



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

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICA, QUÍMICA,
MICROBIOLÓGICA Y RESISTENCIA BACTERIANA DEL AGUA
DE CONSUMO HUMANO DE LA PARROQUIA PUNÍN CANTÓN
RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.”**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:

“BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA”

AUTORA: DIANA CAROLINA YUBAILLE CALUÑA

TUTORA: DRA. SANDRA ESCOBAR

RIOBAMBA-ECUADOR

2017

©2016, Diana Carolina Yubaille Caluña

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 DE LA CALIDAD FÍSICA, QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y RESISTENCIA BACTERIANA DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO DE LA PARROQUIA PUNÍN, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.”** de responsabilidad de la Señorita Diana Carolina Yubaille Caluña ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

	Firma	Fecha
Dra. Sandra Escobar DIRECTORA DE TESIS
Dra. Ana Albuja COLABORADORA DE TESIS
MIEMBRO TRIBUNAL
DOCUMENTALISTA SISBIB ESPOCH
NOTA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN ESCRITO	

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, Diana Carolina Yubaille Caluña, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi tutoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos que se han tomado de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, Diciembre del 2016

Diana Carolina Yubaille Caluña
060443939-8

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios y a la Virgen María por darme fuerza, valor, perseverancia, amor y sobre todo la dicha contar siempre con su bendición. A mis padres por darme la vida, y su apoyo incondicional, en especial a mi madre que me enseñó a luchar ante todo los obstáculos de la vida. A mis hermanos que con su ejemplo me enseñaron a ser persona de bien y que nunca hay que rendirse ante nada ni nadie. A mi esposo José Luis y mi hija Damaris que son el pilar fundamental de mi vida, que, gracias a ellos, a su apoyo y comprensión hicieron que no decaiga ante las adversidades que se presentaron a lo largo de mi vida estudiantil. A mi familia política, por su apoyo incondicional durante toda esta etapa. De manera especial dedico esta tesis a mis abuelitos Gavino y Lida que siempre me ayudaron en los buenos y malos momentos de mi vida, ya que sin su apoyo no hubiese logrado culminar esta meta, y cumplir el sueño de ser una profesional, por este motivo les dedico de todo corazón mi tesis.

Diana

AGRADECIMIENTO

A la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de la Parroquia Punín, por la apertura que me brindaron para el desarrollo del presente trabajo de investigación, en especial al Sr. Luis Escobar presidente actual de la organización, y al Sr. Franklin Carmilema, actual secretario que fue el guía de para que este proyecto tenga éxito.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo porque gracias a la enseñanza de sus docentes han hecho de mí una profesional comprometida con la sociedad.

A la Dra. Sandra Escobar por su tiempo, asesoramiento y colaboración en la dirección de este Proyecto de Tesis.

A la Dra. Anita Albuja por su colaboración, apoyo y consejos ante las adversidades presentadas.

A la Ing. Paola Arguello por su contante preocupación y colaboración durante la culminación de la mi carrera

Diana Carolina Yubaille Caluña

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

mg	miligramo
L	litro
μSiem	micro siemens
cm	centímetro
pH	potencial de hidrógeno
S.T.D	sólidos totales disueltos
mL	mililitro
N.M.P	número más probable
U.F.C	unidades formadoras de colonias
U.N.T	unidades nefelométricas de turbiedad
N.T.E	Norma Técnica Ecuatoriana
I.N.E.N	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización
O.M.S	Organización mundial de la salud
G.A.D.P	Gobierno autónomo descentralizado Parroquial
V1O1	ojo de agua
T.R	tanque reservorio

ÍNDICE

DECLARACION DE AUTENTICIDAD.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	vi
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	4
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
CAPITULO I	
MARCO TEORICO	7
1.2. Agua e importancia	7
1.3. Tipos de agua en la naturaleza.....	8
1.3.1. Agua superficie	8
1.3.2. Agua subterránea.....	9
1.4. Calidad del agua de consumo humano	9
1.4.1. Calidad microbiológica.....	9
1.4.2. Calidad química del agua	10
1.5. Factores que contaminan el agua de consumo humano	11
1.6. Fuentes de contaminación	12
1.7. Contaminación microbiológica.....	13
1.8. Contaminación química	13
1.9. Contaminación radiológica.....	14
1.10. Microorganismos presentes en el agua	14
1.10.1. Bacterias.....	14
1.10.2. Virus	15
1.10.3. Parásitos	15
1.11. Enfermedades transmitidas por microorganismos presentes en el agua	16
1.12. Resistencia bacteriana.....	16
1.13. Mecanismos de resistencia a los antisépticos y desinfectantes.....	18
1.14. Mecanismos de resistencia bacteriana adquirida	18
CAPITULO II	
2. MARCO METODOLÓGICO	19

2.1.	Tipo de investigación.....	19
2.2.	Población de estudio y localización de los puntos de muestreo	19
2.3.	Flujograma de trabajo	20
2.3.1.	Técnica de muestreo.....	22
2.4.	Análisis de muestra	23
2.4.1.	Análisis físico	23
2.4.1.1.	Color	23
2.4.1.2.	Sólidos disueltos	24
2.4.1.3.	Conductividad.....	24
2.4.1.4.	Turbiedad	24
2.4.2.	Análisis químico	26
2.4.2.1.	pH.....	26
2.4.2.2.	Nitritos	26
2.4.3.	Análisis microbiológico	29
2.4.3.1.	Petri film	29
2.5.	Resistencia bacteriana.....	32
2.6.	Procedimiento para el análisis parasitológico.....	33
CAPÍTULO III		
3.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	34
3.1.	Resultados	34
3.2.	Datos experimentales	34
3.2.1.	Diagnóstico.....	34
3.3.	Datos.....	34
3.3.1.	Caracterización del agua	34
3.4.	PRUEBAS FÍSICAS	35
3.4.1.	Análisis de los resultados obtenidos para el parámetro color	36
3.4.2.	Análisis de los resultados obtenidos para el parámetro turbidez	38
3.4.3.	Análisis de los resultados obtenidos para el parámetro STD	40
3.4.4.	Análisis de los resultados obtenidos para el parámetro conductividad.....	42
3.5.	PRUEBAS QUÍMICAS.....	43
3.5.1.	Análisis de los resultados obtenidos para el parámetro pH.....	44
3.5.2.	Análisis de los resultados obtenidos para el parámetro nitratos	46
3.5.3.	Análisis de los resultados obtenidos para el parámetro nitritos	48
3.5.4.	Análisis de los resultados obtenidos para el parámetro flúor	50
3.6.	Resultados de análisis microbiológico para Coliformes totales y fecales.....	51
3.6.1.	Análisis de resultados obtenidos para el parámetro microbiológico	51
3.6.2.	Análisis de los resultados obtenidos para Coliformes fecales por NMP	53

3.7.	Resultados del análisis parasitológico	53
3.7.1.	Análisis de los resultados parasitológico	54
3.8.	Resultados de la resistencia de bacterias.....	55
3.8.1.	Análisis de resultados de la resistencia de bacterias.....	55
CONCLUSIONES.....		56
RECOMENDACIONES.....		58
BIBLIOGRAFIA.....		59

INDICE DE IMÁGENES

Figura 1-1.	Distribución del agua en el planeta	8
Figura 2-1.	Requisitos microbiológicos	10
Figura 3-1.	Requisitos físicos y químicos	11
Figura 1 -2.	Vertiente. Punto de muestreo.....	19
Figura 2-2.	Localización de los puntos de muestreo	20
Figura 3 -2.	Esquema del procedimiento de análisis	21
Figura 4-2.	Técnica de muestreo.....	22
Figura 5-2.	Viviendas punto de muestreo	23
Figura 6 -2.	Procedimiento para medición de parámetros físicos.	25
Figura 7 -2.	Procedimiento para medición de parámetros químicos	28
Figura 8 -2.	Procedimiento para medición del parámetro microbiológico por método petrifilm.....	30
Figura 9-2.	Procedimiento para medición del parámetro microbiológico por el método NMP....	31
Figura 10 -2.	Procedimiento para el análisis de la resistencia de bacterias frente a antibióticos	32
Figura 11 -2.	Procedimiento para determinación de parásitos.....	33

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Enfermedades transmitidas por bacterias	16
Tabla 1 -2. Método de muestreo	20
Tabla 1-3. Resultados de análisis del parámetro color del agua de consumo humano de la parroquia Punín	35
Tabla 2-3. Porcentajes de cumplimiento del color de las muestras frente norma NTE INEN 1108	35
Tabla 3-3. Resultados de análisis del parámetro turbiedad del agua de consumo humano de la parroquia Punín	37
Tabla 4-3. Porcentajes de cumplimiento de la turbiedad de las muestras frente norma NTE INEN 1108.....	37
Tabla 5-3. Tabla de resultados de análisis del parámetro STD del agua de consumo humano de la parroquia Punín.....	38
Tabla 6-3. Porcentajes de cumplimiento de STD de las muestras frente norma NTE INEN 1108	39
Tabla 7-3. Resultados de análisis del parámetro conductividad del agua de consumo humano de la parroquia Punín.....	40
Tabla 8-3. Porcentajes de cumplimiento de la conductividad de las muestras frente norma NTE INEN 1108.....	41
Tabla 9-3. Tabla de resultados de análisis del parámetro pH del agua de consumo humano de la parroquia Punín.	43
Tabla 10-3. Porcentajes de cumplimiento del pH de las muestras frente norma NTE INEN 1108	43
Tabla 11-3. Resultados de análisis del parámetro nitratos del agua de consumo humano de la parroquia Punín.	45
Tabla 12 -3. Tabla de Porcentajes de cumplimiento de nitratos de las muestras frente norma NTE INEN 1108.....	45
Tabla 13-3. Resultados de análisis del parámetro nitritos del agua de consumo humano de la parroquia Punín.	47
Tabla 14-3. Porcentajes de cumplimiento nitritos de las muestras frente norma NTE INEN 1108	47
Tabla 15-3. Resultados de análisis del parámetro flúor del agua de consumo humano de la parroquia Punín.	49
Tabla 16-3. Porcentajes de cumplimiento de flúor de las muestras frente norma NTE INEN 1108	49

