toma de las muestras en los lugares adecuados, como en este caso se realizó en partes representativas del sistema de distribución de la Juna de Agua Potable Galten-Guilbut, durante dos meses cada quince días.

(Franson, 1992, p. 36)

2.6.3. Muestra Compuesta

Esta tipo de muestreo se realizó para la determinación de los análisis físicos químicos de las viviendas que consumen el agua de la Junta Galten- Guilbut, ya que la muestra compuesta representa un ahorro sustancial de trabajo y gasto de laboratorio. Cabe recalcar que se empleó este tipo de muestreo ya que no se realizó pruebas como gases disueltos, cloro residual, sulfuro soluble. Los cambios en este tipo de componentes, como el oxígeno o el dióxido de carbono, pueden producir alteraciones secundarias. (Franson, 1992, p.37)

2.7 Identificación de muestras

Para identificar las muestras se las etiquetó en los envases. Se las identificaron haciendo constar el número de muestra, nombre del que realizó la toma, fecha y lugar de la misma, tipo de muestra

2.8 Envases para la toma de muestras

Los envases para la toma de muestra de las aguas para su posterior análisis físico-químico que se utilizaron fueron envases plásticos, bien lavados, con una capacidad de 1 litro; cada uno de ellos se lavó con agua destilada. Antes de llenar el envase con la muestra se procedió a lavar dos o tres veces con el agua que se va a recoger. (Franson, 1992, p. 34)

Para los análisis microbiológicos se utilizaron frascos estériles con capacidad de 250 a 300 ml, de plástico, con tapa hermética y de boca ancha, dejando un espacio vacío para aireación, mezclas, etc., (análisis microbiológico). (Franson, 1992, p. 35). En el momento de tomar la muestra se enjuagó el envase tres veces con el agua muestra con objeto de evitar que el envase se contamine accidentalmente durante el muestreo o que estuviera mal lavado. Cada enjuague se vertió lejos del punto de muestreo para así procurar que regresen, aguas abajo a la corriente del cauce y no contaminen el agua a tomar.

2.9 Procedimiento de toma de muestras

Las muestras deben ser representativas de las condiciones que existan en el punto y hora de muestreo y tener el volumen suficiente para efectuar en él las determinaciones correspondientes. Para la toma de muestras en el sistema de abastecimiento de la Junta Galten-Guilbut, se localizaron puntos de muestreo específicos, los cuales se denominaron V₁, V₂, V₃, V₄, V₅, V₆, las que representan a las vertientes del agua es decir el lugar de captación del agua como se observa en la Figura 4.2.



Figura: 4-2 Toma de muestra en las vertientes
Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015

Para realizar las pruebas in-situ, se utilizaron los equipos de medición como el Conductímetro, y el pH metro para determinar la temperatura, pH, conductividad, y sólidos totales disueltos. Esto se realizó en los puntos específicos de muestreo. Fig. 5.2



Figura: 5-2 Determinación de parámetros in-situ
Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015

Posteriormente se realizó la toma de la muestra del tanque de almacenamiento al que se le denominó A₁, se encuentra ubicado a 2.9 Km de las vertientes en el sector Guilbut, con una capacidad de 100m³. construido en ferro cemento. En la figura: 6.2, se puede observar diferentes momentos de toma de la muestra en el tanque de almacenamiento.



Figura: 6-2 Muestreo en el tanque de almacenamiento
Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015

Finalmente se realizó el muestreo en las viviendas, este muestreo se ejecutó al azar en cada uno de los sectores. En la fotografía 7-2 se puede observar diferentes momentos de toma de la muestra los diferentes sectores.



Figura: 7-2 Muestreo en las viviendas
Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015

2.10 Transporte y preservación de las muestras

Una vez recolectadas las muestras, fueron transportadas hasta el laboratorio de análisis de manera inmediata, en el menor tiempo posible. Para conservar a las muestras, se las trasladaron en un baño de hielo a 4°C, en la nevera denominada Cooler. El tiempo que se demoró en llevar las muestras al laboratorio fue de 4 horas, desde la toma de la primera muestra hasta la entrega al laboratorio. Figura: 8.2.



Figura: 8.2. Transporte de muestras en Cooler
Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015

2.11 Parámetros analizados en laboratorio

En el laboratorio de agua, perteneciente al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chambo se realizaron los análisis de cada una de las muestras tomadas en los diferentes puntos

de muestreos. Los parámetros analizados fueron: pH, color, Olor, Turbiedad, Temperatura, Sólidos Totales Disueltos, Conductividad, Dureza, Hierro Total, Nitratos, Nitritos Sulfatos, Fosfatos, Manganeso, Flúor, Amoníaco. Coliformes Totales, Coliformes Fecales.

3. PARÁMETROS FÍSICOS

3.1 Determinación de pH

3.1.1 Material, Equipo y Reactivos

- Comparador de pH y cloro
- Guantes
- Mandil
- Mascarilla
- Calzado adecuado

3.1.1.1 Procedimiento de la prueba del pH.

- a) Se enjuagó el receptáculo de pH y se llenó con agua de la muestra que se analizó
- b) Se procedió a colocar cinco (5) gotas de la solución Phenol Red.
- c) Se cubrió el receptáculo y agitó para mezclar.
- d) Finalmente se comparó con las tablas de los colores para determinar la prueba presentes en el comparador. (Laboratorio G.A.D.M. Chambo, *Análisis de Agua*, 2014, pp. 8-10)

3.2 Determinación del color

3.2.1 Material, Equipo y Reactivos

- Comparador visual para medir el color del agua
- Lámpara, 2 tubos Nessler de 200 mm de longitud y tapón é instructivo. La lámpara se conecta a 120 volts.
- Guantes
- Mandil
- Mascarilla
- Cofia

3.2.1.1 Procedimiento de la determinación del color

- a) Se llenó el tubo de Nessler del aparato con agua destilada hasta la marca indicada.
- b) Posteriormente se colocó en el buzo esmerilado y colocó sobre el soporte izquierdo del comparador.
- c) Se tomó un segundo tubo de Nessler y se lo llenó con agua de la muestra hasta la marca.
- d) Se tapó con el buzo y colocó sobre el soporte derecho del comparador.
- e) Una vez colocados los tubos dentro del comparador, se cerró la portezuela y se colocó en la parte superior del aparato el disco adecuado de colores patrón. Finalmente se observó al ocular.
- f) Se encendió el aparato y se procedió a comparar el color del agua de la muestra con los patrones del disco.
- g) Finalmente se tomó la lectura cuando los colores del agua de la muestra y del disco patrón coincidan.
- h) Si el color de la muestra excedía al color del patrón de máximo valor en el disco, se diluía la muestra con agua destilada en proporciones conocidas, hasta que el color quede dentro del rango de estándares.
- i) Si la muestra ha sido diluida, se calculaba las unidades del color de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$U.C = \frac{A \times B}{C}$$

Dónde:

A = lectura de unidades de color en el comparador.

B = volumen total en la dilución en mililitros.

C = mililitros de muestra tomados para la dilución. (Laboratorio G.A.D.M. Chambo, *Análisis de Agua*, 2014, p. 10)

3.3 Determinación de Turbiedad

3.3.1 Material, Equipo y Reactivos

- Celdas para turbidímetro: 60,0 mm de altura x 25mm de diámetro.
- Nefelómetro HACH 2100P
- Guantes
- Mandil
- Mascarilla
- Cofia

3.3.1.1 Procedimiento determinación de turbiedad

- a) Par iniciar el proceso se procedió a encender el nefelómetro Hach 2100P
- b) Se colocó en las celdas un volumen de la muestra de 15 ml
- c) Antes de introducir la celda al nefelómetro se procedió a limpiar con tela especial, para evitar errores en la lectura debido a la grasa de las manos.
- d) Posteriormente se introdujo la celda conteniendo el agua de muestra que se analizó, tapando con el capuchón, para evitar la entrada de luz externa.
- e) Finalmente se procedió a leer el parámetro en la escala correspondiente al valor de turbiedad en UTN. (Laboratorio G.A.D.M. Chambo, *Análisis de Agua*, 2014, pp.11,12)

3.4 Determinación de sólidos totales disueltos (STD), conductividad y temperatura

3.4.1 Material, Equipo y Reactivos

- Conductímetro Hach
- Vasos de precipitación.
- Guantes
- Mandil
- Mascarilla
- Cofia

3.4.1.1 Procedimiento para determinar sólidos totales disueltos (std), conductividad y temperatura.

- a) El primer paso fue proceder a encender el conductímetro
- b) Posteriormente se colocó suficiente muestra a analizar en el vaso de precipitación.
- c) Se procedió a lavar el sensor de conductividad con suficiente agua desionizada, y posteriormente secarlo.
- d) Se sumergió el sensor de conductividad en el recipiente que contiene la muestra.
- e) Se dejó que se estabilice, y luego se procede a leer la conductividad, STD y la temperatura.
- f) Se registraron los valores obtenidos expresados en las unidades que correspondan. (Laboratorio G.A.D.M. Chambo, *Análisis de Agua*, 2014, pp.13,14)

4. PARÁMETROS QUÍMICOS

4.1 Determinación de Hierro Total

4.1.1 *Material, Equipo y Reactivos*

- Espectrofotómetro
- Celdas
- Reactivo de hierro Ferro Ver

4.1.1.1 *Procedimiento para determinar Hierro Total*

- a) En el espectrofotómetro se eligió Hach Programs, seleccionando 265 Ferrover.
- b) Se llenó una celda limpia con 10 ml de la muestra.
- c) Se agregó los contenidos de una bolsa de polvo del reactivo de hierro Ferro Ver a las celdas de muestra (la muestra preparada).
- d) Posteriormente se agitó bien.
- e) Si existió la presencia de hierro, se desarrollará un color anaranjado.
- f) El polvo sin disolver no afectará la exactitud de los resultados.
- g) Se programó el temporizador por un periodo de reacción de tres (3) minutos (si la muestra tenía oxidante, se dejó reaccionar por alrededor de cinco (5) minutos como mínimo).
- h) Se tomó otros 10 mL de la muestra (este será el blanco).
- i) Cuando el reloj marcó el tiempo, se colocó el blanco en el espectrofotómetro y se procedió a leer cero (0.00 mg/L Fe).
- j) Se colocó el blanco en el soporte de celdas y se cerró el escudo para la luz.
- k) Se presionó: ZERO
- l) En la pantalla se leerá: Puesta a cero, luego: 0.00 mg/L Fe FV
- m) Dentro de los treinta minutos posteriores al timbre del cronómetro, se colocó la muestra preparada en el soporte de celdas.
- n) Se procedió a cerrar el escudo para la luz.
- o) Se presionó: READ
- p) En la pantalla se leerá: Leyendo...
- g) Finalmente se procedió a leer el resultado sobre mg/l de hierro. (Laboratorio G.A.D.M. Chambo, *Análisis de Agua*, 2014, pp.11,12)

4.2. Determinación de Manganeseo

4.2.1 *Material, Equipo y Reactivos*

- Espectrofotómetro
- 2 Cubetas de análisis, cuadrada, de una pulgada, 10-mL
- 2 tapones para cubeta.

4.2.1.1 *Procedimiento para determinación de Manganeso*

- a) En el espectrofotómetro una vez que se encendió, se procedió a pulsar programas almacenados.
- b) Se seleccionó el test correspondiente:
- c) 290 Manganeso RB PAN y pulsó inicio.
- d) Se preparó del blanco
- e) Se llenó una cubeta cuadrada de una pulgada de 10 ml hasta la marca de 10 ml con agua desionizada.
- f) La muestra preparada
- g) Se llenará otra cubeta cuadrada de una pulgada de 10 mL hasta la marca de 10 mL con muestra.
- h) Se añadió a cada cubeta el contenido de un sobre de ácido ascórbico en polvo. Se tapó las cubetas e invirtió con cuidado para disolver el polvo.
- i) Se añadió 12 gotas de solución de reactivo de cianuro alcalino a cada cubeta. Y se agitó con cuidado para mezclar.
- j) En algunas muestras se formó una solución turbia. La turbidez debió disiparse en el paso siguiente.
- k) Se añadió 12 gotas de solución indicadora PAN, 0.1%, a cada cubeta. Y se agitó con cuidado para mezclar.
- l) Si hay manganeso presente en la muestra preparada se producirá un color anaranjado.
- m) Se seleccionó en la pantalla el símbolo de temporizador y pulsó OK. El período de reacción fue de 2 minutos.
- n) Después que sonó el temporizador, se limpió bien el exterior de la cubeta (el blanco) y colocar el blanco en el soporte porta cubetas con la marca de llenado hacia la derecha.
- o) Se seleccionó en la pantalla: Cero. La pantalla indicó: 0.000 mg/L Mn
- p) Finalmente se limpió bien el exterior de la cubeta (la muestra preparada) y colocó la cubeta en el soporte porta cubetas con la marca de llenado hacia la derecha.
- h) Se seleccionó en la pantalla: Medición. El resultado apareció en mg/L Mn.(Laboratorio G.A.D.M. Chambo, *Análisis de Agua*, 2014, pp.15-16)

Resumen del principio operativo

El método PAN es un procedimiento muy sensible y rápido para la detección de niveles bajos de manganeso. Un reactivo de ácido ascórbico se utilizó en un principio para reducir todas las formas oxidadas de manganeso a Mn^{2+} . A continuación se agregó un reactivo de cianuro alcalino para enmascarar cualquier posible interferencia. Entonces se añadió el indicador PAN para combinarlo con el Mn^{2+} para formar un complejo de color naranja. Los resultados del ensayo se miden a 560 nm.

4.3 Determinación de amoníaco (n-amoniaco)

4.3.1 Material, Equipo y Reactivos

- Espectrofotómetro
- 2 Probetas para mezclar de forma alta de 25 ml
- 2 Pipeta serológica de 1 ml
- 1 Llenador de pipeta con bulbo de seguridad.
- Par combinado de celdas de muestra de 25-ml

4.3.1.1 Procedimiento para determinar Amoniaco.

- a) Se ingresó el número de programa almacenado para el nitrógeno amoniaco (NH_3-N).
Presionando: 3 8 0 ENTER
- b) En la pantalla se observó:
- c) Se fijó nm para 425
- d) Nota: Se ajustó el pH de las muestras almacenadas antes del análisis.
- e) Nota: Se utilizó la celda de flujo con este procedimiento, se limpió la celda vertiendo algunos cristales de pentahidrato de sulfato de sodio en el embudo de la celda. Se limpió el embudo y la celda con suficiente agua desionizada para disolver y enjuagó los cristales.
- f) Se llenó una probeta para mezclar 25 ml (muestra preparada) hasta la marca de 25 ml con la muestra.
- g) Se procedió a llenar otra probeta para mezclar 25 ml (el blanco) con agua desionizada.
- h) Se agregó 3 gotas de estabilizador mineral a cada cilindro. Invertiendo varias veces para mezclar. Se agregó 3 gotas del agente de dispersión de alcohol polivinílico a cada cilindro.
- i) Se procedió a invertir varias veces para mezclar.

- j) Se colocó con pipeta 1,0 ml del reactivo Nessler en cada cilindro. Se tapó. Invertió varias veces para mezclar.
- k) Nota: Si se produjo un color amarillento con la presencia de amoníaco. (El reactivo produjo un color amarillo leve en el blanco).
- l) Se presionó: SHIFT TIMER.
- m) Se comenzó hacer reaccionar por el periodo de un minuto.
- n) Mientras tanto se procedió a verter cada solución en la celda de muestra.
- o) Cuando sonaba el cronómetro, en la pantalla se observaba: mg/l NH₃-N Ness. Colocar el blanco en el soporte de la celda. Se cerraba el escudo para la luz.
- p) Se presionaba: ZERO.
- q) En la pantalla se observaba: Puesta a cero.
- r) Luego: 0.00 mg/L NH₃-N Ness.
- s) Se colocaba la muestra preparada en el soporte de la muestra. Cerrando el escudo para la luz.
- t) Nota: No esperó más de cinco minutos después de agregar el reactivo (Nessler) antes de realizar el último paso.
- u) Se procedía a presionar: READ.
- i) En la pantalla se observaba: Leyendo. Finalmente se copiaba el resultado en mg/l de amoníaco expresado como nitrógeno (NH₃-N). (Laboratorio G.A.D.M. Chambo, *Análisis de Agua*, 2014, pp.18-19)

Resumen del método

El estabilizador mineral forma complejos con la dureza en la muestra. El agente de dispersión de alcohol polivinílico ayudó a la formación del color en la reacción del reactivo Nessler con iones de amonio. Se formó un color amarillo proporcional a la concentración de amoníaco.