Tabla 17 -3. Crecimiento de bacterias por método del NMP del agua.....	52
Tabla 18-3. Resultado del porcentaje de presencia o ausencia de parásitos.....	53
Tabla 19 -3 Resultado de análisis de Coliformes totales por petrifilm.....	63

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1 -3. Porcentaje de muestras dentro y fuera de la norma para color	36
Gráfico 2 -3. Porcentaje de muestras dentro y fuera de la norma par Turbidez	38
Gráfico 3-3. Porcentaje de muestras dentro y fuera de la norma para STD.....	40
Gráfico 4 -3. Porcentaje de cumplimiento con la norma para conductividad	42
Gráfico 5-3. Porcentaje de muestras dentro y fuera de la norma para pH	44
Gráfico 6-3. Porcentaje de muestras dentro y fuera de la norma para nitratos.....	46
Gráfico 7-3. Porcentaje de muestras dentro y fuera de la norma para nitritos	48
Gráfico 8-3. Porcentaje de muestras dentro y fuera de la norma para fluoruros	50
Gráfico 9-3. Cuantificación de colonias de Coliformes fecales por Petrifilm.....	51
Gráfico 10-3. Resultados de NMP	52
Gráfico 11-3. Porcentaje de presencia o ausencia de parásitos	54
Gráfico 12-3. Porcentaje de sensibilidad a los diferentes antibióticos	55

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad física, química, microbiológica del agua de consumo humano de la parroquia Punín, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, a cargo de la Junta Administradora de Agua y Alcantarillado Punín. Siguiendo la norma NTE INEN 1108:2014 “Agua potable. Requisitos”, para poder verificar la calidad del agua que consume esta parroquia rural. En cada uno de los puntos de muestreo se realizó el análisis de parámetros físico-químico, microbiológicos de la red de distribución, en los cuales se analizaron color, sólidos disueltos, conductividad, turbidez, pH, nitritos, nitratos, flúor, Coliformes fecales, usando métodos como: Espectrofotometría, Petrifilm, y el Número Más Probable; en cuanto a determinación de parásitos se usó 2 métodos la centrifugación y flotación por saturación. También se estudió la resistencia microbiana de *Escherichia coli*, bacteria que fue aislada y purificada. De estos parámetros los resultados para análisis físicos, fueron el color con un promedio de 29,67 (Pt-Co), para turbidez un promedio de 4,79 NTU, y el 31% de muestras en STD no cumplen con la norma vigente, en cuanto a los resultados microbiológicos se observó en promedio para Coliformes totales 22 UFC/mL, para Coliformes fecales 9 UFC/ mL por el método Petrifilm, mientras que por el método NMP el 92% de las muestra presenta un valor de 1.1 NMP/ 100 mL, y el 8% un valor de 2,6 1.1 NMP/ 100 mL, determinando una evidente contaminación fecal. En cuanto al análisis parasitológico se encontró la prevalencia en un 54% de *Entamoeba coli*, 39% *Entamoeba histolytica*, 23% *Chilomastix mesnili*, y 23% *Ascaris lumbricoide*, y el 8% *Giardia lamblia*. Además se evaluó la resistencia bacteriana de *Escherichia coli* frente a 12 discos de sensibilidad, caracterizando a la bacteria resistente en un 100% a Ampicilina, con un 67% a Penicilina y un 6% a Amikacina y medianamente sensible a Nitrofurantoina y Amoxicilina + Ácido clavulánico por lo que se recomienda realizar un tratamiento del agua con hipoclorito de calcio 65%, además de realizar una correcta captación en sus respectivas vertientes de agua.

PALABRAS CLAVE: <TECNOLOGIA Y CIENCIAS DE LA INGENIERIA >, <MICROBIOLOGÍA DEL AGUA>, <CALIDAD DEL AGUA>, <RESISTENCIA>, <PUNÍN (PARROQUIA)>, <RIOBAMBA(CANTON)>, <CHIMBORAZO(PROVINCIA)>.

SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the physical, chemical and microbiological quality of water for human consumption in the Punin parish, Riobamba canton, province of Chimborazo, by the Punin Water and Sewage Administration Board. Following the norm NTE INEN 1108:2014 "Drinking water. Requirements", in order to verify the quality of the water consumed in this rural parish. In each of the sampling points, physical-chemical, microbiological parameters of the distribution network were analyzed, including parameters such as (color dissolved solids, conductivity, turbidity, pH, nitrites, nitrates, fluoride, Fecal coliforms), using methods such as (Spectrophotometry, Petrifilm, and Probable Number), in terms of parasite determination, two methods were used: centrifugation and saturation flotation. Also the microbial resistance of physical parameters was studied, were the color with an average of 29,67 (Pt-Co), for turbidity and average of 4,79 NTU, and 31% of samples in STD, did not comply with the current norm, in terms of microbiological results, was observed on average for total coliforms 22 CFU/mL, for fecal coliforms 9 CFU/mL by the Petrifilm method, and by the NMP method the 92% of the samples has a value of 1.1 NMP / 100 mL, and 8% a value of 2.6 1.1 NMP / 100 mL, determining an obvious fecal contamination. As for the parasitological analysis, the prevalence was found in 54% of *Entamoeba coli*, 39% *Entamoeba histolytica*, 23% *Chilomastix mesnili*, 23% *Ascaris lumbricoide*, and 8% *Giardia lamblia*. In addition, the bacterial resistance of *Escherichia coli* was evaluated against sensitivity disc, characterized by bacteria resistant 100% to Ampicillin, 67% to Penicillin and 6% to Amikacin and moderately sensitive Nitrofurantoin and Amoxicillin + clavulanic acid. So it is recommended to perform a treatment of water with 65% calcium hypochlorite in addition to making a correct uptake in their respective eyes of water.

KEYWORDS: <ENGINEERING TECHNOLOGY AND SCIENCES >, <WATER MICROBIOLOGY>, <WATER QUALITY>, < RESISTANCE>, <PUNÍN (PARISH) >, <RIOBAMBA (CANTON)>, <CHIMBORAZO (PROVINCE) >.

INTRODUCCIÓN

Las dolencias relacionadas con el agua son una de las causas más comunes de enfermedad y de muerte, estas afectan principalmente a los pobres en los países en desarrollo. Las enfermedades transmitidas por el agua que originan diarreas son causadas por beber agua contaminada; las enfermedades transmitidas por vectores (por ejemplo la malaria o la esquistosomiasis) provienen de insectos y caracoles que se reproducen en ecosistemas acuáticos (UNESCO, 2003, p. 11).

Según datos obtenidos por la Organización de las Naciones Unidas en el año 2000, la tasa de mortalidad estimada por diarreas relacionadas con la falta de sistemas de saneamiento o de higiene y por otras enfermedades relacionadas con el saneamiento del agua (esquistosomiasis, tracoma, infecciones intestinales por helmintos) fue de 2.213.000 personas. Más de 2.000 millones de personas quedaron infectadas en el mundo por esquistosomas y helmintos transmitidos por el suelo, de las cuales 300 millones sufrieron una enfermedad grave. La mayoría de los afectados por mortalidad y morbilidad relacionadas con el agua son niños menores de cinco años. Actualmente, 1.100 millones de personas carecen de instalaciones necesarias para abastecerse de agua y 2.400 millones no tienen acceso a sistemas de saneamiento.

En el Ecuador en cuanto a índices de Morbilidad Infantil apuntan a un 9% por “Diarrea y gastroenteritis por origen infeccioso” según el INEC 2013, una de las razones puede ser agua contaminada, ya que al ser considerado el líquido vital para todo ser vivo, además es el principal transporte de microorganismos.

A nivel rural la captación y distribución del agua se limita a entubarla desde su origen, esto se puede deber a la falta de recursos económicos y a la falta de información técnica hacia las autoridades encargadas de la administración del agua, distribuyéndose agua sin tratamiento previo como es el caso de la parroquia Punín.

El agua de consumo humano superficial y subterránea puede presentar predisposición a contaminación debido a múltiples factores, convirtiéndose en un problema de importancia en países en desarrollo. El principal problema de contaminación del agua se debe al arrastre de material fecal de animales de sangre caliente incluido el hombre hacia los acuíferos, debido a factores climáticos sea por lluvia, viento, otro problema es las conexiones de captación, los tanques de recolección, y la tubería de distribución domiciliaria, así como las condiciones de almacenamiento.

El acceso a agua de calidad es un derecho universal, es decir agua que cumpla con los requisitos establecidos por la norma, como NTE INEN 1108, la población se ve amparada a leyes como: Ley de aguas para el Buen Vivir “Sumak Kawsay”, Ley Orgánica de Salud, también se encuentra considerado dentro de las Metas de Desarrollo del Milenio, ya que se considera como uno de los recursos fundamentales para el cumplimiento de los objetivos del milenio.

La Parroquia Punín, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, cuenta con el suministro de agua que abastece a 5980 habitantes según el último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) 2010, mediante un sistema de agua entubada por red pública, que provienen de 6 ojos de agua, ubicados en las comunidades Shaguil, Bacún, Chulcunag, Agua Azul que se recolectan y almacenan en tanques, que son distribuidos a la población sin tratamiento alguno, por lo que no se conoce la calidad del agua que se consume en esta parroquia, principalmente la calidad microbiológica, pudiendo ser los portadores de enfermedades, por lo que no se puede catalogar como agua apta para el consumo.

Al realizar el análisis de la calidad de agua de dicha parroquia, a nivel de toda la red de distribución, se pudo determinar parámetros físicos, químicos, microbiológicos, y parasitológica del agua que consumen 5980 habitantes, logrando con este proyecto, informar a las autoridades de la Junta Administradora de Agua, proponiendo que se trabaje con los entes encargados de velar por la calidad del agua que se está distribuyendo la población.