4.4 Determinación de Nitratos

4.4.1 Material, Equipo y Reactivos

- ✓ Espectrofotómetro
- ✓ Reactivo: 1 Bolsa de polvo de reactivo de nitrato NitraVer 5 de 25 ml
- ✓ 1 Tapón de goma tamaño 2
- ✓ Par de celdas de muestra de 25 ml

4.4.1.1 Procedimiento para determinación de Nitratos

- a) Se ingresó el número de programa almacenado para el nitrógeno de nitrato de alto rango (NO₃--N). Presionando: 3 5 5 ENTER. La pantalla mostró: Fijar nm par 500.
- b) Nota: Se pudo utilizar la celda de flujo continuo si se la enjuagaba bien con agua desionizada después de su utilización.
- c) Se procedió a girar el cuadrante de longitud de onda hasta que la pantalla pequeña mostrara: 500 nm. Cuando el cuadrante de longitud de onda se ubicaba correctamente, la pantalla mostraba rápidamente: cero. Luego: mg/L NO₃--N HR
- d) Se llenaba una celda de muestra con 25 ml de muestra. Nota: Se debía haber determinado un blanco reactivo en cada lote nuevo de NitraVer 5. Se realizaba el paso 3 a 11 utilizando agua desionizada como muestra. Se restaba este valor de cada resultado obtenido con este lote de reactivo.
- e) Se agregaba el contenido de una bolsa, de polvo de reactivo de nitrato NitraVer 5 a la celda (la muestra preparada). La cual debía ser tapada
- f) Se presionó: SHIFT TIMER. Se agitó la celda enérgicamente hasta que el cronómetro suene en un minuto.
- g) Nota: El tiempo y la técnica de agitado influye en el desarrollo del color. Para obtener resultados más exactos, se realizó pruebas sucesivas en una solución patrón. Ajustando el tiempo de agitación para corregir el resultado.
- h) Cuando sonaba el cronómetro, se presionaba: SHIFT TIMER. Después comenzaba un período de reacción de 5 minutos. Nota: Si existía nitrato, desarrollaba un color ámbar.
- i) Se llenaba otra celda de muestra con 25 ml de muestra (el blanco). Cuando sonaba el cronómetro, la pantalla mostraba: mg/L NO₃--N HR. Inmediatamente se colocaba el blanco en el soporte de la celda y se procedía a cerrar el escudo para la luz.
- j) Se presionaba: ZERO La pantalla mostraba: Puesta a cero Luego: 0.0 mg/L NO₃ --N HR Se quitaba el tapón, y colocaba la muestra preparada en el soporte de la celda, cerrando el escudo para la luz.
- k) Nota: Si quedaba un depósito de cadmio después de disolver el polvo de reactivo Nitra-Ver 5 no afectaba el resultado.
- l) Se presionaba: READ La pantalla mostraba: Leyendo... luego, se visualizaba el resultado en mg/l de nitrógeno de nitrato (NO₃--N). Nota: Se enjuagaba la celda de muestra inmediatamente después de haberla usado para extraer todas las partículas de cadmio.
- j) Finalmente se procedía a anotar los resultados en las unidades correspondientes. (Laboratorio G.A.D.M. Chambo, *Análisis de Agua*, 2014, pp.20-21)

Resumen del método

El cadmio metálico reduce a nitritos los nitratos de la muestra. El ion de nitrito reacciona en un medio ácido con el ácido sulfanílico para formar una sal intermedia de diazonio. Esta sal se une al ácido gentísico para formar un producto de color ámbar.

4.5 Determinación de Nitritos

4.5.1 Material, Equipo y Reactivos

- Espectrofotómetro.
- Agua desionizada.
- Sobres de reactivo nitrito NitriVer 3 en polvo
- 2 Cubetas de análisis, cuadrada, de una pulgada, 10-mL

4.5.1.1 Procedimiento para determinación de Nitritos

- a) Se seleccionó en la pantalla: Programas almacenados
- b) En segundo lugar se seleccionó el test.
- c) 371 N Nitrito RB PP
- d) Se llenó una cubeta cuadrada de una pulgada de 10mL hasta la marca de 10-mL con muestra.
- e) La muestra preparada:
- f) Se añadió el contenido de un sobre de reactivo de nitrito NitriVer 3 en polvo a la cubeta.
- g) Se agitó la cubeta, con rotación, para mezclarla. En presencia de nitrito se pudo observar un color rosa.
- h) Se seleccionaba en la pantalla el símbolo de temporizador y pulsar OK. Comenzaba un período de reacción de 20 minutos.
- i) Para la preparación del blanco: después de que sonaba el temporizador, se llenaba otra cubeta cuadrada de una pulgada de 10-mL hasta la marca de 10-mL con muestra.
- j) Se limpiaba bien el exterior de la cubeta (el blanco) y colocaba el blanco en el soporte porta cubetas con la marca de llenado hacia la derecha.
- k) Se seleccionaba en la pantalla: Cero
- l) La pantalla indicaba: 0.000 mg/L NO_2^- -N
- m) Se procedía a limpiar bien el exterior de la cubeta (la muestra preparada) y colocaba la cubeta en el soporte porta cubetas con la marca de llenado hacia la derecha.
- n) Se seleccionaba en la pantalla: Medición El resultado aparecería en: mg/L NO_2^- -N

- k) Finalmente se anotaba los resultados. (Laboratorio G.A.D.M. Chambo, *Análisis de Agua*, 2014, pp.22-23)

Resumen del método

El nitrito en la muestra reaccionaba el ácido sulfanílico para formar una sal de diazonio intermedia. Esta se acopla al ácido cromotrópico que producía un complejo de color rosa directamente proporcional a la cantidad de nitrito presente.

4.6 Determinación de Sulfatos

4.6.1 Material, Equipo y Reactivos

- Espectrofotómetro.
- 2 celdas de muestra de 25 ml.
- Agua desionizada
- Reactivo: 2 Bolsas de polvo de reactivo de sulfato

4.6.1.1 Procedimiento para determinar Sulfatos.

- a) Se iniciaba introduciendo el número de programa almacenado adecuado para las bolsas de polvo de sulfato (SO_4^{2-}).
- b) Se presionaba: 6 8 0 ENTER
- c) En la pantalla se podía leer: Fijarnm par 450Nota: Las celdas de flujo no podían utilizarse con este procedimiento.
- d) Cuando se ajustaba la longitud de onda correcta en la pantalla aparecía rápidamente:
Muestra cero luego: mg/L SO_4^{2-}
- e) Nota: Para una mayor exactitud, el usuario debía realizar una calibración para cada nuevo lote de bolsas de polvo de reactivo de sulfato SulfaVer 4;
- f) Se llenaba una celda de muestra limpia con 25 ml de muestra. Nota: Se debía filtrar las muestras muy turbias o coloreadas.
- g) Se agregaba los contenidos de una bolsa de polvo de reactivo de sulfato SulfaVer 4 en la celda de muestra (la muestra que ya se preparada).
- h) Se giraba para disolver
- i) Nota: Se desarrollaba una turbidez blanca en presencia de sulfato.
- j) Nota: La exactitud no sería afectada por el polvo sin disolver.
- k) Se presionaba: SHIFT TIMER Se iniciaba un período de reacción de 5 minutos.

- l) Nota: No se debía perturbar la celda.
- m) Cuando sonaba el cronómetro, en la pantalla se podía leer: mg/L SO₄²⁻
- n) Se llenaba una segunda celda de muestra con 25 ml de muestra (el blanco).
- o) Luego se colocaba el blanco en el soporte de la celda. Cerrando el escudo para la luz.
- p) Se presionaba: ZERO
- q) En la pantalla se podía leer: Puesta a cero...
- r) luego: 0 mg/L SO₄²⁻
- s) Dentro de los cinco minutos posteriores al timbre del cronómetro, se colocaba la muestra preparada en el soporte de la celda. Cerrando el escudo para la luz.
- l) Se presionaba: READ En la pantalla se leía: Leyendo... Luego aparecía los resultados en mg/l SO₄²⁻. (Laboratorio G.A.D.M. Chambo, *Análisis de Agua*, 2014, pp.23-24)

Resumen del método

Los iones de sulfato en la muestra reaccionaron con el bario en el reactivo de sulfato SulfaVer 4 y formaron una turbidez de sulfato de bario insoluble. La cantidad de turbidez formada es proporcional a la concentración de sulfato.

4.7 Determinación de Fluoruro

4.7.1 Material, Equipo y Reactivos

- Espectrofotómetro.
- Probeta de 10 ml
- 1 Pipeta volumétrica de 10,00 ml
- 1 Pipeta volumétrica 2,00 ml
- Par de celdas de muestra de 10 ml
- Agua desionizada.
- Reactivo SPADNS para fluoruro

4.7.1.1 Procedimiento para determinar Fluoruros

- a) Se ingresaba el número de programa almacenado para fluoruro (F⁻).
- b) Se presionaba: 1 9 0 ENTER
- c) La pantalla mostraba: Fijar nm 580
- d) Nota: No se podía utilizar la celda de flujo continuo con este procedimiento.

- e) . Cuando se ajuste la longitud de onda correcta, en la pantalla aparecerá rápidamente: Muestra cero luego: mg/L F⁻
- f) Se procedía a insertar el elevador de celda para celdas de 10 ml en el compartimento para celdas.
- g) Se medía y colocaba 10,0 ml de muestra en una celda de muestra de 10 ml (la muestra que se preparada).
- h) Nota: Se debía usar un cilindro o pipeta graduada.
- i) Posteriormente se medía y colocaba 10,0 ml de agua desionizada en una segunda celda de muestra seca (el blanco).
- j) Nota: Se utilizaba un cilindro o pipeta graduada.
- k) Nota: La muestra y el blanco debían estar a la misma temperatura (± 1 °C). Los ajustes de temperatura se podían realizar antes o después de agregar el reactivo.
- l) Se colocaba 2,00 ml de reactivo SPADNS con la pipeta en cada celda, y se giraba para mezclar.
- m) Nota: El reactivo SPADNS es tóxico y corrosivo; se debió tener cuidado al medir.
- n) Nota: El reactivo SPADNS se debía medir con exactitud.
- o) Se presionaba: SHIFT TIMER y comenzaba un período de reacción de un minuto.
- p) Cuando sonaba el cronómetro, la pantalla mostraba mg/L F⁻. Se colocaba el blanco en el soporte de celdas.
- q) Se cerraba el escudo para la luz.
- r) Se presionaba: ZERO
- s) La pantalla mostraba: Puesta a cero luego: 0.00 mg/L F⁻
- t) Se colocaba la muestra preparada en el soporte de celdas. Cerrando el escudo para la luz.
- u) Se presionaba: READ La pantalla mostraba: Leyendo... luego se mostraban los resultados en mg/l. (Laboratorio G.A.D.M. Chambo, *Análisis de Agua*, 2014, pp.25-26)

Resumen del método

El método SPADNS para la determinación de fluoruro implica la reacción de fluoruro con una solución de tinte de circonio rojo. El fluoruro se combinaba con parte del circonio el cual formaba un complejo incoloro, blanqueando así el color rojo en cantidad proporcional a la concentración de fluoruro. Este método está aprobado por la EPA para propósitos informativos de NPDES y NPDWR cuando las muestras han sido destiladas.

4.8 Determinación de Fosfatos

4.8.1 Material, Equipo y Reactivos

- Espectrofotómetro
- 2 Sobres de reactivo de fosfato PhosVer 3 en polvo.
- 2 Cubeta de análisis, cuadrada, de una pulgada, 10-mL
- 1 Tapón para cubeta

4.8.1.1 Procedimiento para determinar Fosfatos

- a) Se seleccionaba en la pantalla: Programas almacenados. Seleccionando el test. 490. PV
- b) Se llenaba una cubeta cuadrada de una pulgada de 10-mL hasta la marca de 10-mL con muestra.
- c) La muestra se preparaba: añadiendo el contenido de un sobre de reactivo de PhosVer 3 en polvo.
- d) Se tapaba la cubeta inmediatamente y agitaba vigorosamente durante 30 segundos para mezclar.
- e) Se seleccionaba en la pantalla el símbolo de temporizador y pulsar OK.
- f) Se dejaba reposar por un período de reacción 2 minutos.
- g) Si la muestra era sometida a digestión mediante el procedimiento de digestión para ácido persulfato, se dejaba 10 minutos de tiempo de reacción.
- h) Se preparaba del blanco: llenando otra cubeta cuadrada de una pulgada de 10-mL hasta la marca de 10-mL con muestra.
- i) Después de que sonaba el temporizador, se limpiaba bien el exterior de la cubeta (el blanco) y se colocaba el blanco en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha.
- j) Se seleccionaba en la pantalla: Cero La pantalla indicaba: 0.00 mg/L PO_4^{3-}
- k) Se limpiaba bien el exterior de la cubeta (la muestra preparada) y se colocaba la cubeta en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha.
- l) Se seleccionaba en la pantalla: Medición y el resultado aparecería en mg/L PO_4^{3-}
- m) Se anotaba los resultados. (Laboratorio G.A.D.M. Chambo, *Análisis de Agua*, 2014, p27)

Resumen del método

El ortofosfato reaccionaba con molibdato en un medio ácido, formando un complejo de fosfomolibdato. El ácido ascórbico reduce entonces el complejo, dando un intenso color azul de molibdeno. Los resultados del ensayo se miden a 880 nm.

5. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

5.1 Materiales

- ✓ Mechero de alcohol
- ✓ Pipeta Automática de 1000ml
- ✓ Placas Petri Film
- ✓ Guantes
- ✓ Cofia
- ✓ Mandil

5.2.1 Procedimiento para determinar coliformes Totales y Coliformes Fecales

- a) Se inició agitando la muestra enérgicamente para mezclar
- b) Se tomó 1 ml de muestra con pipeta automática para colocar en la placas Petri Film
- c) Se colocaba la placa Petri film en una superficie plana. Levantando el film superior. Con una pipeta colocada de forma perpendicular a la placa Petri film, colocando 1 ml, de la muestra en el centro del film inferior.
- d) Se procedía a bajar el film superior con cuidado evitando introducir burbujas de aire.
- e) Con la cara lisa hacia abajo, se colocaba el aplicador en el film superior sobre el inóculo. Con cuidado, se ejercía una presión sobre el aplicador para repartir el inóculo sobre el área circular antes de que se forme el gel. No se debía girar ni deslizar el aplicador. Se levantaba el aplicador. Esperando al menos un minuto a que solidifique el gel.
- f) Se incubaba las placas caras arriba en pilas de hasta 20 placas. El tiempo e incubación variaba según el método.
- g) Las placas Petrifilm podían leerse con un contador de colonias standard u otra lente de aumento iluminada. Para leer los resultados, se consultó la guía de interpretación.

Resumen del método

Para el Recuento de Coliformes. Las placas Petrifilm contienen los nutrientes del Violeta Rojo Bilis (VRB) modificado, un agente gelificante soluble en agua fría y un indicador de tetrazolio que facilita la enumeración de colonias. El film superior atrapa el gas producido por la fermentación de la lactosa por los coliformes.

La ISO define los coliformes por su capacidad de crecer en medios específicos y selectivos. El método ISO 4832, que enumera los coliformes por la técnica del recuento de colonias, define

los coliformes por el tamaño de las colonias y la producción de ácido en el Agar VRB con lactosa (VRBL). En las placas Petrifilm estos coliformes productores de ácido se muestran como colonias rojas con o sin gas. El método ISO 4831, que enumera los coliformes por el método del Número Más Probable (NMP), define los coliformes por su capacidad de crecer y producir gas a partir de la lactosa en un caldo selectivo. En las placas Petrifilm, estos coliformes se muestran como colonias rojas asociadas a gas.(Prosac, 2014, pp.1-2, https://system.netsuite.com/core/media/media.nl?id=4019&c=3339985&h=213791686acc9e9f7d61&_xt=.pdf)

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Resultados

En este capítulo se da a conocer los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación realizado en la Junta Administradora de Agua Potable del Cantón Chambo.

3.2. Datos experimentales

3.2.1 *Diagnóstico*

Actualmente la Junta Administradora de Agua Potable Galten-Guilbut no cuenta con una planta potabilizadora de agua, el consumo de este recurso es directo; se abastece de agua proveniente de vertientes, se determinó el estado actual de estas fuentes a través de los análisis físico – químico y microbiológico, con el objetivo de dar mejoras correctivas a la comunidad.