Los resultados de la investigación se compararon con la norma NTE INEN 1108:2014 “Agua potable. Requisitos”, los mismos que sirvieron para sacar conclusiones sobre la calidad de agua. En cuanto a la resistencia bacteriana se logró aislar *Escherichia coli* bacteria causante de enfermedades infecciosas, en la población de la parroquia Punín se presentaron casos de resistencia a la Ampicilina que se envía comúnmente para tratar las infecciones intestinales, información vertida por el señor secretario de la Junta de Agua.

Se realizó un muestreo por triplicado según lo establece la norma NTE INEN 1105:1983 “Aguas. Muestreo para examen microbiológico”, la NTE INEN 2176:1998 “Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo” y la NTE INEN 2169:1998 “Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y Conservación de muestras” de 19 puntos de muestreo, 6 vertientes de agua, 4 tanques reservorios, y 9 domicilios escogidos al azar, estas muestras se analizaron siguiendo métodos estandarizados para cada uno de los parámetros a analizar.

En base a los resultados obtenidos en esta investigación se socializó con las autoridades de la junta de agua potable de la parroquia Punín logrando que se comprometan a trabajar con los entes pertinentes como el Ilustre Municipio de Riobamba, para la implementación de un sistema de cloración para que se pueda mejorar la calidad del agua que aquí se consume.

ANTECEDENTES

Según lo explica la (OMS, 2006a: p.11) existen un amplio número de enfermedades producidas por la contaminación del agua consumo, y provoca gran repercusión en la salud del ser humano. Actualmente, existen descritas más de 20 enfermedades relacionadas con la calidad del agua, algunas de ellas con alto impacto en términos de morbilidad y mortalidad. (Sanches et al, 2000a: p.398)a

Al ser el líquido vital, se debe proveer de un suministro satisfactorio (suficiente, inocuo y accesible), sin dejar atrás las vulnerabilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su vida. Las personas que presentan mayor riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua son los lactantes y los niños de corta edad, las personas debilitadas o que viven en condiciones antihigiénicas y los ancianos.(OMS, 2004b: p.11)

En las zonas rurales los principales problemas de disponibilidad del agua son el desabasto y su falta de potabilización, ya que el agua proviene de manantiales, ríos, arroyos, ojos de agua u otro tipo de fuentes naturales superficiales expuestas a la contaminación debido a la exposición y arrastre de partículas orgánicas e inorgánicas, y depende también de la infraestructura de redes de almacenamiento y distribución de agua; los aspectos culturales y socioeconómicos (Sanches et al, 2000b: p.398)

Alrededor de todo el mundo se realizan innumerables análisis sobre la calidad físico-química y microbiológica de agua de consumo humano, tanto para agua potable como agua subterránea, debido a que se debe priorizar la inocuidad de la misma. (Tierra,2015a: p.4)

Es así que en México (Pacheco, et al, 2004a, p.165) analizaron la calidad agua subterránea en el estado de Yucatán, la cual presenta calidad química aceptable, calidad microbiológica se la califica como no aceptable debido a que las muestras presentaron recuentos elevados de microorganismos mientras que en la Chiapas donde se probó la relación del agua con diarreas y enteroparasitosis en niños de 1 a 14 años, se demostró que la calidad bacteriológica del agua y las enfermedades diarreicas no presentan asociación y solo el 31% de las muestras de agua poseen una mala calidad bacteriológica. (Sanches et al, 2000c: p.397)

A nivel de Sudamérica, también se analiza la calidad de agua, en investigaciones realizadas en Colombia se encontró *E. coli*, coliformes totales y la ausencia de cloro residual libre, en algunos municipios de este país, los resultados más relevantes se reportó en la zona rural. La calidad del agua tuvo una mayor correlación con la mortalidad infantil, constatándose así su importancia para la salud de la población infantil (Guzmán et al, 2015, p.177).

En el 2013 en Maracaibo, Venezuela, se analizó la calidad de agua potable envasada donde se encontró aerobios mesófilos, coliformes totales, coliformes fecales, y *Pseudomonas aeruginosa*, dando a conocer que aunque se encuentre envasada no cumple con la calidad e inocuidad. (Benítez et al, 2013, p.17)

A nivel de Ecuador han analizado en diferentes provincias muestras de agua potable y subterránea. En la provincia de Chimborazo, parroquia San Luis (Tierra, 2015b, p.11), analiza la calidad del agua, donde demostró que cumple con parámetros de calidad física y química, mientras que no cumple con los parámetros microbiológicos, ya que se encontró coliformes fecales, por lo tanto fueron calificadas como no aptas para el consumo, en el cantón Santa Isabel, provincia del Azuay la investigación realizada por (Piñas, 2015, p.14), determinó la calidad microbiológica del agua potable cumple con los requisitos, mientras que los parámetros físicos, color y turbiedad, deben ser corregidos, debido a la mala dosificación. En el cantón Cotacachi provincia de Imbabura (Reascos y Yar, 2010a, p.15), analizaron los parámetros físico-químicos y microbiológicos, durante la época seca y lluviosa, donde las muestras cumplen con la calidad física y química a diferencia de los análisis microbiológicos que en su mayoría se encuentran contaminados por coliformes fecales y coliformes totales.

JUSTIFICACIÓN

La parroquia Punín se encuentra abastecido de un caudal de agua suficiente para cubrir las necesidades de este líquido vital, pero no tienen conocimiento de la calidad de la misma, la cual es distribuida por tuberías que tienen más de 20 años de instaladas en este sistema, además no posee un buen sistema de captación del agua de los acuíferos ubicados en lugares conocidos como: Shaguil, Agua azul, Chulcunag, Bacún, cada uno con su respectivo tanque reservorio.

Punín, al ser una parroquia rural Cantón Riobamba, no cuenta con los recursos económicos necesarios, mucho menos cuenta con un buen sistema de agua potable para los pobladores, por lo que se planteó este proyecto con el fin de analizar, y socializar los resultados sobre la calidad del agua que se está consumiendo y por ende mejorar la calidad de vida de la población; mediante el análisis físico, químico, microbiológico, parasitológico, y resistencia de bacterias, sabiendo que

la mala calidad del agua se puede deber a el manejo del sistema, cómo se pudo observar durante el reconocimiento del sistema desde la captación, almacenamiento y distribución del agua de consumo de esta parroquia, encontrándose falencias en la captación ya que el agua se recoge directamente con tubos desde la pared de tierra, incluso pasa por madera en descomposición, y se recoge en pequeños tanques improvisados, abiertos al ambiente, y por ende están sujetos a contaminación.

Mientras que los tanques de almacenamiento que llegaba de Chulcunag, y Bacùn, se encontraban con tierra que era arrastrada por el agua y no se almacena el agua por lo que se distribuye directamente a la población, solo 1 de los tanques se encontró en buen estado este contaba con arenero en el que se logra disminuir algo de la tierra que venía desde la vertiente. Las tuberías tienen 15 a 20 años de uso, mientras que en los domicilios de encontró malas instalaciones y llaves oxidadas sucias etc., estos factores son perjudiciales para la salud de los pobladores ya que pueden dar paso a enfermedades ya sea de índole bacteriano, parasitario y viral.

Debido a esto se propone investigar la calidad del agua de consumo de la parroquia para lo cual se plantearon los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

Analizar la calidad física, química, y microbiológica del agua que consumen los habitantes de la Parroquia Punín del Cantón Riobamba Provincia de Chimborazo y análisis de la resistencia bacteriana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recolectar muestras de agua de consumo humano del sistema de distribución parroquia Punín, para realizar los diferentes análisis.
- Analizar los parámetros físicos del agua de consumo (conductividad, solidos totales, turbiedad) según lo establece la NTE INEN 1108 Quinta revisión 2014-01.
- Determinar sus características químicas (pH, nitritos, nitratos, flúor) según lo establece la NTE INEN 1108 Quinta revisión 2014-01.
- Analizar la calidad microbiológica y parasitológica del agua de consumo humano de la parroquia según lo establece la NTE INEN 1108 Quinta revisión 2014-01.

- Determinar la resistencia microbiana de bacterias aisladas en el agua de consumo humano de la parroquia Punín.
- Socializar y concientizar con las autoridades de la junta administradora de agua en base a los resultados obtenidos en la investigación.
- Realizar promoción y prevención de la salud en base a los resultados obtenidos.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1. Definiciones

Agua potable: Agua que cumple con los requisitos físicos, químicos y radioactivos y microbiológicos que aseguran la inocuidad y aptitud para el consumo humano. (Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2007a: p.21)

Coliformes totales: Grupo de bacterias aerobias y anaerobias facultativas Gram negativo, no formadoras de esporas, que fermentan la lactosa con producción de gas a $35^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ dentro de 48 h de acuerdo (Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2007a: p.21)

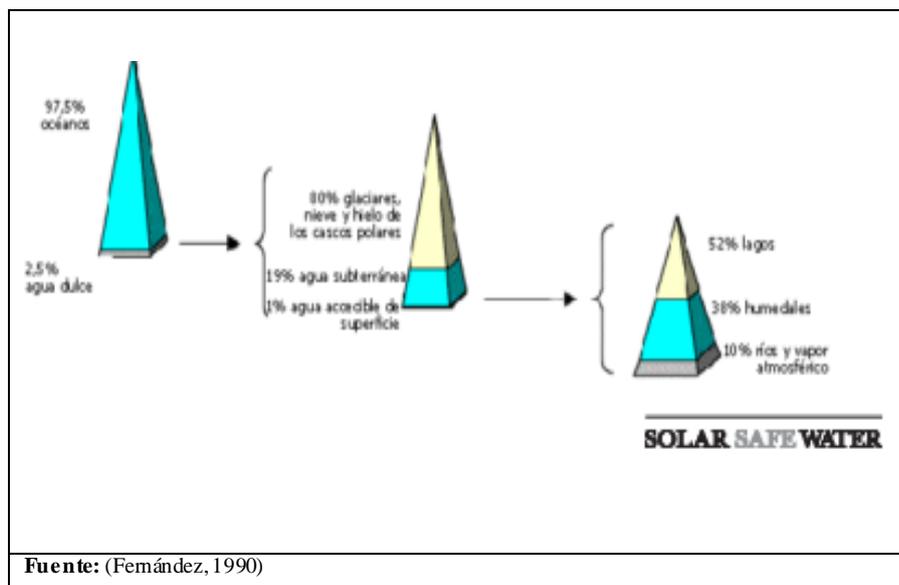
Técnica de tubos múltiples: método cuantitativo para estimar la concentración de bacterias presentes en el agua, mediante la inoculación de una serie de tubos en concentraciones decimales decrecientes de la muestra, en un medio de cultivo adecuado, las cuales se incuban en condiciones de tiempo y temperatura determinados (Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2007a: p.21)

1.2. Agua e importancia

El agua es esencial para la vida y todas las personas deben disponer de un suministro satisfactorio (suficiente, inocuo y accesible). La mejora del acceso al agua potable puede proporcionar beneficios tangibles para la salud. Debe realizarse el máximo esfuerzo para lograr que la inocuidad del agua de consumo sea la mayor posible. (OMS, 2006c: p.11)

La distribución de agua dulce en el planeta no es equitativa. Aunque muchas regiones cuenten aún con agua suficiente para cubrir las necesidades de cada individuo, se requiere que ésta sea manejada y usada adecuadamente. (Fernández, 1990a: p.17)

Figura 1-1. Distribución del agua en el planeta



El mayor porcentaje de agua se utiliza en todos los países con fines agrícolas, a excepción de Colombia en el que el uso doméstico es el más importante. Por otra parte, se observa una tendencia de aumento de la superficie bajo riego en las últimas dos décadas. Este hecho está ligado al aumento poblacional y la necesidad de su alimentación. (Fernández, 1990b: p. 20)

1.3. Tipos de agua en la naturaleza

América del Sur produce alrededor del 26% de los recursos hídricos mundiales. Tiene una moderna red hidrológica con cerca de 6.000 estaciones. El promedio de precipitaciones es de 1.600 mm por año. Las precipitaciones pueden ser muy escasas (20 mm/año en el desierto de Atacama) o muy abundantes (4.000 mm en los Andes al Sur de Chile). El Amazonas es el mayor río del mundo, pero el Río de la Plata, el Orinoco, el Paranaíba y el San Francisco también son muy importantes. La descarga promedio en América del Sur para el período 1921-1985 se estimó en 12.000 km³ por año. Hay acuíferos, lagos y reservorios muy grandes y productivos pero la alta densidad de población en ciertas zonas y la falta de tratamiento de los vertidos urbanos causan problemas de contaminación. (Fernández, 1990c, p.19)

1.3.1. Agua superficial

Las fuentes de agua superficial son eje de desarrollo de los seres humanos que permiten el abastecimiento para las diferentes actividades socioeconómicas llevadas a cabo en los asentamientos poblacionales. (Torres et al, 2009a, p.82)

Según (Reascos y Yar 2010b) Califica al agua superficial como el agua que viaja o se almacena sobre el suelo. Esto sería el agua que está en ríos, los lagos, las corrientes, los depósitos, aún en los océanos (aunque no podamos beber el agua salada).

1.3.2. Agua subterránea

Se la define como el agua subsuperficial que se encuentra en la parte inferior del nivel freático en suelos y formaciones geológicas completamente saturadas. (Tierra, 2015c, p.8)

Un acuífero es una formación geológica del subsuelo, constituida por rocas permeables que almacena agua en sus poros o fracturas. Otro concepto describe un acuífero simplemente como un material geológico capaz de servir como depósito y transmisor del agua allí almacenada. (Fernández, 1990e: p.20)

1.4. Calidad del agua de consumo humano

La valoración de la calidad del agua puede ser entendida como la evaluación de su naturaleza química, física y biológica en relación con la calidad natural, los efectos humanos y usos posibles. (Torres et al., 2009b:)

El agua de consumo inocua (agua potable), no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes vulnerabilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su vida. El agua potable es adecuada para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal. (OMS, 2006d, p.11)

1.4.1. Calidad microbiológica

La verificación de la calidad microbiológica del agua por lo general incluye análisis microbiológicos. En la mayoría de los casos, conllevará el análisis de microorganismos indicadores de contaminación fecal, pero también puede incluir, en algunas circunstancias, la determinación de las concentraciones de patógenos específicos. La verificación de la calidad microbiológica del agua de consumo puede realizarla el proveedor, los organismos responsables de la vigilancia o una combinación de ambos (OMS, 2006e, pp.32-33).

La verificación conlleva el análisis del agua de origen, del agua inmediatamente después de ser tratada, del agua en los sistemas de distribución o del agua almacenada en los hogares. La

verificación de la calidad microbiológica del agua de consumo incluye el análisis de la presencia de *Escherichia coli*, un indicador de contaminación fecal. No debe haber presencia en el agua de consumo de *Escherichia coli* ya que constituye una prueba concluyente de contaminación fecal reciente. Los virus y protozoos entéricos son más resistentes a la desinfección; por tanto, la ausencia de *E. coli* no implica necesariamente que no haya presencia de estos organismos. En ciertos casos, puede ser deseable incluir en los análisis microorganismos más resistentes, como bacteriófagos o esporas bacterianas, por ejemplo cuando se sabe que el agua de origen que se usa está contaminada con virus y parásitos entéricos, o si hay una incidencia alta de enfermedades virales y parasitarias en la comunidad. (OMS, 2006f, p.33)

La calidad del agua puede variar con gran rapidez y todos los sistemas pueden presentar fallos ocasionales. Por ejemplo, la lluvia puede hacer aumentar en gran medida la contaminación microbiana en aguas de origen, y son frecuentes los brotes de enfermedades transmitidas por el agua después de periodos de lluvias. Esta circunstancia debe tenerse en cuenta a la hora de interpretar los resultados de los análisis. (OMS, 2006g, p.33)

Figura 2-1. Requisitos microbiológicos

Requisitos microbiológicos	
	Máximo
Coliformes fecales ⁽¹⁾ :	
- Tubos múltiples NMP/100 ml ó	< 1,1 *
- Filtración por membrana UFC/ 100 ml	< 1 **
<i>Cryptosporidium</i> , número de ooquistes/100 litros	Ausencia
<i>Giardia</i> , número de quistes/100 litros	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	

Fuente: NORMA NTE INEN 1108

1.4.2. Calidad química del agua

La evaluación de la idoneidad de la calidad química del agua de consumo se basa en la comparación de los resultados de los análisis con los valores de referencia. En el caso de los aditivos (sustancias procedentes en su mayoría de los materiales y productos químicos utilizados en la producción y distribución del agua de consumo), la atención se centra en el control directo de la calidad de estos productos. Los procedimientos de análisis cuyo objeto es controlar la presencia de aditivos en el agua de consumo suelen determinar sus concentraciones en el agua y

tener en cuenta su evolución para calcular un valor que puede compararse con el valor de referencia. (OMS, 2006h, p.33) .

Los productos químicos que pueden estar presentes en el agua de consumo sólo constituyen un peligro si se produce una exposición prolongada; sin embargo, algunos pueden producir efectos peligrosos tras múltiples exposiciones en un periodo corto. Si la concentración del producto químico en cuestión sufre grandes fluctuaciones, es posible que incluso una serie de resultados analíticos no permita determinar ni describir completamente el riesgo que supone para la salud pública (por ejemplo, los nitratos, que se asocian con la metahemoglobinemia en lactantes alimentados con biberón). Para controlar estos peligros, es preciso conocer los factores causantes como el uso de fertilizantes en la agricultura y la evolución de las concentraciones detectadas, ya que pueden indicar un posible problema importante en el futuro. (OMS, 2006i, p.33)

Figura 3-1. Requisitos físicos y químicos

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	0,5
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
Manganeso, Mn	mg/l	0,4
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃	mg/l	50
Nitritos, NO ₂	mg/l	0,2
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,1
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,01
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 radionucleidos: ²¹⁰ Po, ²²⁴ Ra, ²²⁶ Ra, ²³² Th, ²³⁴ U, ²³⁸ U, ²³⁹ Pu ** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ⁶⁰ Co, ⁸⁹ Sr, ⁹⁰ Sr, ¹²⁹ I, ¹³¹ I, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ²¹⁰ Pb, ²²⁸ Ra		
Fuente: NORMA NTE INEN 1108		

1.5. Factores que contaminan el agua de consumo humano

En general, las aguas superficiales están sometidas a contaminación natural (arrastre de material particulado y disuelto y presencia de materia orgánica natural MON) y de origen antrópico

(descargas de aguas residuales domésticas, escorrentía agrícola, efluentes de procesos industriales, entre otros). (Torres et al, 2009c:)

El mayor impacto sobre la salud pública se da través de los sistemas de abastecimiento de agua; la alteración de las características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas de la fuente de abastecimiento incide directamente sobre el nivel de riesgo sanitario presente en el agua, el cual se define como el riesgo de transportar agentes contaminantes que puedan causar enfermedades de origen hídrico al hombre y los animales o alterar el normal desempeño de las labores dentro del hogar o la industria (Torres et al, 2009d:)

El riesgo es el resultado de comparar la vulnerabilidad de la población frente a una amenaza o factores de riesgo, y puede clasificarse como agudo o crónico; el riesgo agudo está relacionado con la posibilidad de enfermarse a muy corto plazo con dosis infecciosas bajas del contaminante como la contaminación microbiológica, y el riesgo crónico está relacionado con la presencia de contaminantes de naturaleza química como compuestos orgánicos e inorgánicos que afectan la salud del ser humano después de largos períodos de exposición. El riesgo agudo es prioridad para su control, debido al gran impacto que puede causar sobre la salud de la población; el riesgo crónico es segunda prioridad en sistemas de abastecimiento expuestos a contaminación microbiológica severa. (Torres et al, 2009e, p.)