3.3 Datos

3.3.1 *Caracterización del agua*

Las muestras para la caracterización del agua se tomaron en diferentes épocas es decir tanto en invierno como en verano, durante dos meses de trabajo de campo. Comprobando con estos resultados los problemas de fosfatos y la presencia de especies microbiológicas como coliformes totales y fecales que son el mayor contaminante del agua de abastecimiento. Las mediciones de temperatura, pH, conductividad, sólidos totales disueltos, turbiedad se los realizaron in situ, en tanto que los demás parámetros se los realizaron en el Laboratorio de Análisis de Agua del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chambo. Para determinar la calidad de agua se realizó una caracterización físico-química y microbiológica, los datos se los muestran en la tabla 1-3

Tabla 1-3 Análisis físico – químico del agua subterránea Galten-Guilbut

PARÁMETRO	LIMITE PERMISIBLE	LUGAR	MUESTREOS				PROMEDIO		NORMATIVA		
			M1	M2	M3	M4	TOTAL	INVIERNO	VERANO	CUMPLE	SI
pH	6,5-8,5 Unit	V1	6,900	6,640	6,800	6,700	6,760	6,770	6,750	✓	
		V2	6,880	6,520	6,600	6,700	6,675	6,700	6,650	✓	
		V3	7,140	6,510	6,750	6,750	6,788	6,825	6,750	✓	
		V4	6,850	6,900	6,800	6,810	6,840	6,875	6,805	✓	
		V5	6,890	6,850	6,800	6,800	6,835	6,870	6,800	✓	
		V6	6,980	6,670	6,800	6,700	6,788	6,825	6,750	✓	
		TA	6,960	6,590	6,800	6,800	6,788	6,775	6,800	✓	
		BJGP	7,120	6,830	6,900	6,810	6,915	6,975	6,855	✓	
		BSR	7,120	6,870	6,900	6,800	6,923	6,995	6,850	✓	
		BG	7,140	6,870	6,900	6,780	6,923	7,005	6,840	✓	
Turbiedad	5 U.N.T	BET	7,120	6,720	6,840	6,800	6,870	6,920	6,820	✓	
		V1	0,240	0,120	0,140	0,110	0,153	0,180	0,125	✓	
		V2	0,140	0,140	0,130	0,110	0,130	0,140	0,120	✓	
		V3	0,180	0,120	0,110	0,120	0,133	0,150	0,115	✓	
		V4	0,360	0,390	0,340	0,310	0,350	0,375	0,325	✓	
		V5	0,260	0,150	0,160	0,160	0,183	0,205	0,160	✓	
		V6	0,220	0,110	0,140	0,150	0,155	0,165	0,145	✓	
		TA	0,200	0,100	0,180	0,180	0,165	0,150	0,180	✓	
		BJGP	0,120	0,080	0,130	0,170	0,125	0,100	0,150	✓	
		BSR	0,100	0,080	0,110	0,160	0,113	0,090	0,135	✓	
BG	0,110	0,100	0,110	0,150	0,118	0,105	0,130	✓			
BET	0,120	0,090	0,160	0,180	0,138	0,105	0,170	✓			

Sólidos Totales Disueltos	500 mg/L	V1	105,900	102,000	103,900	101,800	103,400	103,950	102,850	✓	
		V2	106,100	102,300	102,000	100,500	102,725	104,200	101,250	✓	
		V3	104,400	100,800	101,200	101,300	101,925	102,600	101,250	✓	
		V4	103,900	101,000	103,500	102,500	102,725	102,450	103,000	✓	
		V5	104,400	100,000	103,000	104,200	102,900	102,200	103,600	✓	
		V6	103,400	99,300	100,300	101,200	101,050	101,350	100,750	✓	
		TA	104,400	101,000	101,700	102,300	102,350	102,700	102,000	✓	
		BJGP	105,100	101,000	103,100	103,200	103,100	103,050	103,150	✓	
		BSR	105,100	100,600	100,800	101,800	102,075	102,850	101,300	✓	
		BG	105,000	100,700	102,100	102,000	102,450	102,850	102,050	✓	
		BET	103,100	99,500	101,700	101,700	101,500	101,300	101,700	✓	
Conductividad	μSiems/cm	V1	197,900	191,000	194,500	192,400	193,950	194,450	193,450	✓	
		V2	198,100	191,400	191,100	189,600	192,550	194,750	190,350	✓	
		V3	195,000	188,600	189,800	190,000	190,850	191,800	189,900	✓	
		V4	194,100	189,100	194,000	193,400	192,650	191,600	193,700	✓	
		V5	195,000	194,400	187,100	196,100	193,150	194,700	191,600	✓	
		V6	193,200	186,000	188,400	189,200	189,200	189,600	188,800	✓	
		TA	195,100	189,100	189,200	190,100	190,875	192,100	189,650	✓	
		BJGP	197,600	189,100	194,800	190,100	192,900	193,350	192,450	✓	
		BSR	197,400	188,300	188,700	189,200	190,900	192,850	188,950	✓	
		BG	197,200	188,700	194,500	189,100	192,375	192,950	191,800	✓	
		BET	193,600	186,400	189,200	189,200	189,600	190,000	189,200	✓	
Dureza	500 mg/L	V1	10,200	8,100	9,200	9,100	9,150	9,150	9,150	✓	
		V2	10,900	8,700	9,800	9,500	9,725	9,800	9,650	✓	
		V3	7,700	8,200	8,100	8,400	8,100	7,950	8,250	✓	
		V4	11,500	8,700	10,100	193,400	55,925	10,100	101,750	✓	

		V5	195,000	10,300	9,800	9,700	56,200	102,650	9,750	✓	
		V6	9,100	9,700	8,700	9,500	9,250	9,400	9,100	✓	
		TA	10,300	10,200	9,700	9,500	9,925	10,250	9,600	✓	
		BJGP	9,200	9,100	9,100	9,000	9,100	9,150	9,050	✓	
		BSR	9,100	9,000	8,700	8,800	8,900	9,050	8,750	✓	
		BG	8,000	9,100	8,300	8,800	8,550	8,550	8,550	✓	
		BET	9,900	9,100	8,900	8,900	9,200	9,500	8,900	✓	
Hierro Total	0,3 mg/L	V1	0,030	0,010	0,010	0,010	0,015	0,020	0,010	✓	
		V2	0,080	0,000	0,030	0,030	0,035	0,040	0,030	✓	
		V3	0,040	0,030	0,030	0,040	0,035	0,035	0,035	✓	
		V4	0,030	0,020	0,030	0,050	0,033	0,025	0,040	✓	
		V5	0,000	0,030	0,010	0,020	0,015	0,015	0,015	✓	
		V6	0,040	0,020	0,000	0,030	0,023	0,030	0,015	✓	
		TA	0,000	0,000	0,010	0,020	0,008	0,000	0,015	✓	
		BJGP	0,010	0,030	0,010	0,030	0,020	0,020	0,020	✓	
		BSR	0,010	0,020	0,010	0,010	0,013	0,015	0,010	✓	
		BG	0,010	0,020	0,010	0,020	0,015	0,015	0,015	✓	
		BET	0,010	0,020	0,010	0,020	0,015	0,015	0,015	✓	
Nitratos	50 mg/L	V1	1,300	0,800	0,900	0,900	0,975	1,050	0,900	✓	
		V2	1,300	0,400	0,800	0,800	0,825	0,850	0,800	✓	
		V3	1,200	1,000	1,200	1,200	1,150	1,100	1,200	✓	
		V4	1,400	1,100	1,200	1,300	1,250	1,250	1,250	✓	
		V5	1,600	0,500	0,700	0,900	0,925	1,050	0,800	✓	
		V6	1,300	0,800	1,000	1,000	1,025	1,050	1,000	✓	
		TA	1,400	0,800	1,200	1,300	1,175	1,100	1,250	✓	
		BJGP	1,000	0,800	0,800	0,700	0,825	0,900	0,750	✓	
		BSR	1,000	0,900	1,000	1,000	0,975	0,950	1,000	✓	

		BG	0,800	0,700	0,800	0,800	0,775	0,750	0,800	✓	
		BET	1,100	1,400	1,100	1,100	1,175	1,250	1,100	✓	
Nitritos	3 mg/L	V1	0,005	0,003	0,005	0,005	0,005	0,004	0,005	✓	
		V2	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	✓	
		V3	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	✓	
		V4	0,004	0,003	0,003	0,002	0,003	0,004	0,003	✓	
		V5	0,005	0,002	0,005	0,005	0,004	0,004	0,005	✓	
		V6	0,005	0,002	0,005	0,003	0,004	0,004	0,004	✓	
		TA	0,002	0,004	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	✓	
		BJGP	0,007	0,002	0,007	0,007	0,006	0,005	0,007	✓	
		BSR	0,008	0,003	0,008	0,008	0,007	0,006	0,008	✓	
		BG	0,003	0,004	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	✓	
		BET	0,004	0,006	0,004	0,004	0,005	0,005	0,004	✓	
Sulfatos	250 mg/L	V1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	✓	
		V2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	✓	
		V3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	✓	
		V4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	✓	
		V5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	✓	
		V6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	✓	
		TA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	✓	
		BJGP	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	✓	
		BSR	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	✓	
		BG	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	✓	
		BET	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	✓	
Fosfatos	0,3 mg/L	V1	1,000	1,040	0,950	0,910	0,975	1,020	0,930		✓
		V2	0,830	0,990	0,870	0,890	0,895	0,910	0,880		✓
		V3	0,890	0,990	0,870	0,860	0,903	0,940	0,865		✓

		V4	0,920	1,000	0,840	0,870	0,908	0,960	0,855		✓
		V5	1,410	1,020	0,940	0,930	1,075	1,215	0,935		✓
		V6	0,920	1,600	0,900	0,850	1,068	1,260	0,875		✓
		TA	1,100	1,300	1,100	0,980	1,120	1,200	1,040		✓
		BJGP	1,100	1,160	0,940	0,870	1,018	1,130	0,905		✓
		BSR	0,820	1,180	1,000	0,950	0,988	1,000	0,975		✓
		BG	0,980	0,910	0,900	0,840	0,908	0,945	0,870		✓
		BET	1,160	1,140	1,110	1,000	1,103	1,150	1,055		✓
Manganeso	0,1 mg/L	V1	0,019	0,030	0,019	0,007	0,019	0,025	0,013	✓	
		V2	0,001	0,030	0,001	0,001	0,008	0,016	0,001	✓	
		V3	0,005	0,030	0,004	0,004	0,011	0,018	0,004	✓	
		V4	0,007	0,030	0,004	0,007	0,012	0,019	0,006	✓	
		V5	0,006	0,030	0,006	0,007	0,012	0,018	0,007	✓	
		V6	0,015	0,030	0,004	0,008	0,014	0,023	0,006	✓	
		TA	0,009	0,020	0,009	0,006	0,011	0,015	0,008	✓	
		BJGP	0,015	0,006	0,007	0,007	0,009	0,011	0,007	✓	
		BSR	0,003	0,010	0,003	0,003	0,005	0,007	0,003	✓	
		BG	0,006	0,021	0,004	0,005	0,009	0,014	0,005	✓	
		BET	0,003	0,033	0,003	0,004	0,011	0,018	0,004	✓	
Flúor	1,5 mg/L	V1	0,320	0,310	0,350	0,230	0,303	0,315	0,290	✓	
		V2	0,300	0,180	0,240	0,240	0,240	0,240	0,240	✓	
		V3	0,320	0,260	0,240	0,240	0,265	0,290	0,240	✓	
		V4	0,390	0,130	0,210	0,180	0,228	0,260	0,195	✓	
		V5	0,410	0,440	0,320	0,230	0,350	0,425	0,275	✓	
		V6	0,310	0,230	0,240	0,270	0,263	0,270	0,255	✓	
		TA	0,290	0,230	0,270	0,180	0,243	0,260	0,225	✓	
		BJGP	0,160	0,200	0,190	0,270	0,205	0,180	0,230	✓	

		BSR	0,160	0,460	0,260	0,260	0,285	0,310	0,260	✓	
		BG	0,210	0,360	0,250	0,180	0,250	0,285	0,215	✓	
		BET	0,250	0,350	0,270	0,230	0,275	0,300	0,250	✓	
Amoniaco	1 mg/L	V1	0,010	0,040	0,010	0,010	0,018	0,025	0,010	✓	
		V2	0,020	0,050	0,010	0,010	0,023	0,035	0,010	✓	
		V3	0,010	0,020	0,010	0,010	0,013	0,015	0,010	✓	
		V4	0,020	0,020	0,020	0,010	0,018	0,020	0,015	✓	
		V5	0,040	0,010	0,040	0,030	0,030	0,025	0,035	✓	
		V6	0,200	0,000	0,010	0,020	0,058	0,100	0,015	✓	
		TA	0,010	0,020	0,020	0,010	0,015	0,015	0,015	✓	
		BJGP	0,030	0,060	0,020	0,010	0,030	0,045	0,015	✓	
		BSR	0,030	0,060	0,020	0,020	0,033	0,045	0,020	✓	
		BG	0,020	0,020	0,020	0,010	0,018	0,020	0,015	✓	
		BET	0,020	0,040	0,020	0,010	0,023	0,030	0,015	✓	

Realizado por: Ana Ramos

Fuente: Laboratorio de agua Gobierno Autónomo Descentralizado de Chambo.

3.4 Análisis de resultados parámetros dentro de la NORMA INEN 1108-2014

A continuación se observa los gráficos en función de los valores que se recopilamos durante la investigación, los mismos se encuentran expuestos en la Tabla 3-1. Estos parámetros fueron analizados en época de invierno y verano los cuales no presentaron problemas en sus concentraciones, comprobando así que se encuentran dentro del límite permisible, como lo establece la norma 1108. 2014 quinta revisión del agua potable. Los valores medios de estos parámetros fueron: pH 6,828(Unidades); turbiedad 0,160(Und Pt-Co); olor No objetable; solidos totales disueltos 102,382(mg/L); conductividad 191,727(μ Siems/cm); dureza 17,639(mg/l); hierro total 0,020(mg/L), nitratos 1,007(mg/L); nitritos 0,004(mg/L); sulfatos 0,000(mg/L); manganeso 0,011(mg/L); flúor 0,264(mg/L); amoniaco 0,025(mg/L); constatando su valor normal en época de invierno y verano. Es importante recalcar que en comparación del primer estudio realizado en la junta Galten- Guilbut en Mayo del 2008 por el Ing. Roberto Naranjo, los parámetros analizados en estos años son considerados como positivos, pudiendo decir que a los ocho años que se realiza una nueva investigación acerca de la calidad del agua, la misma presenta algunas falencias, las cuales serán explicadas posteriormente. (Naranjo, 2008)

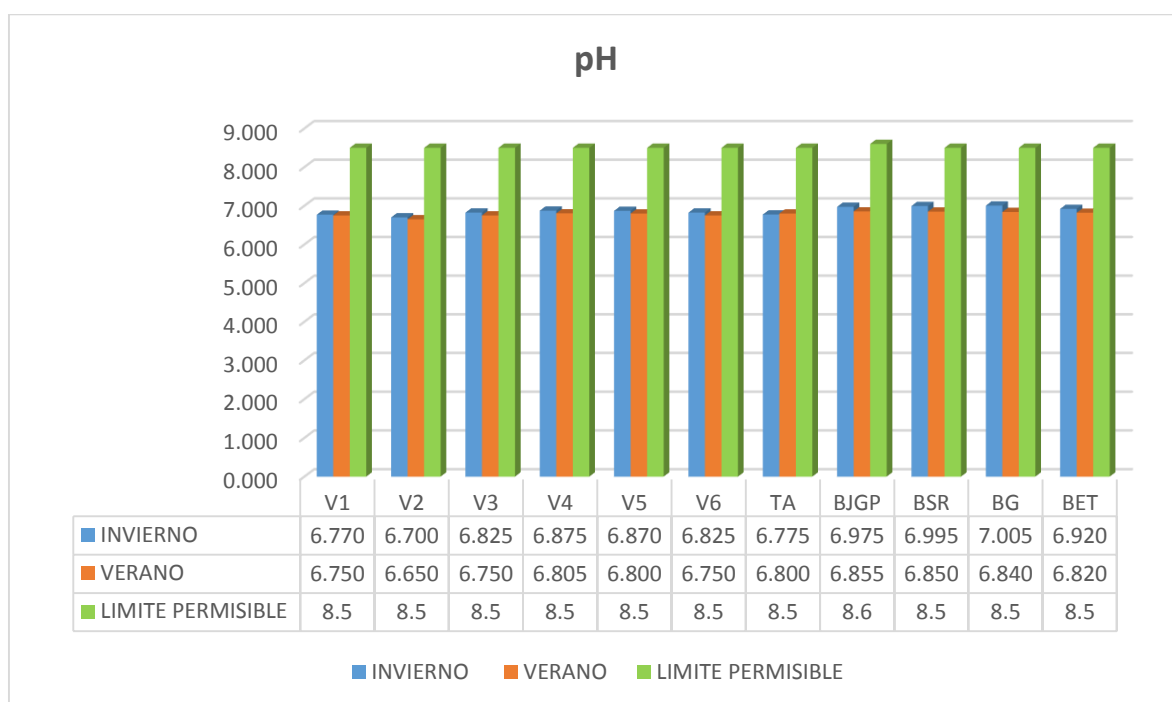


Figura: 1-3 Gráfico de barras, análisis de pH en época de invierno y verano

Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015

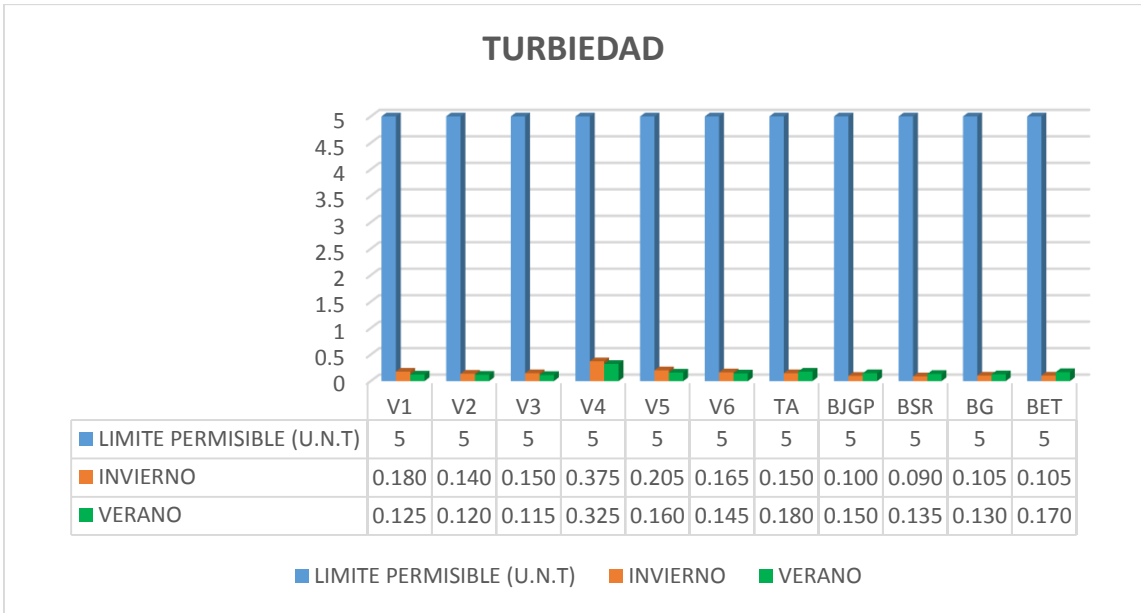


Figura: 2-3 Gráfico de barras, análisis de turbiedad en época de invierno y verano
Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015

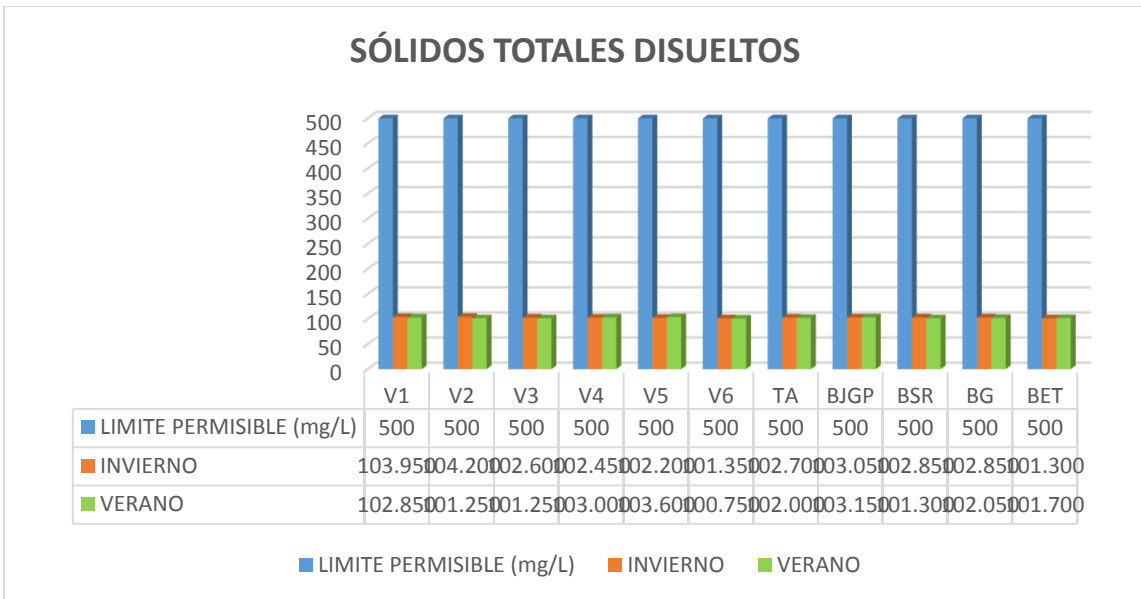


Figura: 3-3: Gráfico de barras, análisis de (S.T.D) en época de invierno y verano
Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015

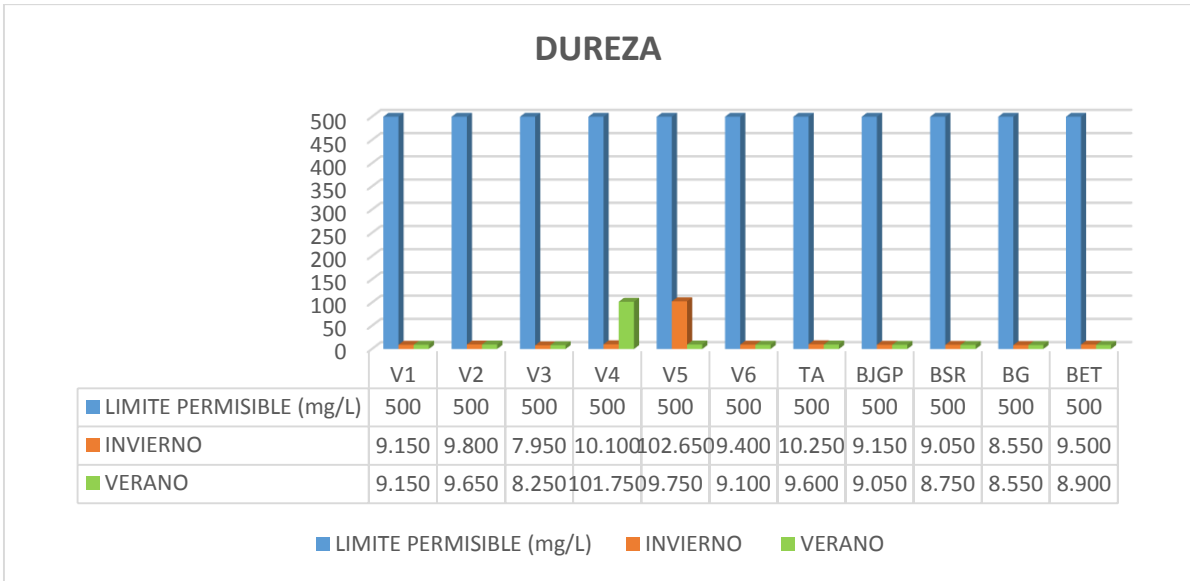


Figura: 4-3 Gráfico de barras, análisis de dureza en época de invierno y verano
 Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015

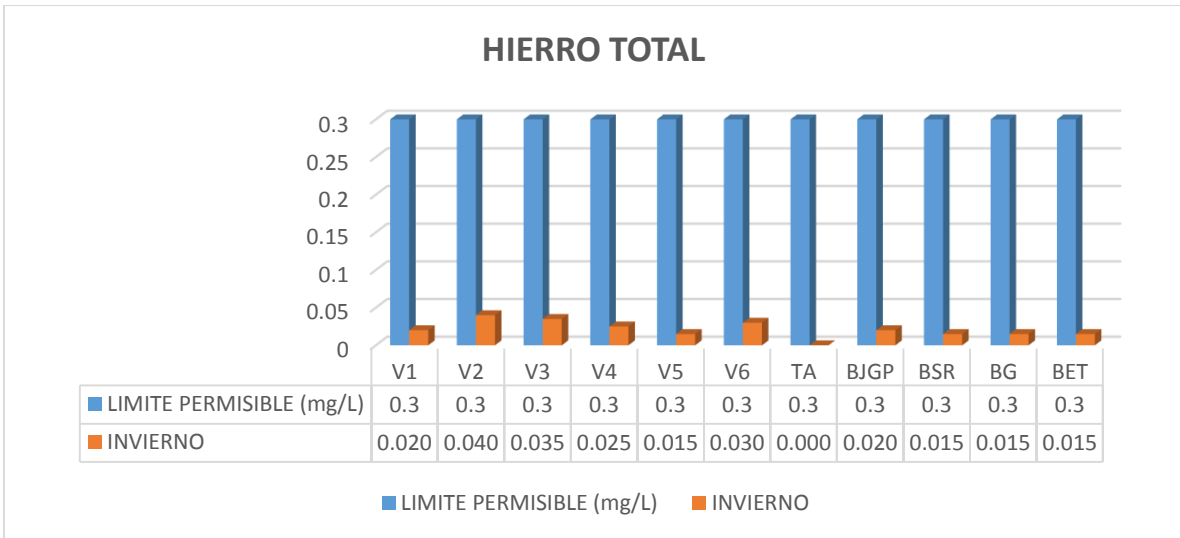


Figura: 5-3 Gráfico de barras, análisis de hierro total en época de invierno y verano
 Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015

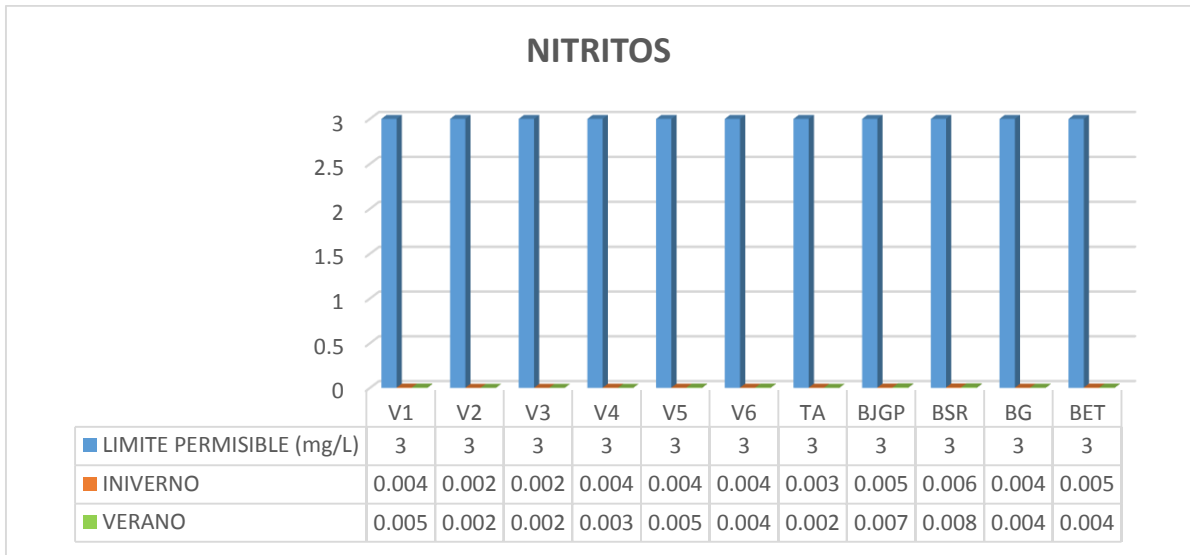


Figura: 6-3 Gráfico de barra, análisis de nitritos en época de invierno y verano.

Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015

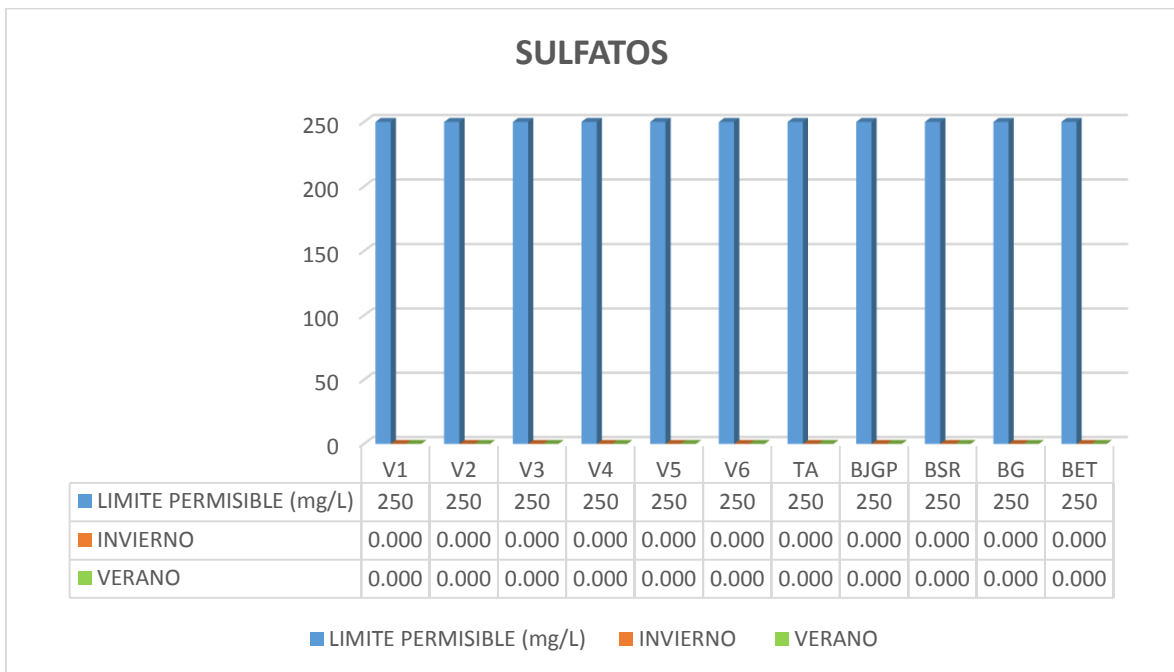


Figura: 7-3: Gráfico de barras, análisis de sulfatos en época de invierno y verano

Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015

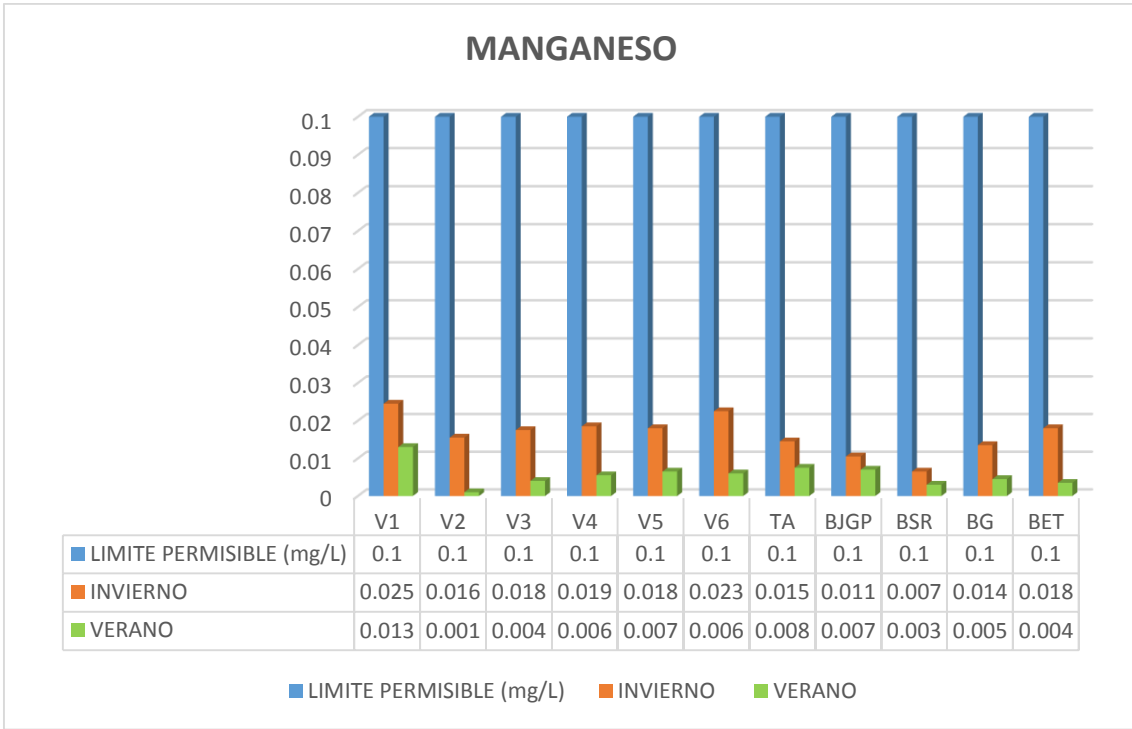


Figura: 8-3 Gráfico de barras, análisis de manganeso en época de invierno y verano
Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015