1.6. Fuentes de contaminación

Contaminación es la acción y efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica. Dado que el agua rara vez se encuentra en estado puro, la noción de contaminante del agua comprende cualquier organismo vivo, mineral o compuesto químico cuya concentración impida los usos benéficos del agua. (Mejía, 2005, p.8)

La contaminación de las aguas puede proceder de fuentes naturales o de actividades humanas. En la actualidad la más importante, sin duda es la provocada por el hombre, debido a que es un fenómeno ambiental, se inicia desde los primeros intentos de industrialización, para transformarse en un problema generalizado, a partir de la revolución industrial, iniciada a comienzos del siglo XIX. (Reascos y Yar, 2010d)

La contaminación del agua subterránea, aunque es menor que la del agua superficial, se debe especialmente a la agricultura, al arrastrar el agua infiltrada numerosos compuestos químicos

utilizados como fertilizantes o abonos, o también productos fitosanitarios para la lucha contra las enfermedades y plagas, o incluso por regar con agua salada o salobre, aceites de petróleo, mala disposición de la basura, otros compuestos y se ha convertido también en una preocupación en los países industrializados y de todos. (Reascos y Yar, 2010e:)

El peligro más común y más difundido relativo al agua es el de su contaminación directa o indirecta de las excretas del hombre o animales. Entre los agentes patógenos que pueden estar presentes se encuentran: virus, bacterias, protozoos y helmintos que difieren en tamaño, estructura y composición, lo que implica que su supervivencia en el ambiente y resistencia a los procesos de tratamiento difieren significativamente (Tacuri y Veintimilla, 2012a:)

Las enfermedades causadas por la mala calidad del agua de consumo humano son frecuentes en todo el mundo, ellas ocurren por diferentes causas como la falta de un tratamiento correcto del agua o por contaminación en las redes de distribución (Vidal et al. 2009, p.1738)

Existen varios tipos de contaminación que puede sufrir el agua durante su proceso, de distribución, entre las que nombramos las siguientes:

1.7. Contaminación microbiológica

En términos generales, los mayores riesgos microbianos son los derivados del consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales (incluidos los de las aves). Los excrementos pueden ser fuente de patógenos, como bacterias, virus, protozoos y helmintos. Los patógenos fecales son los que más preocupan a la hora de fijar metas de protección de la salud relativas a la inocuidad microbiana. Se producen con frecuencia variaciones acusadas y bruscas de la calidad microbiológica del agua. Pueden producirse aumentos repentinos de la concentración de patógenos que pueden aumentar considerablemente el riesgo de enfermedades y pueden desencadenar brotes de enfermedades transmitidas por el agua. Además, pueden exponerse a la enfermedad numerosas personas antes de que se detecte la contaminación microbiana. Por estos motivos, para garantizar la inocuidad microbiana del agua de consumo no puede confiarse únicamente en la realización de análisis del producto final, incluso si se realizan con frecuencia. (OMS, 2006j: p.12)

1.8. Contaminación química

Los riesgos para la salud asociados a los componentes químicos del agua de consumo son distintos de los asociados a la contaminación microbiana y se deben principalmente a la capacidad de los

componentes químicos de producir efectos adversos sobre la salud tras periodos de exposición prolongados. Pocos componentes químicos del agua pueden ocasionar problemas de salud como resultado de una exposición única, excepto en el caso de una contaminación masiva accidental de una fuente de abastecimiento de agua de consumo. Además, la experiencia demuestra que en muchos incidentes de este tipo, aunque no en todos, el agua se hace imbebible, por su gusto, olor o aspecto inaceptables. (OMS, 2006k: pp.14-15)

1.9. Contaminación radiológica

También debe tenerse en cuenta el riesgo para la salud asociado a la presencia en el agua de consumo de radionúclidos de origen natural, aunque su contribución a la exposición total a radionúclidos es muy pequeña en circunstancias normales. No se fijan valores de referencia formales para radionúclidos individuales en agua de consumo, sino que se utiliza un sistema basado en el análisis de la radiactividad alfa total y beta total en el agua de consumo. Aunque la detección de niveles de radiactividad superiores a los umbrales de selección no indica que exista un riesgo inmediato para la salud, debe impulsar una investigación adicional para determinar qué radionúclidos son responsables de la radiactividad y los posibles riesgos existentes, teniendo en cuenta las circunstancias locales. (OMS, 2006l: p.15)

1.10. Microorganismos presentes en el agua

Debido a que el agua es un medio idóneo, para el desarrollo de ciclos de vida de microorganismos, se ha encontrado microorganismos como:

1.10.1. Bacterias

Las bacterias son microorganismos unicelulares que se reproducen por fisión binaria, según la especie, su tamaño puede variar entre 0,2 μm hasta 10 μm de diámetro. Su forma varía entre esférica (cocos), bastón alargado (bacilos) o espiral (espirilos). En el agua podemos encontrar con mayor frecuencia bacterias entéricas que colonizan el tracto gastrointestinal del hombre y son eliminadas a través de las heces fecales.

Al introducirse en el agua, por las condiciones ambientales variadas hace que su capacidad de reproducirse y de sobrevivir, sean limitadas. El grupo de los Coliformes es adecuado como indicador de contaminación bacteriana debido a que se encuentra presente en el tracto

gastrointestinal del hombre y animales de sangre caliente en grandes cantidades, y se comportan de igual manera que los patógenos en los sistemas de desinfección. (Tacuri y Veintimilla, 2012b:)

1.10.2. Virus

Se trata de microorganismos acelulares, ubicados en la frontera entre la vida y el mundo inorgánico, compuestos por un virión (ADN o ARN) y una cápside proteica. Su tamaño oscila entre 20 y 300 milimicras. Su forma varía entre: simetría, icosaédrica, helicoidal y compleja.

A diferencia de las bacterias éstas no se encuentran normalmente en las heces del hombre, sino están presentes en el tracto gastrointestinal de individuos infectados, los mismos que a través de sus deposiciones contaminan el agua. Dentro de los virus más comunes transmitidos por el agua se encuentran: Hepatitis A y E, Enterovirus, Adenovirus, Rotavirus (una de las principales causales de gastroenteritis infantil) (Tacuri y Veintimilla, 2012c:)

1.10.3. Parásitos

Se llama parásito a todo ser vivo que pasa una parte o toda su existencia en otro ser vivo (hospedero) del cual se nutre, produciéndole o no daño. (Tacuri y Veintimilla, 2012d:)

Morfológicamente se clasifican en: Protozoos y Metazoos. Los primeros son capaces de cumplir todas las funciones básicas de la vida y poseen la típica estructura de la célula eucariota. Además incluyen una forma vegetativa (trofozoito) y una de resistencia (quiste). Mientras que los Helmintos son pluricelulares, de estructura concreta y sistemas poco desarrollados. Los de interés clínico son los helmintos que abarcan a su vez a los Nematodos y Platelminetos. (Tacuri y Veintimilla, 2012e:)

Los quistes y huevos de parásitos intestinales como *Giardia* y *Cryptosporidium* son muy resistentes, sin embargo, se encuentran en bajas cantidades en aguas residuales y tratadas, por lo que su detección es difícil y su reacción frente a tratamientos de desinfección son variables frente a los indicadores comúnmente usados. El estudio de huevos de helminto a nivel ambiental ha hecho necesaria la selección de *Áscaris lumbricoides* como parásito indicador del comportamiento de huevos de helminto. Desde 1981, los protozoos entéricos son reconocidos como causantes de brotes infecciosos transmitidos por el agua, entre éstos están: *Giardia lamblia* (Tacuri y Veintimilla, 2012c:)

1.11. Enfermedades transmitidas por microorganismos presentes en el agua

En general las enfermedades transmitidas por medio del agua contaminada pueden originarse por factores como agua estancada con criadero de insectos, contacto directo con el agua, consumir agua contaminada microbiológica o químicamente y usos inadecuados del agua. (Reascos y Yar, 2010f)

Por ser el agua un vehículo para la transmisión de la mayoría de estos parásitos. Los principales mecanismos en la transmisión son la ingestión de agua contaminada, el contacto y la recontaminación del agua por una mala higiene doméstica. Entre los protozoarios patógenos, los que presentan mayor importancia en cuanto a la calidad del agua para diversos usos (i.e., agua para consumo humano, agua para recreación y agua para irrigación de vegetales frescos de consumo directo) son la *Giardia sp.* y el *Cryptosporidium sp.* (Solarte et al, 2006, p.75)

Tabla 1-1. Enfermedades transmitidas por bacterias

ENFERMEDAD	SÍNTOMAS
<i>Aeromonas spp.</i> Enteritis	Diarrea muy líquida, con sangre y moco.
<i>Campylobacter jejuni</i> Campilobacteriosis	Gripe, diarreas, dolor de cabeza y estómago, fiebre, calambres y náuseas.
<i>Escherichia coli</i>	Diarrea acuosa, dolores de cabeza, fiebre, uremia, daños hepáticos.
<i>Plesiomonas shigelloides</i> <i>Plesiomonas</i> -infección	Náuseas, dolores de estómago y diarrea acuosa, a veces fiebre, dolores de cabeza y vómitos.
<i>Salmonella typhi</i> Fiebre tifoidea	Fiebre
<i>Salmonella spp.</i> Salmonelosis	Mareos, calambres intestinales, vómitos, diarrea y a veces fiebre leve.
<i>Streptococcus spp.</i>	Dolores de estómago, diarrea y fiebre, a veces vómitos.
<i>Vibrio El Tor (agua dulce)</i> Cólera (forma leve)	Fuerte diarrea
Fuente : (Reascos y Yar 2010)	