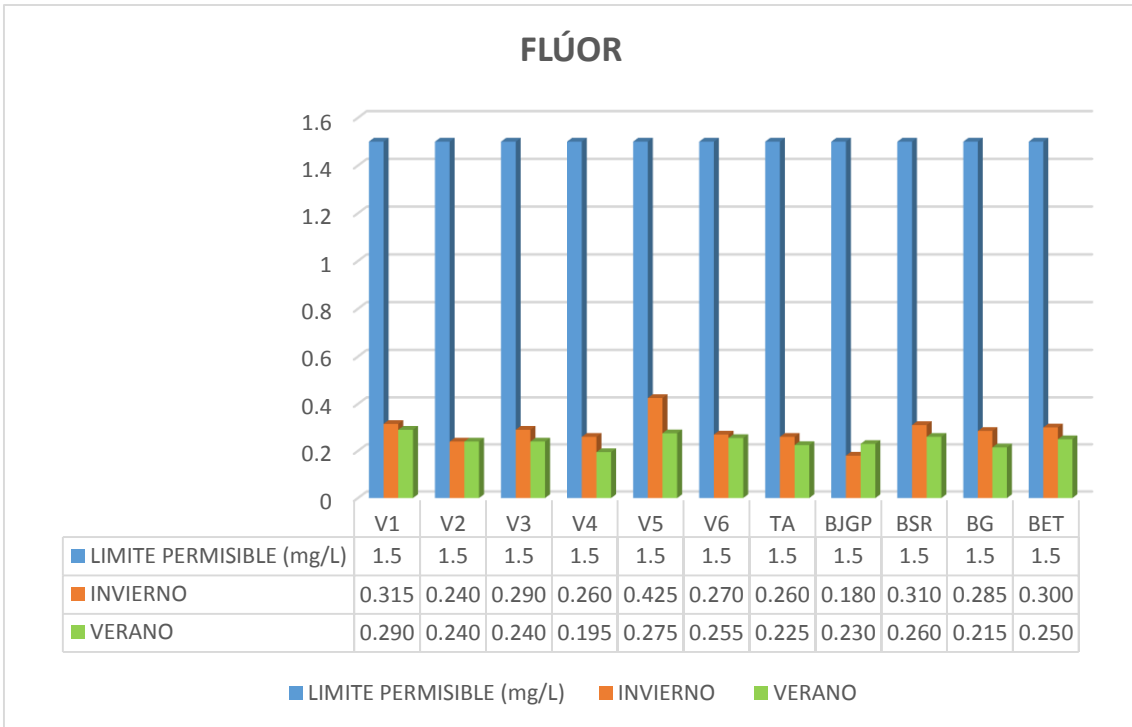


Figura: 9-3 Gráfico de barras, flúor en época de invierno y verano
Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015

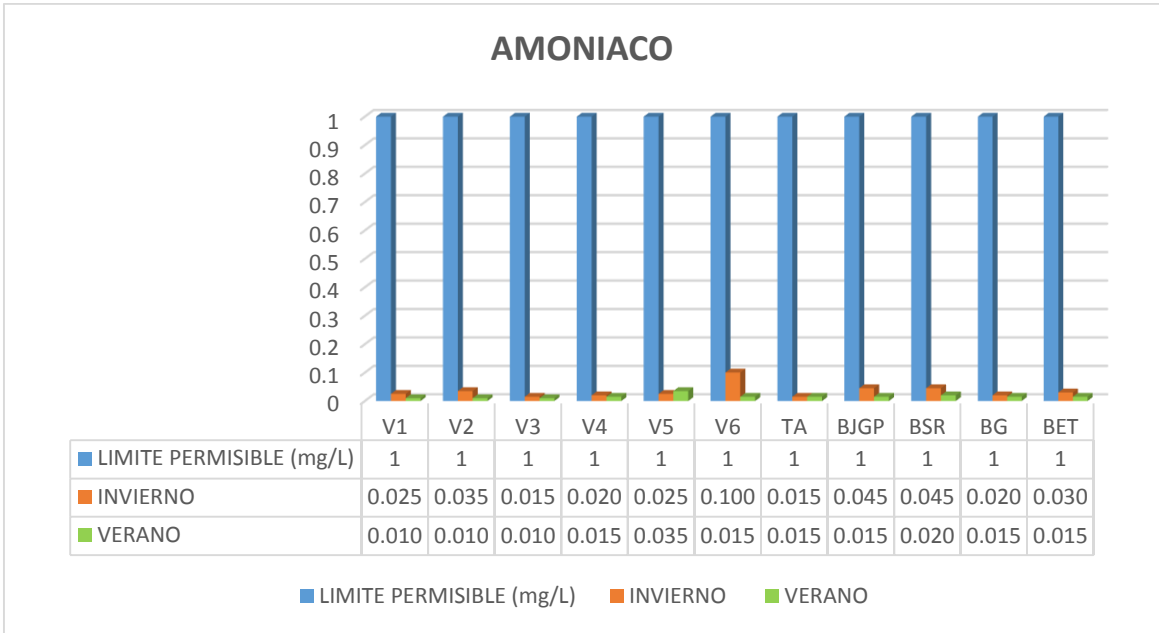


Figura: 10-3 Gráfico de barras, amoniaco en época de invierno y verano
 Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015

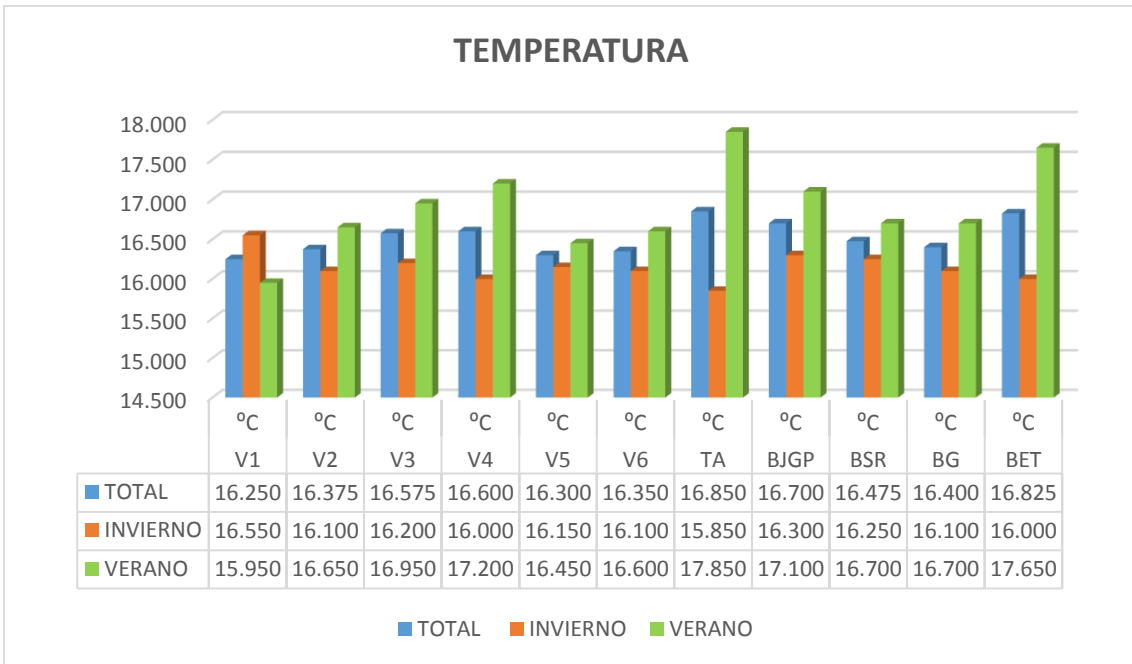


Figura: 11-3 Gráfico de barras, temperatura en época de invierno y verano
 Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015

3.5 Parámetros fuera de los Límites Permisibles

Los resultados obtenidos de la caracterización del agua de la Junta Administradora de Agua Potable Galten-Guilbut ubicada en el Cantón Chambo, al ser comparados con los límites permisibles de los parámetros correspondientes, establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108: “Agua Potable. Requisitos”, se identificó que los parámetros químicos y microbiológicos fuera de norma son los siguientes; fosfatos, con valores promedio de 0,926mg/l en verano 1,066 mg/l en invierno, en las dos épocas se encuentra fuera de los límites máximos permisibles establecidos según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 2014, la cuantificación de coliformes totales y fecales utilizando el método Petrifilm, se llegó a observar que los resultados fueron: Coliformes totales (4-1UFC/ml) y coliformes Fecales (1-0 UFC/ml), los cuales se encuentran fuera del límite máximos permisibles establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 2014, los cuales se pueden evidenciar en las tablas 2-3, tabla ,3-.3y tabla 4-3

Tabla 2-3Parámetro químico fuera de Norma 1108.2014 (fosfatos)

PARÁMETRO	LIMITE PERMISIBLE	LUGAR	MUESTREOS				TOTAL	PROMEDIO	
			M1	M2	M3	M4		INVIERNO	VERANO
Fosfatos	0,3 mg/L	V1	1,000	1,040	0,950	0,910	0,975	1,020	0,930
		V2	0,830	0,990	0,870	0,890	0,895	0,910	0,880
		V3	0,890	0,990	0,870	0,860	0,903	0,940	0,865
		V4	0,920	1,000	0,840	0,870	0,908	0,960	0,855
		V5	1,410	1,020	0,940	0,930	1,075	1,215	0,935
		V6	0,920	1,600	0,900	0,850	1,068	1,260	0,875
		TA	1,100	1,300	1,100	0,980	1,120	1,200	1,040
		BJGP	1,100	1,160	0,940	0,870	1,018	1,130	0,905
		BSR	0,820	1,180	1,000	0,950	0,988	1,000	0,975
		BG	0,980	0,910	0,900	0,840	0,908	0,945	0,870
		BET	1,160	1,140	1,110	1,000	1,103	1,150	1,055

Realizado por: Ana Ramos

Fuente: Laboratorio de agua Gobierno Autónomo Descentralizado de Chambo.

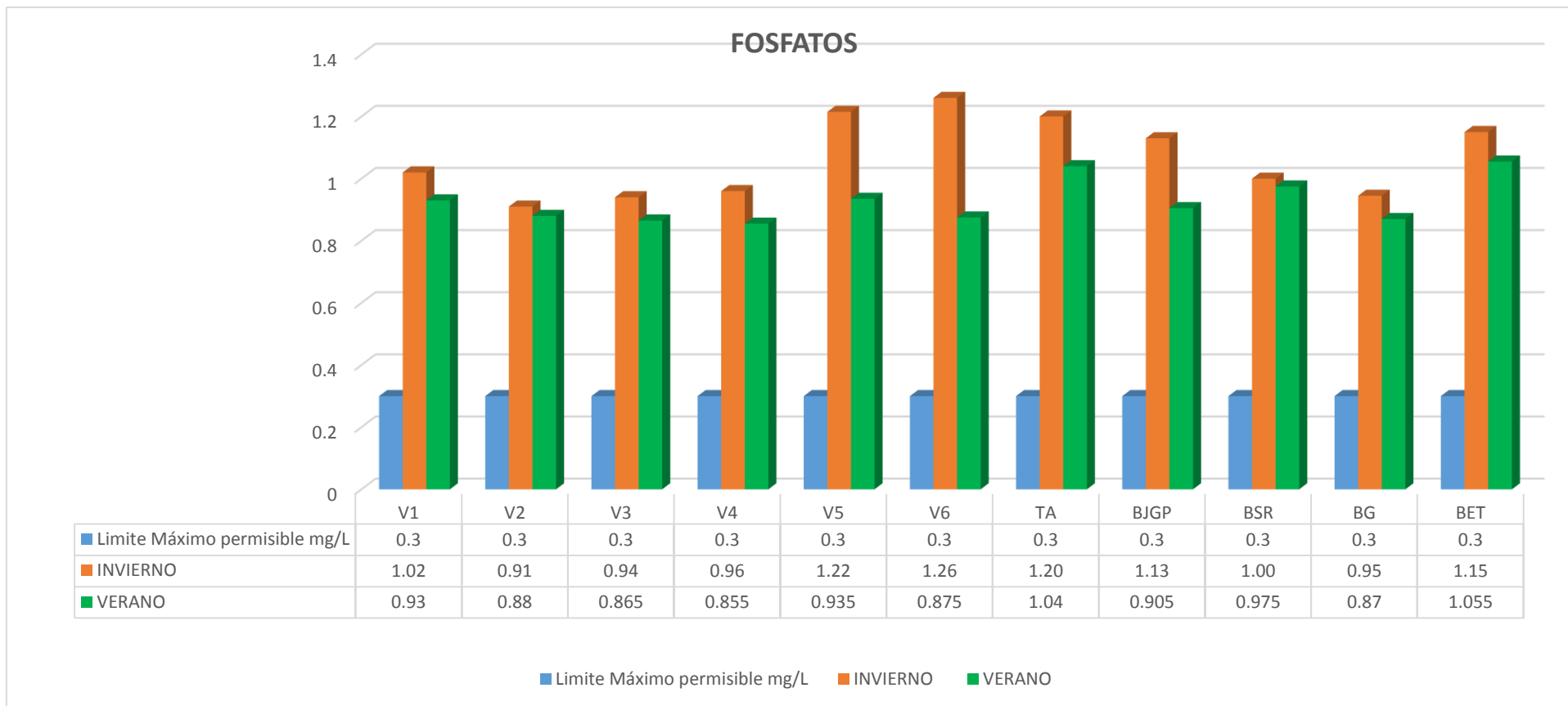


Figura: 12-3 Gráfico de barras, fosfatos en época de invierno y verano
 Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015

Tabla 3-3 Parámetro microbiológico fuera de Norma 1108 (Coliformes Totales)

LUGAR	DETERMINACIONES	MÉTODO USADO	MUESTREOS				PROMEDIO		
			M1	M2	M3	M4	TOTAL	INVIERNO	VERANO
V1	Coliformes Totales UFC/mL	Placa Petrifilm™	2	2	1	1	2	2	1
V2	Coliformes Totales UFC/mL	Placa Petrifilm™	1	2	0	1	1	2	1
V3	Coliformes Totales UFC/mL	Placa Petrifilm™	1	1	0	0	1	1	0
V4	Coliformes Totales UFC/mL	Placa Petrifilm™	3	2	3	2	3	3	3
V5	Coliformes Totales UFC/mL	Placa Petrifilm™	4	3	2	1	3	4	2
V6	Coliformes Totales UFC/mL	Placa Petrifilm™	3	3	1	1	2	3	1
TA	Coliformes Totales UFC/mL	Placa Petrifilm™	4	4	2	1	3	4	2
BJGP	Coliformes Totales UFC/mL	Placa Petrifilm™	2	2	0	1	1	2	1
BSR	Coliformes Totales UFC/mL	Placa Petrifilm™	3	2	1	0	2	3	1
BG	Coliformes Totales UFC/mL	Placa Petrifilm™	3	4	0	0	2	4	0
BET	Coliformes Totales UFC/mL	Placa Petrifilm™	3	3	1	1	2	3	1

Realizado por: Ana Ramos

Fuente: Laboratorio de agua Gobierno Autónomo Descentralizado de Chambo.