1.12. Resistencia bacteriana

La resistencia bacteriana es un fenómeno creciente caracterizado por una refractariedad parcial o total de los microorganismos al efecto del antibiótico generado principalmente por el uso

indiscriminado e irracional de éstos y no sólo por la presión evolutiva que se ejerce en el uso terapéutico.(Sussmann et al, 2003,p. 61)

Algunos de los problemas que puede provocar esta contaminación, denominada silenciosa, son: procesos fisiológicos anormales, disminución de la capacidad de reproducción, aumentos de los casos de cáncer, proliferación de cepas bacterianas con extrema resistencia a los antibióticos, potencial incremento de la toxicidad de los compuestos presentes en el medio ambiente por efectos sinérgicos.(Fernández, 1990, p.29)

Las bacterias como todos los seres vivos exhiben mecanismos biológicos, que las facultan para adecuarse a diversas presiones ambientales. Aunque la resistencia a los antibióticos es una expresión natural de la evolución y genética bacteriana, ciertos factores también contribuyen al aumento de la expresión y diseminación de esta característica inherente. Las bacterias pueden presentar resistencia a antibióticos como resultado de mutaciones cromosomales o por intercambio de material genético mediante el transporte de genes de resistencia a través de varios mecanismos como:

Transducción: Transferencia de cualquier parte de un genoma bacteriano, cuando un fago atemperado (genoma del virus que se encuentra inserto en el ADN bacteriano) durante su fase de ensamblaje, encapsula este material. Si el fragmento de ADN que queda envuelto es totalmente bacteriano se denomina transducción generalizada y si sólo se encapsula parte del genoma bacteriano pero se conserva el genoma viral se habla de transducción especializada.(Cabrera et al, 2007a: p.154)

Conjugación: Transferencia de material genético contenido en plásmidos de una bacteria a otra a través de una hebra sexual; estos plásmidos usualmente contienen genes que le confieren resistencia a drogas, antisépticos y desinfectantes.(Cabrera, Gomez y Zuñiga, 2007b, p.154)

Transformación: Transferencia de genes desde un ADN desnudo de una bacteria previamente lisada a otra que lo recibe y lo incorpora a su genoma.(Cabrera et al, 2007c: p154)

Transposición: Movimiento de una sección de ADN (transposon) que puede contener genes para la resistencia a diferentes antibióticos y otros genes casete unidos en equipo para expresión de un promotor en particular.(Cabrera et al, 2007d: p.154)

El incremento en el uso de antibióticos y la respectiva presión selectiva que ejercen, es el factor más importante que contribuye a la aparición de diversas clases de resistencia bacteriana. (Cabrera et al, 2007e: p.154)

1.13. Mecanismos de resistencia a los antisépticos y desinfectantes

La resistencia intrínseca se ha demostrado para bacterias gramnegativas, esporas bacterianas, micobacterias y bajo ciertas condiciones en especies del género *Staphylococcus*, conocida como resistencia intrínseca a bacterias gramnegativas, ya que las bacterias gramnegativas por lo general son más resistentes a los antisépticos y desinfectantes que las grampositivas. (Cabrera et al, 2007f: p.154)

1.14. Mecanismos de resistencia bacteriana adquirida

Como se ha visto en los antibióticos y en los agentes quimioterapéuticos, la resistencia adquirida a los antisépticos y desinfectantes surge por mutación o por la adquisición de material genético en forma de plásmidos o transposones; estas configuraciones permiten grandes arreglos de genes de resistencia para la mayoría de los antibióticos y desinfectantes al ser transferidos juntos en un solo evento de conjugación. (Cabrera et al, 2007g: p.154)

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Tipo de investigación

Este trabajo se desarrolla en la parroquia Punín, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo el mismo que es de tipo investigativo.

2.2. Población de estudio y localización de los puntos de muestreo

La población de estudio es el agua cruda que se consume en una parroquia rural, la misma no se somete a tratamiento durante la distribución hacia la población. Se encuentra, ubicada en la parroquia Punín, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo ubicado en la región interandina del Ecuador, donde se determinó 19 puntos de muestreo ubicados en los siguientes sitios: 6 ojos de agua, 4 tanques reservorios, y 9 domicilios, donde se tomó las diferentes muestras con tres repeticiones, luego se procede a realizar los análisis físicos, los químicos y microbiológicos se realizó en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Figura 1 -2. Vertiente. Punto de muestreo



Realizado por: Diana Yubaille, 2016

Se realizó el muestreo durante el período julio-agosto del 2016, como se muestra en la tabla 1-2

Tabla 1 -2. Método de muestreo

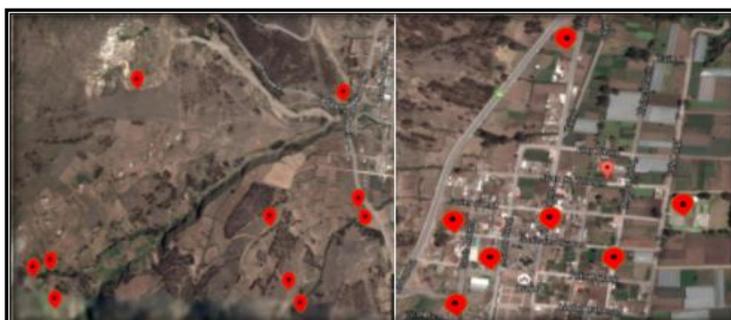
MUESTREO	LOCALIZACIÓN	LUGAR	CODIFICACIÓN
JULIO- AGOSTO 2016	Shaguil	Vertiente 1	VIO 1
			VIO2
		Tanque reservorio	TR1
	Agua azul	Vertiente 2	V2O1
		Tanque reservorio	TR2
	Bacún	Vertiente 3	V3O1
			V3O2
			V3O3
		Tanque reservorio	TR3
	Chulcunag	Tanque reservorio	TR4
	Sector norte	Red alta	RA
	Sector parque central	Red media	RM
	Sector sur	Red baja	RB

Realizado por: Diana Yubaille, 2016

2.3. Flujograma de trabajo

Para realizar el diagnóstico del estado actual de la calidad del agua del sistema de abastecimiento de agua potable de la parroquia Punín se realizó un reconocimiento sistema de abastecimiento y una entrevista a las autoridades políticas y de salud, que reciben el servicio de agua potable, las muestras y análisis se realizaron siguiendo el esquema como se muestra en la (Imagen 2-1)

Figura 2-2. Localización de los puntos de muestreo



Realizado por: Diana Yubaille, 2016

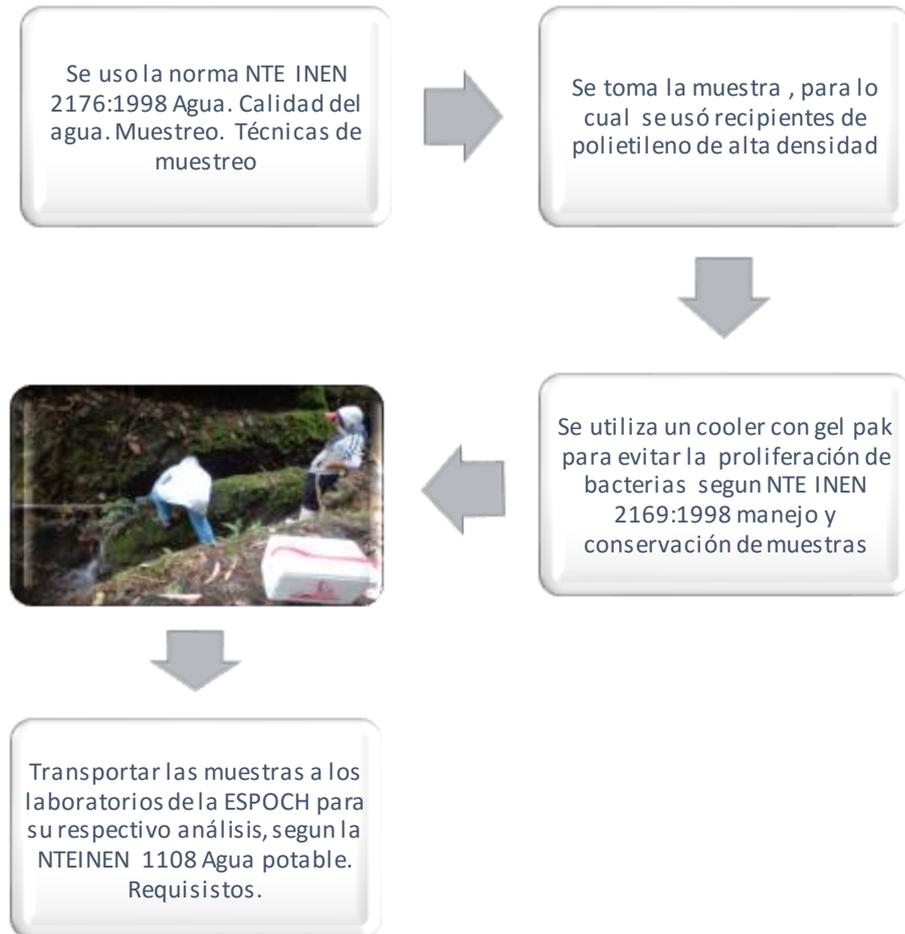
Figura 3 -2. Esquema del procedimiento de análisis



Realizado por: Yubaille Diana, 2016

2.3.1. Técnica de muestreo

Figura 4-2. Técnica de muestreo



Realizado por: Yubaille Diana, 2016

En la determinación de los parámetros físicos y químicos se usaron frascos limpios. Para la determinación microbiológica se sugiere agregar tiosulfato de sodio al 10% según lo exige la norma se debe agregar 0,1mL por cada 125mL de muestra, ya que si no se coloca puede alterar los resultados microbiológicos, pero la parroquia Punín al no contar con un tratamiento de desinfección con cloro se omitió este paso.(NTE INEN 2169, 1998, p. 5)