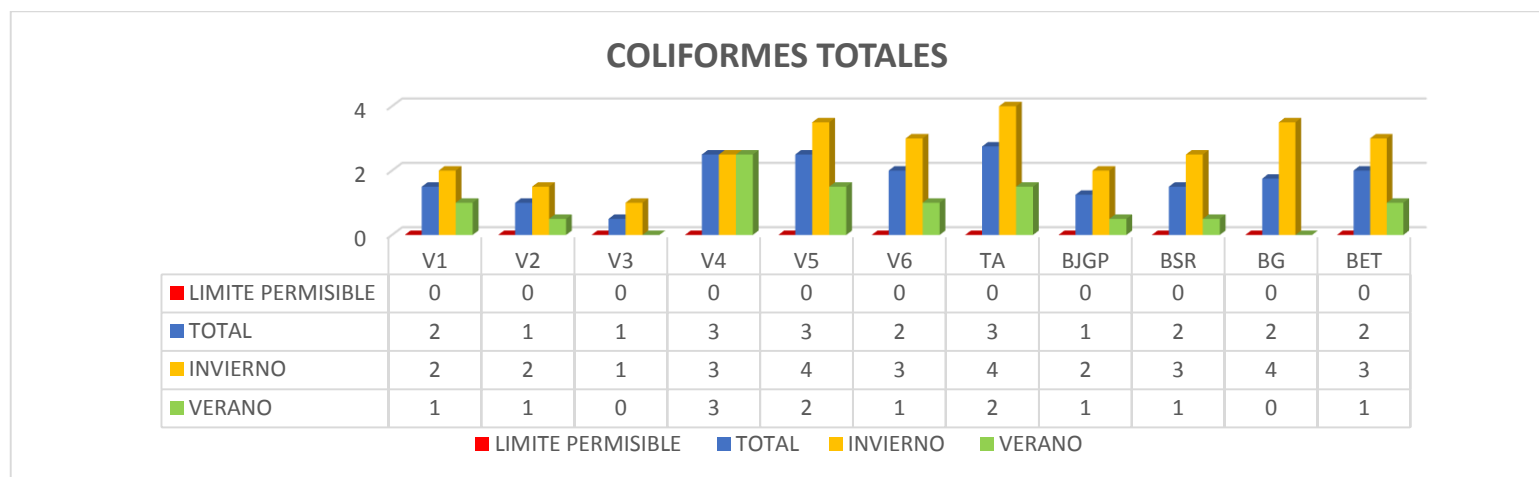


Figura: 13-3Gráfico de barras, coliformes totales en época de invierno y verano

Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015

Tabla 4-3 Parámetro microbiológico fuera de Norma 1108 2014 (Coliformes Fecales)

LUGAR	DETERMINACIONES	MÉTODO USADO	MUESTREOS				PROMEDIO		
			M1	M2	M3	M4	TOTAL	INVIERNO	VERANO
V1	Coliformes Fecales UFC/mL	Placa Petrifilm™	0	0	0	0	0	0	0
V2	Coliformes Fecales UFC/mL	Placa Petrifilm™	0	0	0	0	0	0	0
V3	Coliformes Fecales UFC/mL	Placa Petrifilm™	0	0	0	0	0	0	0
V4	Coliformes Fecales UFC/mL	Placa Petrifilm™	1	0	0	0	0	1	0
V5	Coliformes Fecales UFC/mL	Placa Petrifilm™	0	1	0	0	0	1	0
V6	Coliformes Fecales UFC/mL	Placa Petrifilm™	0	0	0	0	0	0	0
TA	Coliformes Fecales UFC/mL	Placa Petrifilm™	1	1	0	0	1	1	0
BJGP	Coliformes Fecales UFC/mL	Placa Petrifilm™	0	0	0	0	0	0	0
BSR	Coliformes Fecales UFC/mL	Placa Petrifilm™	0	1	0	0	0	1	0
BG	Coliformes Fecales UFC/mL	Placa Petrifilm™	0	0	0	0	0	0	0
BET	Coliformes Fecales UFC/mL	Placa Petrifilm™	0	0	0	0	0	0	0

Realizado por: Ana Ramos

Fuente: Laboratorio de agua Gobierno Autónomo Descentralizado de Chambo

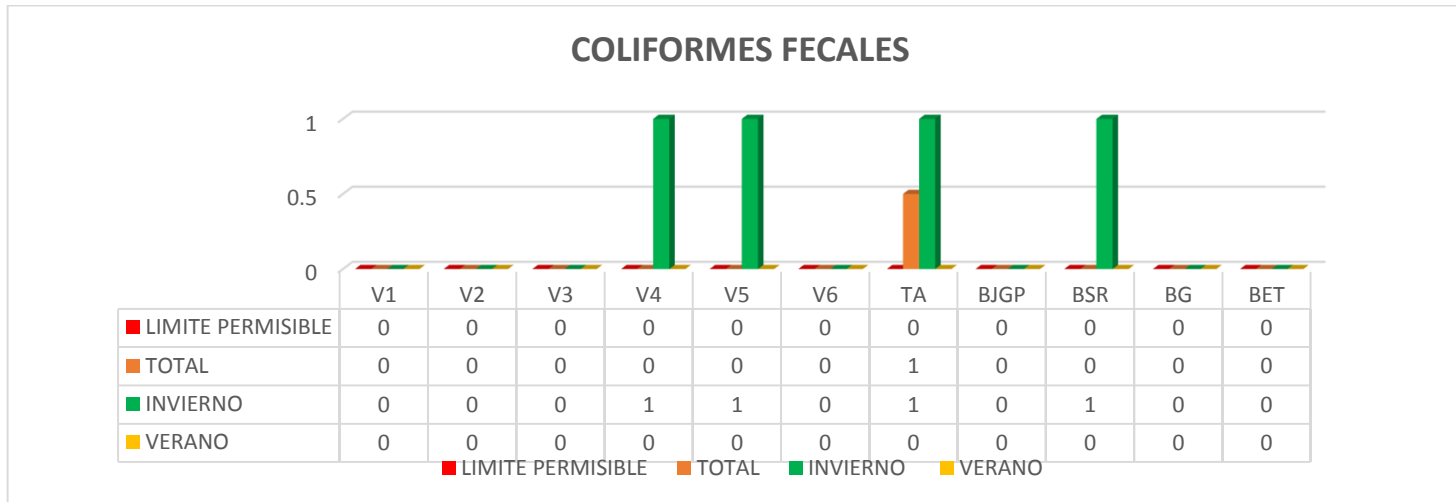


Figura: 14-3 Gráfico de barras, coliformes fecales en época de invierno y verano

Fuente: Realizado por: Ana Ramos, 2015

3.6 Análisis de resultados fuera de la norma NTE INEN 1108. (Fosfatos)

De acuerdo a la investigación realizada se observa en función de la tabla 2-3, el gráfico de barras de los valores promedio de los fosfatos en donde se puede apreciar la comparación en las épocas de invierno y verano con respecto al límite máximo permisible de fosfatos según la norma técnica Ecuatoriana NTE INEN 2014.

En época de invierno la concentración media de fosfatos fue 1,066mg/L, el cual se encuentra fuera del límite permisible, pudiendo decir que debido al tipo de suelo que presenta esta zona conocido comúnmente como suelo gredoso, por los habitantes de este lugar, se pudo investigar, que este tipo de suelo es aquel que procede de la descomposición de las cretas o piedras calizas. Este tipo de suelo es ligero y con buen drenaje. Estas rocas o piedras se forman por la precipitación de sustancias que se encontraban en disolución, son las de origen físico-químico, por ejemplo carbonatos, y fosfatos, la formación de estas rocas sedimentarias, se da por la formación en la cual interviene directamente la actividad de organismos vivos.

Cabe recalcar también que los fosfatos son nutrientes que se encuentran en el suelo así como también en fertilizantes y detergentes, que por la presencia de la escorrentía superficial y arrastre en época de lluvia estos filtran e ingresan al interior de las fuentes, aumentando su concentración. El uso de fertilizantes en esta zona es alto ya que se trata de un sector dedicado a la actividad ganadera, por lo que el uso de fertilizantes en el suelo es constante y elevado para mantener los pastizales.

En época de verano la concentración media de fosfatos fue 0.926mg/L, para lo cual se puede explicar que durante este periodo de sequía se utilizan los riegos por aspersión que ayudan a mantener los pastizales en condiciones adecuadas para la actividad ganadera. Por lo que la concentración de fosfatos es elevada, aun cuando no existe lluvia. La filtración de fertilizantes hacia el suelo en esta época es menor.

De acuerdo a la investigación realizada en la Universidad Central del Ecuador por Carlos Andrés Belmonte Viteri, 2009 se puede corroborar que la presencia de fosfatos puede variar dependiendo del tiempo de muestreo, ya que la investigación que realizó fue un monitoreo de la calidad del agua del Río Caoní en el sector de Puerto Quito - Provincia de Pichincha. Durante el periodo 2008-2009 en el cual presenta una concentración de fosfatos elevados en época de lluvia, y en época de sequía estas concentraciones disminuían hasta llegar a su valor normal. (Viteri, 2009, <http://repositorio.uisek.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/363/1/Monitoreo%20de%20la%20calidad%20del%20agua%20de%20el%20rio%20Caon%C3%AD%20en%20el%20sector%20de%20Puerto%20Quito%20-%20Provincia%20de%20Pichincha>

Como sucede de igual manera en este caso las concentraciones disminuyen pero debido a los problemas explicados anteriormente como el tipo de suelo y uso de fertilizantes su valor es alto en las dos épocas.

3.7 Análisis de resultados fuera de la norma NTE INEN 1108 (Coliformes totales y Coliformes fecales)

La cuantificación de coliformes totales y fecales utilizando el método Petrifilm, se llegó a observar que los resultados fueron: Coliformes totales (4-1 UFC/ml) y coliformes Fecales (1-0 UFC/ml), los cuales se encuentran fuera del límite máximos permisibles establecidos según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 2014, ya que el valor permisible en esta norma es ausencia de coliformes.

Pero según la investigación realizada en Cundinamarca por (Pulido et al, 2012, http://www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/ARTREVIS2_4.pdf) menciona que la presencia de coliformes totales debe interpretarse de acuerdo con el tipo de aguas: deben estar ausentes en 85% de las muestras de aguas potables tratadas. En caso de estar presentes, su número no puede ser superior a 2-3 coliformes. Esta contaminación a pesar de ser baja, no puede ocurrir en tres muestras recolectadas en días consecutivos. Basándonos en esta investigación se puede decir que el agua de la junta Galten-Guilbut no posee agua potable tratada ya que no existe ningún sistema de tratamiento del agua, los muestreos tampoco fueron realizados en días consecutivos sino más bien variaron en tiempo y época, y pese a estas circunstancias las concentraciones de coliformes según Pulido estaría dentro de un nivel aceptable considerando también que el agua es subterránea.

La presencia de coliformes en las muestras del agua que se analizaron se puede explicar, por la presencia de ganado en la parte superior de las vertientes, y como se sabe estas bacterias se encuentran en materia fecal como el estiércol del ganado, el cual en época de lluvia de igual manera se filtra hacia las vertientes pudiendo causar así las concentraciones las cuales se obtuvieron en esta investigación. Cuando existen bacterias coliformes; en el suministro de agua se considera bacteriológicamente no seguro. Hasta que sea identificada y corregida la causa del problema, por lo que se recomienda, se haga hervir el agua por 5 minutos antes de usarla para beber o cocinar.

Estos microorganismos pueden causar enfermedades con diferentes niveles de gravedad, desde una gastroenteritis simple, hasta cuadros graves de diarrea, disentería, hepatitis o fiebre tifoidea.

3.8 Relación de las variables físico-químicas y microbiológicas de la Junta Galten- Guilbut

Tabla 5-3 Análisis de componentes principales (invierno y verano)

	Componente		
	1	2	3
Coliformes totales	,879		,342
Temperatura	,777		
Turbiedad	,750	,272	-,297
Nitratos	,706	-,426	-,252
Dureza	,673	,436	
Coliformes fecales	,474	-,286	,175
Manganeso	,431	,101	-,128
Conductividad		,979	
Sólidos totales disueltos		,931	
Amoniaco	-,186	-,454	,231
Hierro total	-,153	,119	-,911
Nitritos	-,276		,830
Ph	-,123		,693
Fosfatos	,366	-,518	,609

Mediante el Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

COMPONENTE 1

Existe relación directa entre las concentraciones de Coliformes totales, Temperatura, Turbiedad, Nitratos, Dureza, Coliformes fecales y Manganeso en el agua de los diferentes puntos de muestreo analizados.

COMPONENTE 2

Existe relación directa entre las concentraciones de Conductividad y Sólidos Totales Disueltos en el agua de los diferentes puntos de muestreo analizados.

COMPONENTE 3

Existe relación directa entre las concentraciones de nitratos, pH y fosfatos en el agua de los diferentes puntos de muestreo analizados

3.9 Análisis comparativo de las variables físico-químicas y microbiológicas de la Junta Galten-Guilbut

Se realizó un análisis multivariado de componentes principales (ACP) para precisar las variaciones que experimentaron las concentraciones de los parámetros (pH, turbiedad, sólidos totales disueltos, conductividad, dureza, hierro total, nitratos, nitritos, fosfatos, manganeso, flúor, amoníaco, Coliformes totales y fecales, en los diferentes puntos de muestreo, para lo cual se tuvo en cuenta el criterio de Kaiser en el análisis factorial en la selección del número de componentes principales.

El análisis de componentes principales para las concentraciones de nutrientes inorgánicos, Coliformes totales y fecales se expone en la Tabla 5-3 donde podemos observar que a partir de este estudio se obtuvo una explicación media con una varianza acumulada aproximada de 66,39% a través de tres componentes principales.

Aquellos componentes que explican el 33,61% de la varianza se han desechado, asimismo es importante recordar que las varianzas acumuladas con un porcentaje igual o superior al 60% se consideran aceptables para que sean definidas como componentes principales (Johnson y Wichern, 1992; Polo, 2000). En nuestro estudio este valor fue superior, por tanto la selección de los componentes principales fue correcta. Del análisis ACP (matriz de componente rotado) se puede inferir que existen las siguientes asociaciones

COMPONENTE 1

Existe relación directa entre las concentraciones de Coliformes totales, fecales y la turbiedad, ya que se considera a la turbiedad como un parámetro de importancia sanitaria dado que cuanto menor es la turbiedad de un agua, menor es la concentración de microorganismos, bacterias, protozoos, presentes en la misma. Las partículas que provocan la turbiedad pueden causar disminución en la eficiencia del proceso de desinfección, de igual manera se puede observar la relación en esta familia con nitratos, ya que el nitrato es una sustancia química que se encuentra comúnmente en los fertilizantes agrícolas y de césped. Otro origen, es de la descomposición de los materiales de desecho como estiércol o efluente séptico evidenciando así la relación con los coliformes totales y fecales. Finalmente la relación que existe entre el manganeso, al igual que la dureza, no causan problemas de toxicidad ni tampoco causan daños a la salud al nivel en que se encuentran en las aguas de suministro convencionales, sin embargo, cuando los niveles de concentración de estos elementos se encuentran fuera del límite permisible, causan problemas en el uso del agua. Según la investigación publicada por (Klinger, Brahan, 2008, <http://iia.org.co/revistas/Bioetnia%20Voumen%205%20N%C2%B02,%20Julio-2Diciembre%202008.pdf#page=5>), menciona que los microorganismos pueden ser sensibles a los

cambios de las variables mencionadas anteriormente, mientras que otros pueden ser bastante tolerantes.

COMPONENTE 2

De acuerdo al análisis de componentes principales obtuvimos la segunda familia que muestran una relación directa entre, las concentraciones de Conductividad y Sólidos Totales Disueltos que de acuerdo a investigaciones anteriores corroboran que cuanto mayor sea la cantidad de sales disueltas en el agua, mayor será el valor de la conductividad eléctrica. La mayoría de los sólidos que permanecen en el agua tras una filtración de arena, son iones disueltos. El cloruro de sodio por ejemplo se encuentra en el agua como Na^+ y Cl^- El agua de alta pureza que en el caso ideal contiene solo H_2O sin sales o minerales tiene una conductividad eléctrica muy baja. Dicha correlación no se extiende a ambientes "hipersalinos" (salinidad > 5%), donde la conductividad es afectada por la composición específica de iones presentes en el agua.

La relación entre conductividad y sólidos totales disueltos ya se presentan en estudios, en donde se menciona que un método alternativo y más sencillo consiste en estimar los sólidos disueltos totales utilizando la medida de conductividad del agua. Se ha encontrado que existe una correlación directa entre conductividad y concentración de sólidos disueltos totales (TDS, por sus siglas en inglés) para cuerpos de agua dulce. (Sólidos totales disueltos, 1993, p.2-4)

<http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-tds.pdf>

COMPONENTE 3

El fósforo junto con el nitrógeno, son dos de los nutrientes fundamentales de todos los seres vivos, de forma que contenidos anormalmente altos de estos en las aguas pueden producir un crecimiento incontrolado de la biomasa acuática (eutrofización), con problemas de crecimiento de algas indeseables. Al existir presencia de plantas, se puede indicar la producción y consumo biológico por la fotosíntesis, respiración, descomposición de materia orgánica lo cual afecta a pH y nutrientes, los cuales pueden actuar forma independiente o combinada. Según la investigación publicada por (Klinger, Brahan, 2008, p. 9), menciona que los nutrientes (compuestos de nitrógeno, fósforo y azufre) determinan la productividad primaria en un medio acuático. Las concentraciones altas pueden producir eutrofización, aumentando poblaciones de algas y plantas acuáticas, produciendo efectos dañinos en el ecosistema. El nitrógeno oxidado total es la suma de los nitritos y nitratos, constituye un nutriente esencial para muchos autótrofos fotosintéticos y en algunos casos ha sido identificado como el determinante de su crecimiento. Pudiendo observar que las relaciones de las variables concuerdan con los datos obtenidos en esta investigación.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

- Se realizó la caracterización físico – química y microbiológica del agua en épocas de invierno y verano de acuerdo a la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1108 quinta revisión 2014, que es consumida por los beneficiarios de la Junta Galten-Guilbut, expuesto en la tabla 3.1, donde se observa que este recurso en cuanto a los análisis químico, y microbiológicos no todos, los parámetros se encuentran dentro de limite permisible, y mediante el análisis componentes principales podemos observar que a partir de este estudio se obtuvo una explicación media con una varianza acumulada aproximada de 66,39% a través de tres componentes principales, los cuales presentaron relación directa entre sí.
- Se determinó un parámetro químico que se encuentra fuera de rango el cual fue fosfatos, 0,926mg/l en verano 1,066 mg/l en invierno, su valor promedio en las dos épocas se encuentra fuera de los límites máximos permisibles establecidos según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 quinta revisión, recalando que el constante consumo en pequeñas concentraciones a largo plazo de fosfato puede afectar la salud, produciendo infecciones de vías urinarias y osteoporosis, o en el agua potable que sirve de nutriente para que proliferen plantas acuáticas flotantes las cuales al morir proliferan microorganismos y contaminan el agua
- De los resultados obtenidos de la cuantificación de coliformes totales y coliformes fecales fueron los siguientes : Coliformes Totales (3-1UFC/ml) y Coliformes Fecales(1-0 UFC/ml), los cuales se encuentran fuera de límites máximos permisibles establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 quinta revisión 2014.
- Se realizó la respectiva capacitación a los miembros de la Junta de Agua Potable Galten-Guilbut en el control y mantenimiento de la calidad del agua para consumo humano, explicando acerca de la importancia de cumplir la NTE INEN 1108 2014, que establece el nuevo organismo conocido como Agencia Regulación y Control del Agua, garantizando así que el agua de consumo humano cumpla con lo establecido en la ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua. **Artículo 57.-** El derecho humano al agua es el derecho de todas las personas a disponer de agua limpia, suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico en cantidad, calidad, continuidad y cobertura.

RECOMENDACIONES

- Realizar un mantenimiento de limpieza en los diferentes tanques de las vertientes, tanque de almacenamiento, y cisternas domiciliarias cada seis meses o como mínimo cada año.
- Se recomienda efectuar el debido mantenimiento o cambio de la escalera que se encuentra dentro del tanque de almacenamiento, por un material de acero inoxidable, para evitar así el desgaste actual que existe de la misma.
- Mejorar la parte externa de las vertiente 3, 4, 5 las cuales presentan problemas de contaminación directa, al no estar cerradas herméticamente.
- Realizar caracterizaciones físico – químicas y microbiológicas del agua periódicamente y sobre todo en época de invierno para obtener una base de datos que permita identificar con facilidad los parámetros que se encuentren fuera de norma, mismos afectan la calidad del agua.
- Realizar una dosificación de cloración con hipoclorito de calcio en una porción de 9 onzas para el caudal de 2,25L/s que presenta el sistema de abastecimiento Galten- Guilbut, con proyección a una planta de tratamiento

BIBLIOGRAFÍA

1. **Agua y Saneamiento Argentinos S.A.** *El agua* [en línea]. Buenos Aires, 2005 Distribución Mundial. [Consulta: 30 noviembre 2015]. Disponible en :
http://www.aysa.com.ar/index.php?id_contenido=323&id_seccion=0
2. **Agudelo, Marina.***El agua, recurso estratégico del siglo XXI.* [En línea] 2005,vol 3,pp. 2-7; 11-13. Colombia. [Consulta: 19 noviembre 2015].ISSN 0120-386X
Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/120/12023109.pdf>.
3. **APHA., AWWA., WPCF.,** *Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales.*, 17 ed. Madrid – España, Editorial Días de Santos, 1992. ISBN 84-7978-031-2 Editorial Días de Santos, pp. 2-10; 18-19; 79-87; 88-90; 187-199; 229-235.
4. **Arcos Mireya, Navia Sara.** *Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua.* [en línea]. Cundinamarca, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, 2011, pp. 69-73. [Consulta: 28 noviembre 2015].
Disponible en : <file:///C:/Users/User/Downloads/47-297-1-PB.pdf>
5. **Arroyo Carolina, Encalada Andrea.***Evaluación de la calidad de agua a través de macro invertebrados bentónicos e índices biológicos en ríos tropicales en bosque de neblina montano,* [en línea], 2009, (Ecuador) vol.1n°11 pp. 11-14. [Consulta: 23 octubre 2015]. ISSN 1116.
Disponible en:
http://www.usfq.edu.ec/publicaciones/avances/archivo_de_contenidos/Documents/volumen_1/Avances_2009_vol1_11-16.pdf
6. **Arboleda, J.** *Teoría y Práctica de la purificación del agua.* 3^{ra} ed. Bogotá – Colombia: McGraw – Hill., 1999, pp. 44 – 56.
7. **Asociación de Municipalidades Ecuatorianas,** *Datos generales del cantón Chambo. Gaseoso* [en línea]. Ecuador, 2015. [Consulta: 23 noviembre 2015]. Disponible en :
<http://www.ame.gob.ec/ame/index.php/ley-de-transparencia/65-mapa-cantones-del-ecuador/mapa-chimborazo/265-canton-chambo>

8. **Aurazo Margarita.** *M anual para análisis básicos de calidad del agua de bebida* [línea], Organización Mundial de la Salud, 2004, pp 13-14. [Consulta: 7 diciembre 2015]. Disponible en: http://www.bvsde.paho.org/CD-GDWQ/Biblioteca/Manuales_Guias_LibrosDW/manual%20analisis%20basicos%20CA.pdf
9. **Asamblea Nacional República del Ecuador.** *Ley de recursos hídricos uso y aprovechamiento del agua* [en línea]. Ecuador, 2014, pp. 3-8; 13-14; 15 [Consulta: 25 noviembre 2015]. Disponible en : <http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYD-E-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>
10. **Barona Orlando.** Diseño de una Planta para la Producción de Agua Apta para el Consumo Humano en la Planta de Producción de la Familia Sancela S.A [en línea] (tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba- Ecuador. 2010, pp 23-24. [Consulta: 19 diciembre 2015]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/244/1/96T00111.pdf>
11. **Buckalew James, Scott Lisa, Reed Pau,** *Evaluación de los Recursos de Agua del Ecuador.* Ecuador: Distrito de Mobile y Centro de Ingeniería Topográfica, 1998. [Consulta: 17 octubre 2015]. Disponible en: http://www.cepal.org/deype/noticias/noticias/6/44576/04_EC-evaluacion-recursos-agua.pdf
12. **Cadena Laura,** *Generación de Geo-información para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1:25.000*". Ecuador: Diciembre 2012. 15 Característica Hidrográfica. [Consulta: 21 octubre 2015]. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA3/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/CHIMBORAZO/CHAMBO/IEE/MEMORIAS_TECNICAS/mt_chambo_clima_e_hidrologia.pdf
13. **Cargua María.** Diseño de una planta de tratamiento para agua potable para la comunidad Ainche del Cantón Chambo [en línea] (tesis pregrado).Escuela superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador, 2014, pp. 1-4, 6-8 [Consulta: 22 octubre 2015]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/3418/1/96T00252.pdf>

14. **Chover Lara, J. Pastor F.** *Brote de Gastroenteritis asociado al consumo de agua*, República Dominicana, Rev. Esp. Salud Pública, pp. 243-254.

15. **DESINFECCIÓN Y MÉTODOS DE DESINFECCIÓN DEL AGUA.** *Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas.* [en línea]. 2002, p. 26. Disponible en:
<http://www.oocities.org/edrochac/sanitaria/desinfeccion5.pdf>

16. *El Ciclo hidrológico.* [en línea]. España: Universidad Complutense de Madrid, Julio 2006. Ciclo del Agua: [Consulta: 16 noviembre 2015]. Disponible en:
http://pendientedemigracion.ucm.es/info/diciex/proyectos/agua/el_ciclo_del_agua.html

17. **Franson Mary.** *Métodos Normalizados*, 17 ed., Madrid- España, Ediciones Días de Santos, 1992, pp. 38-41

18. **Gray, N.F.** *Calidad del agua potable (Problemas y soluciones).* España: Editorial Acriba Zaragoza, 1996 pp. 154-160

19. *Guías para la calidad del agua potable.* 20ª ed. Suiza : Organización Mundial de la Salud, 2006, pp. 11-12, 23-49.

20. **Hermes Miguel, Hyagna Cabello, José Reyes.** *Campaña de cambio social para incrementar la conciencia ambiental sobre la contaminación de las aguas en el consejo popular no.14, puerto padre* Puerto Padre: 2013. [Consulta: 10 noviembre 2015].
Disponible en : <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1304/index.htm>

21. **Quintero Diana, Herrera Indira.** *Microbiología de aguas subterráneas en la región sur del municipio de Valledupar-cesar* [en línea]. Valledupar: 2009, Facultad de ciencias, Programa de microbiología [Consulta: 28 octubre 2015].
Disponible en: <http://www.corpocesar.gov.co/files/MICROB%20SUR%20VUP.PDF>)

22. **Larrea J, Rojas M, Álvarez B, Rojas N.** *Bacterias Indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura* [en línea], 2013, Habana, vol.44, pp. 3-4. [Consulta: 17 diciembre 2015].
Disponible en :<http://revista.cnic.edu.cu/revistaCB/sites/default/files/articulos/CB%2011-12.pdf>
23. **Laboratorio GADM. Chambo,** *Análisis de Agua*, Chambo-Ecuador, 2014, pp. 8-30
24. **Lee Jong.** *Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud*, Región de las Américas: Organización Mundial de la salud, 2004. Agua, saneamiento y salud. [Consulta: 30 octubre 2015].
Disponibile en: http://www.who.int/water_sanitation_health/facts2004/es/
25. **Lenntech BV.** *Propiedades químicas del Flúor - Efectos del Flúor sobre la salud - Efectos ambientales del Flúor*[en línea]. España, 1998. [Consulta: 28 diciembre 2015]. Disponible en :
<http://www.lenntech.es/periodica/elementos/f.htm>
26. **López R; Arteaga R; Vázquez P; Irineo L.** *Evapotranspiración del cultivo de tomate de cáscara (Physalisixocarpa Brot.) estimada mediante el potencial mátrico del suelo* [en línea], 2010, México, pp. 1-3. [Consulta: 8 octubre 2015]. ISSN 0187-7380. Disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802010000200009&script=sci_arttext
27. **Mejía, Mario René. 2005.***Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuena El Limón, San Jerónimo, Honduras*[En línea].2005, pp 14-18; 23-25; 48-52. [Consultado:19 noviembre 2015.] <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0602E/A0602E.PDF>
28. **Méndez Juan.** *Desinfección del agua*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente.[en línea]. 2002, p. 1-13; 31-66; 109-124; 77-91.
Disponibile en:
<http://www.oocities.org/edrochac/sanitaria/desinfeccion5.pdf>

29. **Mercado Leida.** *Agua y los Objetivos de Desarrollo del Milenio* [en línea]. América Latina, 2009, 3 Agua potable y saneamiento. [Consulta: 24 octubre 2015]. Disponible en: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/3346mercado.pdf>
30. **Naranjo Jorge.** *Plan de mejoramiento para el sistema de abastecimiento de la Junta de agua potable Galten-Guilbut.* Riobamba-Ecuador, 2008, pp. 18-22
31. **NTE INEN 1108.** *Agua potable. Requisitos.* [en línea], Parte 1: 2011. [Consulta: 4 noviembre 2015]. Disponible en : <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1108-5.pdf>
32. **NTE INEN 1108.** *Agua potable. Requisitos.* [en línea], Parte 4: 2011. [Consulta: 4 noviembre 2015]. Disponible en : <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1108-5.pdf>
33. **Ordoñez Juan.** *Cartilla Técnica Ciclo Hidrológico.* 1^{era} ed. Lima, Perú: Sociedad Geográfica de Lima, 2011, pp. 14-16. [Consulta: 29 noviembre 2015]. Disponible en : http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Publicaciones/Varios/Ciclo_Hidrologico.pdf
34. **Organización Mundial de la Salud.** *Calidad del agua potable* [en línea]. Región de las Américas: 2015. Programas y Proyectos, pp 34-45. [Consulta: 26 noviembre 2015]. ISSN: 978 92 4 356263 6. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/publication_9789241562638/es/
35. **Organización Mundial de la Salud,** *Agua* [en línea]. Región de las Américas: 2015. Temas de salud, 2015. [Consulta: 26 noviembre 2015]. ISSN: 978 92 4 356263 6. Disponible en: <http://www.who.int/topics/water/es/>
36. **Prosac.** *Placa Petrifilm MR para Recuento E. coli y Coliformes.* [en línea]. Lima-Perú. 2014, pp 1-2 [Consulta: 29 diciembre 2015].

Disponible en :

https://system.netsuite.com/core/media/media.nl?id=4019&c=3339985&h=213791686acc9e9f7d61&_xt=.pdf

37. **Reascos Blanca, Yar Brenda.** *Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del cantón Cotacachi y propuesta de medidas correctivas.* [en línea]. Universidad técnica del norte, Ecuador, 2010. [Consulta: 11 Diciembre 2015].

Disponible en :

[file:///C:/Users/User/Downloads/03%20REC%20123%20CONTENIDO%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/03%20REC%20123%20CONTENIDO%20(1).pdf)

38. **Romero., Jorge.** *Calidad del agua.*, 3^{ra} ed., Bogotá – Colombia., Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería., 1999, pp. 31-32

39. **Romero Jorge,** *Potabilización del Agua.*, 3ra ed., Bogotá - Colombia., Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería., 2009, pp. 29, 219, 238, 240.

40. **Sahuquillo Andrés.** *La importancia de las aguas subterráneas En: Andrés Sahuquillo Herráiz. El agua subterránea,* [en línea]. Valencia: 2009, pp. 98-99. [Consulta: 9 noviembre 2015].

Disponible en : <http://www.rac.es/ficheros/doc/00923.pdf>

41. **Sánchez Javier.***El ciclo hidrológico* [en línea]. Departamento de geología, 2011

[Consulta: 15 octubre 2015]. Disponible en:

http://ocw.usal.es/ciencias-experimentales/hidrologia/contenidos/01.Ciclo_hidrologico.pdf

42. **Seoanez Mariano.** *Aguas que lloran por los humanos.* [en línea]. Argentina: Amazon: 2005 Agua Potable. [Consulta: 29 noviembre 2015].

Disponible en : <http://www.ecojoven.com/tres/05/aguas.html>

43. **Sereviche Carlos, Castillo Márlon, Acevedo Leonor.** *Manual de métodos analíticos para la determinación de parámetros fisicoquímicos básicos en aguas* [en línea]. Cádiz: Editorial Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso para eumed.net, 2011, pp 13-14; 14-16; 20-22; 23-25; 37-40 [Consulta: 1 noviembre 2015].

Disponible en : <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/1326.pdf>

44. **Perlman Howard**, *Evaporación: El agua cambia de estado líquido a gaseoso* [en línea]. España, 2015. [Consulta: 7 noviembre 2015]. Disponible en :
<http://water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html#evaporation>
45. **Villa Mercedes**. *Evaluación de la calidad del agua en la sub cuenca del río agua en la sub cuenca del río Yacuambi. Propuestas de tratamiento y control de la contaminación* [en línea].Universidad de Cádiz, 2011. [Consulta: 1 noviembre 2015]. Disponible en :
<http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/322/1/T-SENESCYT-0092.pdf>
46. **Villegas**. *Purificación de aguas.*, 2^{da} ed., Bogotá - Colombia., Editorial Escuela Colombiana de, 2007, pp. 55 – 71.

ANEXO A



NORMA
TECNICA
ECUATORIANA

NTE INEN 1108

Quinta revisión
2014-01

AGUA POTABLE. REQUISITOS

DRINKING WATER. REQUIREMENTS

Correspondencia:

Esta Norma Técnica Ecuatoriana es una adaptación de las Guías para la calidad del agua potable de la OMS, 4ta. Ed, 2011.

<p>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</p>	<p>AGUA POTABLE REQUISITOS</p>	<p>NTE INEN 1108:2014 Quinta revisión 2014-01</p>
--	---	--

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

2.1 Esta norma se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water World Association) y WEF (Water Environment Federation). *Métodos Estandarizados para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales* (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater) en su última edición.

Ministerio de salud Pública *REGLAMENTO DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA PARA ALIMENTOS PROCESADOS* Decreto Ejecutivo 3253, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002

4. DEFINICIONES

4.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

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

4.1.2 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.

4.1.3 Límite máximo permitido. 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. Para la verificación del cumplimiento, los resultados se deben analizar con el mismo número de cifras significativas establecidas en los requisitos de esta norma y aplicando las reglas para redondear números, (ver NTE INEN 052).

4.1.4 ufc/ml. Concentración de microorganismos por mililitro, expresada en unidades formadoras de colonias.