Para la toma de muestra de la red que llega a los domicilios se lo hace del grifo que se encuentre conectada directamente de una tubería de la red de distribución, luego se procede a desinfectar el grifo con una torunda de alcohol, finalmente se abre completamente el grifo y se deja que el agua fluya por 2 o 3 minutos. (NTE INEN 2169, 1998, p.7)

Para evitar contaminación cruzada se debe tomar el frasco por base, destapar el frasco llenar hasta un volumen de 100mL, evitando al máximo la contaminación. Para medir los parámetros físicos y químicos, se debe llenar los frascos completamente y tapar evitando el aire. (NTE INEN2169,1998, p. 5)

Figura 5-2. Viviendas punto de muestreo



Realizado por: Yubaille Diana, 2016

2.4. Análisis de muestra

2.4.1. Análisis físico

2.4.1.1. Color

Fundamento

El color en el agua resulta de la presencia en solución de diferentes sustancias como iones metálicos naturales, humus y 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 eliminado 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. El método estandarizado utiliza patrones de platino cobalto y la unidad de color (UC) es la producida por 1 mg/L de platino en la forma de ion cloroplatinato. (Severiche et al, 2013

2.4.1.2. Sólidos disueltos

Fundamento

Los sólidos disueltos totales, son las sustancias que permanecen después de filtrar y evaporar a sequedad una muestra bajo condiciones específicas.). ((Severiche et al, 2013)

2.4.1.3. Conductividad

Fundamento

La conductividad es una medida de la capacidad de una solución acuosa para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones disueltos, sus concentraciones absolutas y relativas, su movilidad y su valencia y de la temperatura y la viscosidad de la solución. Este parámetro sirve para estimar el contenido total de constituyentes iónicos. (Severiche et al, 2013)

2.4.1.4. Turbiedad

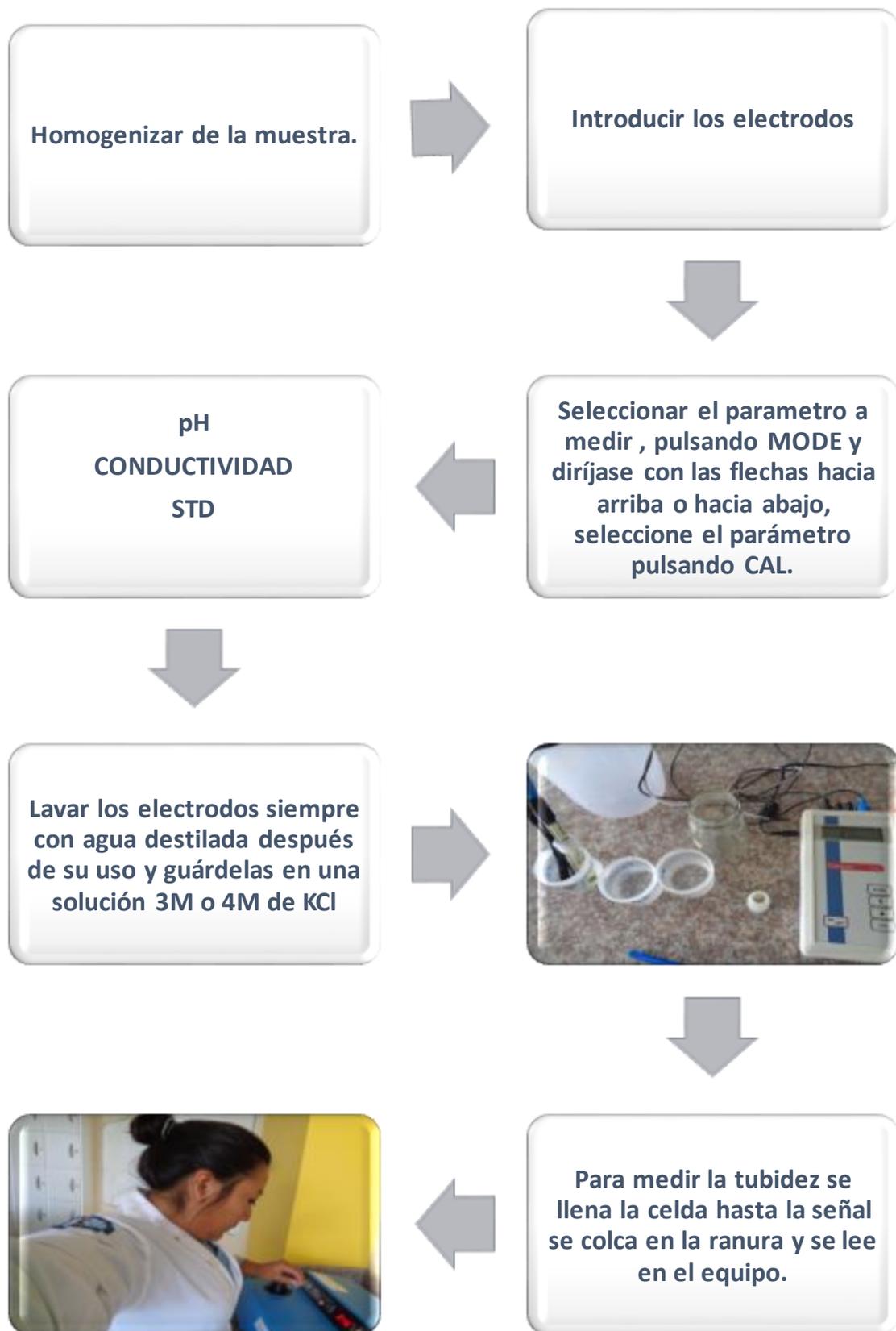
Fundamento

La turbiedad de las aguas se debe a la presencia de material suspendido y coloidal como arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, plancton y otros organismos microscópicos. La turbiedad es una expresión de la propiedad óptica que hace que los rayos luminosos se dispersen y se absorban, en lugar de que se transmitan sin alteración a través de una muestra. (Severiche, Castillo y Acevedo, 2013)

Materiales y equipo para de terminación de color, sólidos totales disueltos, conductividad, turbiedad.

- Muestra
- Mascarilla
- Equipo Consort C562
- Equipo HACH DR2800
- Mandil
- Guantes
- Turbidímetro

Figura 6 -2. Procedimiento para medición de parámetros físicos.



Realizado por: Yubaille Diana 2016

2.4.2. Análisis químico

2.4.2.1. pH

Fundamento

El pH es un parámetro que mide la concentración de iones hidronio presentes en el agua. El pH-metro consta de un electrodo de vidrio que genera una corriente eléctrica proporcional a la concentración de protones de la solución y que se mide en un galvanómetro. La corriente puede transformarse fácilmente en unidades de pH o mV por diferentes procedimientos de calibrado. El valor del pH depende de la temperatura. El pH-metro se calibra potenciométricamente, con un electrodo indicador de vidrio y uno de referencia, (que pueden presentarse combinados en uno solo), utilizando patrones trazables. El pH preferiblemente debe determinarse *in situ*. (Severiche et al, 2013)

2.4.2.2. Nitritos

Fundamento

Este método llamado de Zambelli, se basa en la reacción del ácido sulfanílico, en medio clorhídrico y en presencia de ion amonio y fenol, con el grupo NO₂⁻, lo que da lugar a la aparición de un compuesto de color amarillo-pardo. Este puede ser medido espectrofotométricamente a una longitud de onda de 425 nm y la absorbancia es proporcional a la concentración de nitritos en la muestra. (Severiche et al, 2013)

2.4.2.3. Nitratos

Fundamento

Los nitratos son medidos por ultravioleta a una longitud de onda de 220 nm, pero a esta misma longitud de onda, la materia orgánica presente en las muestras, también puede absorber, por lo que se mide a una longitud de onda de 275 nm para corregir el valor de nitrato. Sin embargo, esta corrección es empírica, dado que las concentraciones de materia orgánica pueden variar de un agua a otra. (Severiche, Castillo y Acevedo 2013)