4.1.5 NMP. Forma de expresión de parámetros microbiológicos, número más probable, cuando se aplica la técnica de los tubos múltiples.

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

4.1.7 Microorganismo patógeno. Son los causantes potenciales de enfermedades para el ser humano.

4.1.8 Plaguicidas. Sustancia química o biológica que se utiliza, sola, combinada o mezclada para prevenir, combatir o destruir, repeler o mitigar: insectos, hongos, bacterias, nemátodos, ácaros, moluscos, roedores, malas hierbas o cualquier forma de vida que cause perjuicios directos o indirectos a los cultivos agrícolas, productos vegetales y plantas en general.

4.1.9 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.

4.1.10 Subproductos de desinfección. Productos que se generan al aplicar el desinfectante al agua, especialmente en presencia de sustancias húmicas.

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

4.1.12 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.

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

5. REQUISITOS

5.1 Los sistemas de abastecimiento de agua potable deberían acogerse al Reglamento de buenas prácticas de Manufactura (producción) del Ministerio de Salud Pública.

5.2 El agua potable debe cumplir con los requisitos que se establecen a continuación, en las tablas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

TABLA 1. Características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
Características físicas		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
Inorgánicos		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	2,4
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN ⁻	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 ¹⁾
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃ ⁻	mg/l	50
Nitritos, NO ₂ ⁻	mg/l	3,0
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación tota	Bg/l	0,5
Radiación tota	Bg/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,04

¹⁾ Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos

* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleídos: ²¹⁰Po, ²²⁴Ra, ²²⁶Ra, ²³²Th, ²³⁴U, ²³⁸U, ²³⁹Pu

** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleídos: ⁶⁰Co, ⁸⁹Sr, ⁹⁰Sr, ¹²⁹I, ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb,

²²⁸Ra

TABLA 2. Sustancias orgánicas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Hidrocarburos policíclicos aromáticos HAP		
Benzo [a] pireno	mg/l	0,0007
Hidrocarburos:		
Benceno	mg/l	0,01
Tolueno	mg/l	0,7
Xileno	mg/l	0,5
Estireno	mg/l	0,02
1,2dicloroetano	mg/l	0,03
Cloruro de vinilo	mg/l	0,0003
Tricloroetano	mg/l	0,02
Tetracloroetano	mg/l	0,04
Di(2-etilhexil) ftalato	mg/l	0,008
Acrylamida	mg/l	0,0005
Epiclorohidrina	mg/l	0,0004
Hexaclorobutadieno	mg/l	0,0006
1,2Dibromoetano	mg/l	0,0004
1,4- Dioxano	mg/l	0,05
AcidoNitrilotriacético	mg/l	0,2

TABLA 3. Plaguicidas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Atrazina y sus metabolitos cloro-s-triazína	mg/l	0,1
Isoproturón	mg/l	0,009
Lindano	mg/l	0,002
Pendimetalina	mg/l	0,02
Pentaclorofenol	mg/l	0,009
Dicloroprop	mg/l	0,1
Alacloro	mg/l	0,02
Aldicarb	mg/l	0,01
Aldrín y Dieldrín	mg/l	0,00003
Carbofuran	mg/l	0,007
Clorpirifós	mg/l	0,03
DDT y metabolitos	mg/l	0,001
1,2-Dibromo-3-cloropropano	mg/l	0,001
1,3-Dicloropropeno	mg/l	0,02
Dimetoato	mg/l	0,006
Endrín	mg/l	0,0006
Terbutilazina	mg/l	0,007
Clordano	mg/l	0,0002
Hidroxiatrazina	mg/l	0,2

TABLA 4. Residuos de desinfectantes

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Monocloramina,	mg/l	3
Si pasa de 1,5 mg/l investigar: N-Nitrosodimethylamine	mg/l	0,000 1

TABLA 5. Subproductos de desinfección

	UNIDAD	Límite máximo permitido
2,4,6-triclorofenol	mg/l	0,2
Trihalometanos totales	mg/l	0,5
Si pasa de 0,5 mg/l investigar:	mg/l	0,06
• Bromodiclorometano	mg/l	0,3
• Cloroformo		
Tricloroacetato	mg/l	0,2

TABLA 6. Cianotoxinas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Microcistina-LR	mg/l	0,001

5.3 El agua potable debe cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos.

TABLA 7. Requisitos Microbiológicos

	Máximo
Coliformes fecales (1): Tubos múltiples NMP/100 ml ó Filtración por membrana ufc/ 100 ml	< 1,1 * < 1 **
<i>Cryptosporidium</i> , número de ooquistes/ litro	Ausencia
<i>Giardia</i> , número de quistes/ litro	Ausencia
* < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm ³ ó 10 tubos de 10 cm ³ ninguno es positivo ** < 1 significa que no se observan colonias	
(1) ver el anexo 1, para el número de unidades (muestras) a tomar de acuerdo con la población servida	

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

6.1.1 El muestreo para el análisis microbiológico, físico, químico debe realizarse de acuerdo a los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

6.1.2 El manejo y conservación de las muestras para la realización de los análisis debe realizarse de acuerdo con lo establecido en los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

7. MÉTODOS DE ENSAYO

7.1 Los métodos de ensayo utilizados para los análisis que se especifican en esta norma serán los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods) especificados en su última edición. En caso que no conste el método de análisis para un parámetro en el Standard Methods, se utilizará un método estandarizado propuesto por un organismo reconocido.

APÉNDICE Y (Informativo)

Y.1 Número mínimo de muestras a tomarse de acuerdo a la población servida para el análisis de coliformes fecales en el sistema de distribución de agua potable

Tabla Y.1

POBLACIÓN	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS POR AÑO
< 5 000	12
5 000 –100 000	12 POR CADA 5 000 PERSONAS
> 100 000 –500 000	120 MÁS 12 POR CADA 10 000 PERSONAS
> 500 000	600 MÁS 12 POR CADA 100 000 PERSONAS

Guías para la calidad del agua potable 4ta. Ed. 2011; Capítulo 4 numeral 4.3.1 tabla 4.4

APÉNDICE Z

BIBLIOGRAFÍA

World Health Organization. *Guidelines for Drinking-water Quality*, Fourth Edition. World Health Organization, 2011

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: TÍTULO: AGUA POTABLE. REQUISITOS **Código:** ICS
NTE INEN 1108 13.060.20
Quinta revisión

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma Oficialización con el Carácter de Voluntaria por Resolución No. 11 135 de 2011-05-20 publicado en el Registro Oficial No. 481 de 2011-06-30 Fecha de iniciación del estudio: 2013-08
--	---

Fechas de consulta pública: 2013-08-16 a 2013-08-30

Subcomité Técnico de: **AGUA POTABLE** Fecha de iniciación: 2013-10-29 Integrantes del Subcomité:

Fecha de aprobación: 2013-11-08

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Ing. Marcelo Carpio (Presidente)

EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO SECRETARIA DEL AGUA

Dra. Zoila Novillo
Dr. Carlos Espinosa

EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
INTERAGUA

Dr. Edgar Pazmiño

MIPRO –SCA
ARCSA

Dr. Luis Cazar Ubilla
Ing. María José Pineda
Dra. Enith Bravo
Ing. Andrea Celi

MSP –DIRECCIÓN DE VIGILANCIA Y CONTROL SANITARIO

Dr. Juan Mora
Dra. Giomara Quizphe

ARCSA
ARCSA

Ing. Natazha Valarezo
Ing. Michelle Maldonado
Ing. Gabriela Chacón
Ing. Maritza Farinango

MSP –DIRECCIÓN SALUD AMBIENTAL
INEN –NORMALIZACIÓN
INEN –NORMALIZACIÓN
INEN –NORMALIZACIÓN
INEN - REGIONAL CHIMBORAZO

Ing. María E. Dávalos (Secretaria técnica)

Otros trámites: Esta NTE INEN 1108:2014 (Quinta revisión), reemplaza a la NTE INEN 1108:2011 (Cuarta revisión)

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

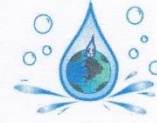
Oficializada como: Voluntaria
Registro Oficial No. 168 de 2014-01-23

Por Resolución No. 13523 de 2013-12-18

ANEXO B



**JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE DE LA
COOPERACIÓN BARRIAL "GALTEN - GUILBUT"
RUC: 0660834620001
CHAMBO - CHIMBORAZO**



Chambo, 30 Septiembre del 2015

Doctor

PhD. Félix Andueza L.
DIRECTOR DE ESCUELA BIOQUÍMICA Y FARMACIA
Presente.-

De mi consideración

Reciba un atento y cordial saludo de quienes hacemos la Junta Administradora de Agua Potable Galten-Guilbut y deseos de éxito en las funciones por usted desempeñadas.

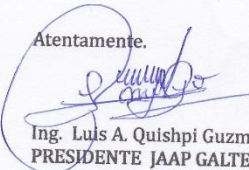
El motivo de la presente es para informar que los sectores Jesús del Gran Poder, San Rosa, Guilbut y El Tejar, a través de la Junta Administradora de Agua Potable Galten-Guilbut, considera como actividad prioritaria realizar la evaluación físico- química y microbiológica del agua, que en los actuales momentos consumen los habitantes de estos sectores.

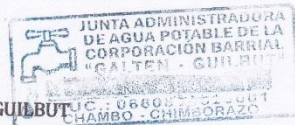
Consientes de precautar la salud y el bienestar de la sociedad beneficiada con este tipo de servicio es necesario conocer, si cumplimos con los estándares de calidad dictadas por las diferentes entidades de control mediante normas técnicas, a su vez garantizar que es apta para el consumo del ser humano, y de lo contrario tomar decisiones oportunas e inmediatas.

Conocedores de la política institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, del servicio encaminado a la comunidad, por intermedio de la Facultad de Ciencias - Carrera de Bioquímica y Farmacia, hemos considerado que la Srta. Ana Elizabeth Ramos Ilvis realice esta actividad, pues para los moradores de los cuatro sectores será un aporte muy significativo y para la cual se prestará todo el apoyo logístico necesario durante la ejecución del trabajo.


Esperando una respuesta favorable, anticipo mi sincero agradecimiento.

Atentamente.


Ing. Luis A. Quishpi Guzmán
PRESIDENTE JAAP GALTEN- GUILBUT



ANEXO D


GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON CHAMBO
CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO
DIRECCION : 18 DE MARZO Y SOR MARGARITA GUERRERO
Telf. 03-2910172

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA	MUESTRA N°. 025
Fuente: Vertiente #2	Recolectada por: Srta. Ana Ramos
Fecha de recolección: 26/10/2015	Hora: 6:35 am Fecha de análisis: 26/10/2015
Sistema de Agua Potable: Catequilla	Agua Cruda/Tratada: Cruda
Localidad: Cantón Chambo	Barrio/Comunidad: Catequilla

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	6,88
Color	Und Pt-Co	15	8
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	0,14
Temperatura	°C		16,5
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	106,1
Conductividad	µSiems/cm	-	198,1


2) DETERMINACIONES QUIMICAS

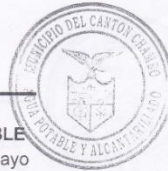
PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 -1,5	0
Dureza	mg/L	500	10,9
Hierro Total	mg/L	0,3	0,08
Nitratos	mg/L	50	1,3
Nitritos	mg/L	3	0,002
Sulfatos	mg/L	250	0
Fosfatos	mg/L	0,3	0,83
Manganeso	mg/L	0,1	0,001
Flúor	mg/L	1,5	0,3
Amoniaco	mg/L	1	0,02

ABREVIATURAS U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad
LIMITE PERMISIBLE Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión) 2014-01
OBSERVACIONES: Presencia de fosfatos los cual se debe a una contaminación con fertilizante Productos de limpieza, abonos.

RECOMENDACIÓN: Implementar un sistema de tratamiento para garantizar la calidad y seguridad en el consumo.

ATENTAMENTE:



 Ing. María Cargua



TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
 Las muestras son receptadas en el laboratorio.

ANEXO E


GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON CHAMBO
CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO
DIRECCION : 18 DE MARZO Y SOR MARGARITA GUERRERO
Telf. 03-2910172

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

MUESTRA N°. 055

DATOS DE LA MUESTRA

Fuente: Vertiente #2	Recolectada por: Srta Ana Ramos
Fecha de recolección: 09/11/2015	Hora: 7:30 am Fecha de análisis: 09/11/2015
Sistema de Agua Potable: Catequilla	Agua Cruda/Tratada: Cruda
Localidad: Cantón Chambo	Barrio/Comunidad: Catequilla

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	6,52
Color	Und Pt-Co	15	0
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	0,14
Temperatura	°C		15,4
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	102,3
Conductividad	µSiems/cm	-	191,4

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	0
Dureza	mg/L	500	8,7
Hierro Total	mg/L	0,3	0
Nitratos	mg/L	50	0,4
Nitritos	mg/L	3	0,002
Sulfatos	mg/L	250	0
Fosfatos	mg/L	0,3	0,99
Manganeso	mg/L	0,1	0,03
Flúor	mg/L	1,5	0,18
Amoniaco	mg/L	1	<0,05

ABREVIATURAS
LIMITE PERMISIBLE
OBSERVACIONES:

U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad
 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión) 2014-01
 Presencia de fosfatos los cual se debe a una contaminación con fertilizante
 Productos de limpieza, abonos.

RECOMENDACIÓN:

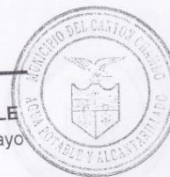
Implementar un sistema de tratamiento para garantizar la calidad y seguridad en el consumo.

ATENTAMENTE:




Ing. Maria Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE



Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
 Las muestras son receptadas en el laboratorio.

ANEXO F


GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON CHAMBO
CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO
DIRECCION : 18 DE MARZO Y SOR MARGARITA GUERRERO
Telf. 03-2910172

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 087

Fuente: Vertiente #4	Recolectada por: Srta Ana Ramos
Fecha de recolección: 23/11/2015	Hora: 7:43 am Fecha de análisis: 23/11/2015
Sistema de Agua Potable: Catequilla	Agua Cruda/Tratada: Cruda
Localidad: Cantón Chambo	Barrio/Comunidad: Catequilla

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	6,8
Color	Und Pt-Co	15	5
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	0,34
Temperatura	°C		16,2
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	103,5
Conductividad	µSiems/cm	-	194

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	0
Dureza	mg/L	500	10,1
Hierro Total	mg/L	0,3	0,03
Nitratos	mg/L	50	1,2
Nitritos	mg/L	3	0,003
Sulfatos	mg/L	250	0
Fosfatos	mg/L	0,3	0,9
Manganeso	mg/L	0,1	0,004
Flúor	mg/L	1,5	0,21
Amoniaco	mg/L	1	0,02

ABREVIATURAS

U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad

LIMITE PERMISIBLE

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión) 2014-01

OBSERVACIONES:

Presencia de fosfatos los cual se debe a una contaminación con fertilizante Productos de limpieza, abonos.

RECOMENDACIÓN:

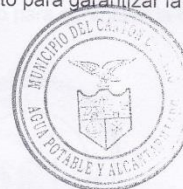
Implementar un sistema de tratamiento para garantizar la calidad y seguridad en el consumo.

ATENTAMENTE:




 Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE



Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
Las muestras son receptadas en el laboratorio.

ANEXO G

	GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON CHAMBO CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DIRECCION : 18 DE MARZO Y SOR MARGARITA GUERRERO Telf. 03-2910172
---	--

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 085

Fuente: Vertiente #2	Recolectada por: Srta Ana Ramos
Fecha de recolección: 23/11/2015	Hora: 7:34 am Fecha de análisis: 23/11/2015
Sistema de Agua Potable: Catequilla	Agua Cruda/Tratada: Cruda
Localidad: Cantón Chambo	Barrio/Comunidad: Catequilla

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	6,6
Color	Und Pt-Co	15	4
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	0,13
Temperatura	°C		16,3
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	102
Conductividad	µSiems/cm	-	191,1

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 -1,5	0
Dureza	mg/L	500	9,8
Hierro Total	mg/L	0,3	0,03
Nitratos	mg/L	50	0,8
Nitritos	mg/L	3	0,002
Sulfatos	mg/L	250	0
Fosfatos	mg/L	0,3	0,87
Manganeso	mg/L	0,1	0,001
Flúor	mg/L	1,5	0,24
Amoniaco	mg/L	1	0,01

ABREVIATURAS

U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad

LIMITE PERMISIBLE

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión) 2014-01

OBSERVACIONES:

Presencia de fosfatos los cual se debe a una contaminación con fertilizante: Productos de limpieza, abonos.

RECOMENDACIÓN:

Implementar un sistema de tratamiento para garantizar la calidad y seguridad en el consumo.

ATENTAMENTE:



Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo
Las muestras son receptadas en el laboratorio.



ANEXO J