2.4.2.4. Flúoruros

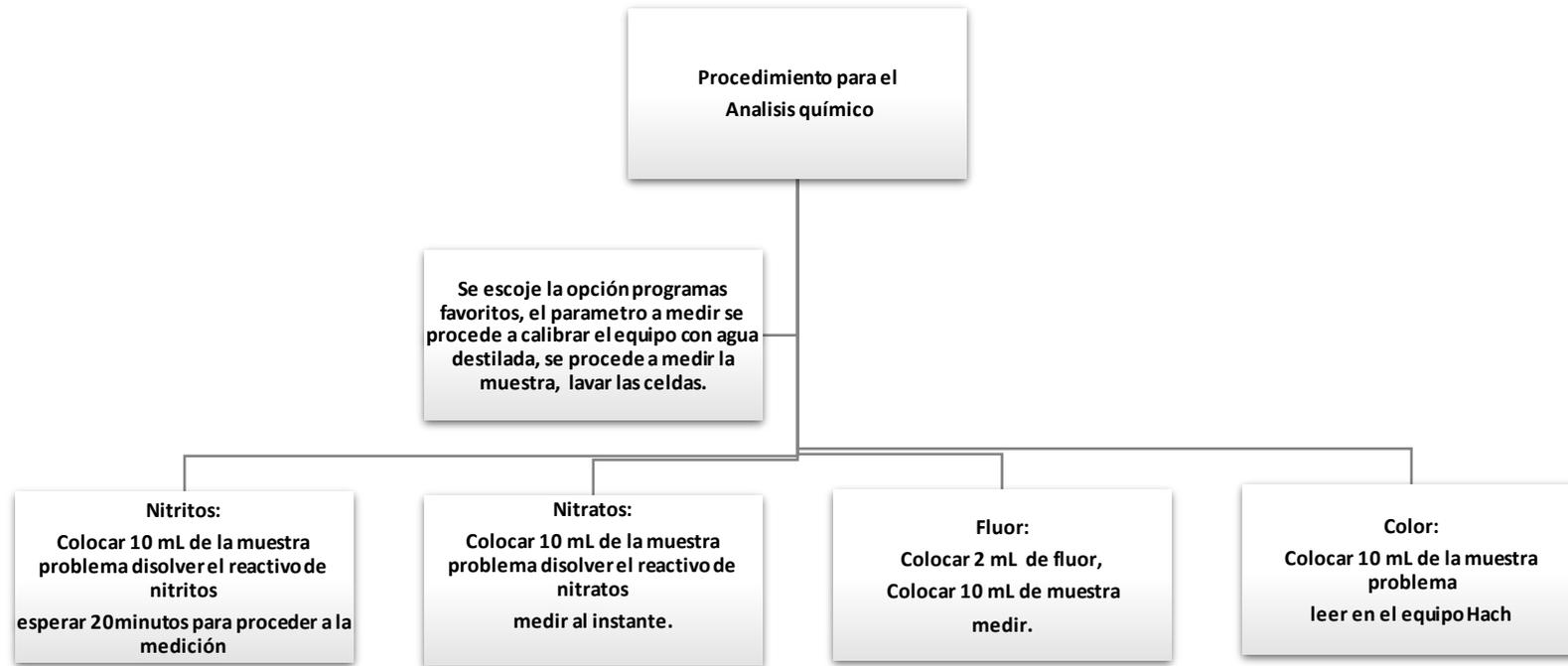
Fundamento

Este método de ensayo establece la metodología para el análisis de fluoruro mediante electrodo ión selectivo. (Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2007, p.56)

Materiales y equipo para determinar nitritos, nitratos, fluor.

- Muestra
- Guantes
- Frascos para medir las muestras
- Equipo HACH DR2800
- Mascarilla
- Mandil

Figura 7 -2. Procedimiento para medición de parámetros químicos



28

2.4.3. Análisis microbiológico

Para el análisis de las muestras de agua se realizaron dos métodos para la determinación de Coliformes fecales:

2.4.3.1. Petri film

Fundamento

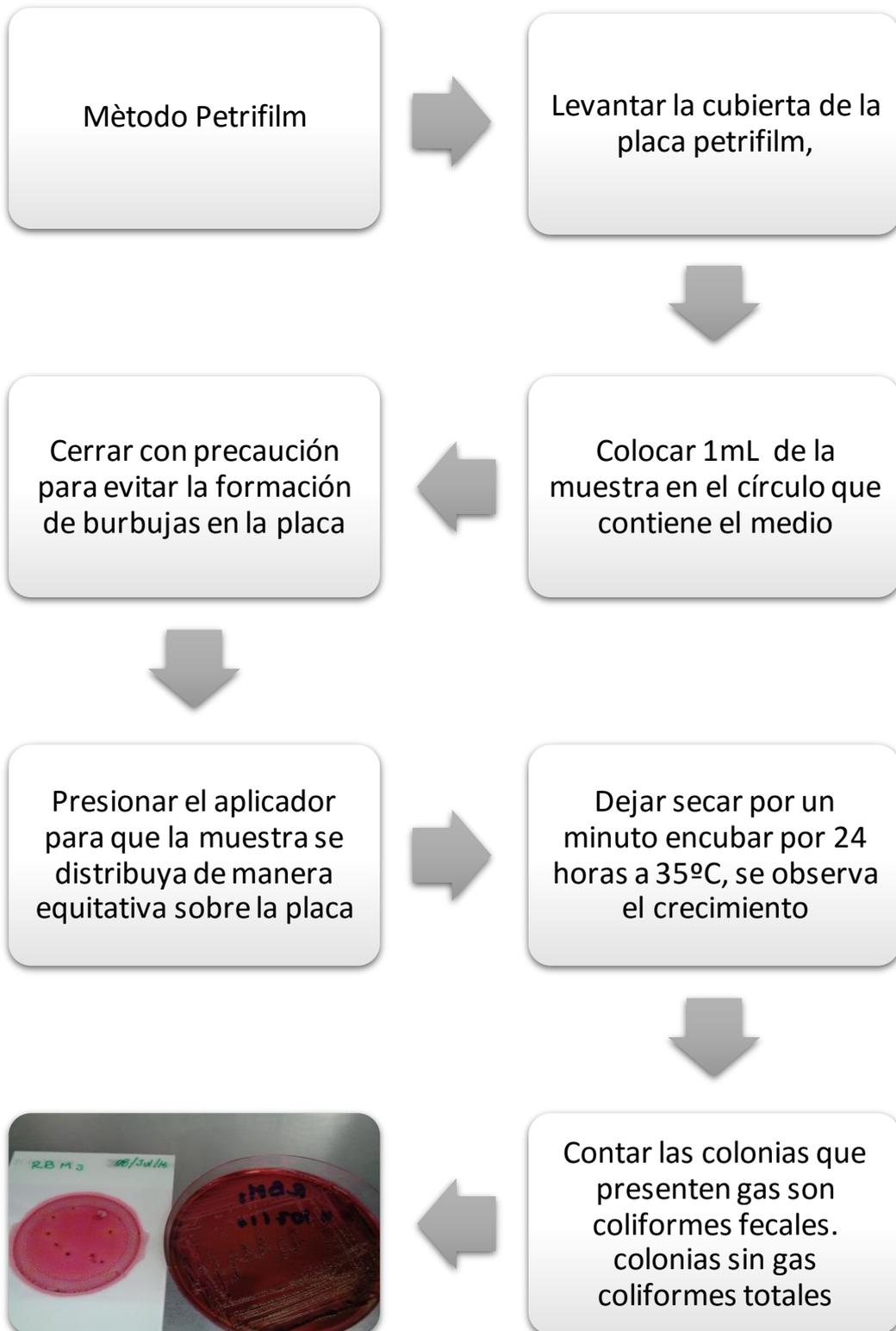
Se usa para el recuento de Coliformes. Las placas Petrifilm contienen los nutrientes del Violeta Rojo Bilis (VRB) modificado, un agente gelificante soluble en agua fría y un indicador de tetrazolio que facilita la enumeración de colonias. El film superior atrapa el gas producido por la fermentación de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

Materiales para de terminación de Coliformes fecales por Petrifilm.

- Placas Petrifilm TM
- Muestra de agua
- Guantes
- Mascarilla
- Cofia
- Puntas azules
- Gasa
- Algodón
- Aplicador
- Cámara de flujo laminar

Figura 8 -2. Procedimiento para medición del parámetro microbiológico por método petrifilm



Realizado por: Yubaille,,Diana 2016

2.4.3.2. Método número más probable NMP

Fundamento

El método se basa en la inoculación de alícuotas de la muestra diluida o sin diluir, en una serie de tubos de un medio de cultivo líquido conteniendo el medio de cultivo verde bilis brillante 2%.

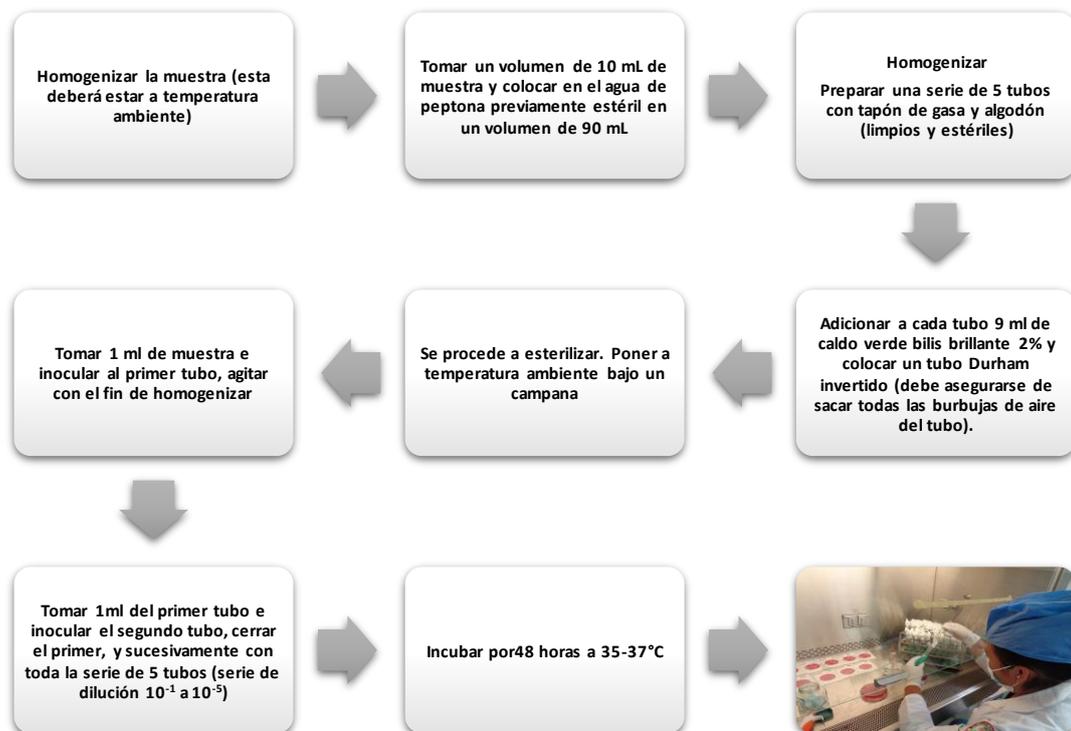
Los tubos se examinan a las 24 y 48 horas de incubación ya sea a 35 a 37°C.

Se lleva a cabo la incubación de estos medios selectivos hasta por 48 horas a 35 - 37 °C para la detección de organismos Coliformes.

Materiales para de terminación de Coliformes fecales por NMP

- Medio verde bilis brillante 2%.
- Muestra de agua
- Cofia
- Algodón
- Pipetas
- Guantes
- Mascarilla
- Puntas azules
- Gasa
- Cámara de flujo laminar

Figura 9-2. Procedimiento para medición del parámetro microbiológico por el método NMP



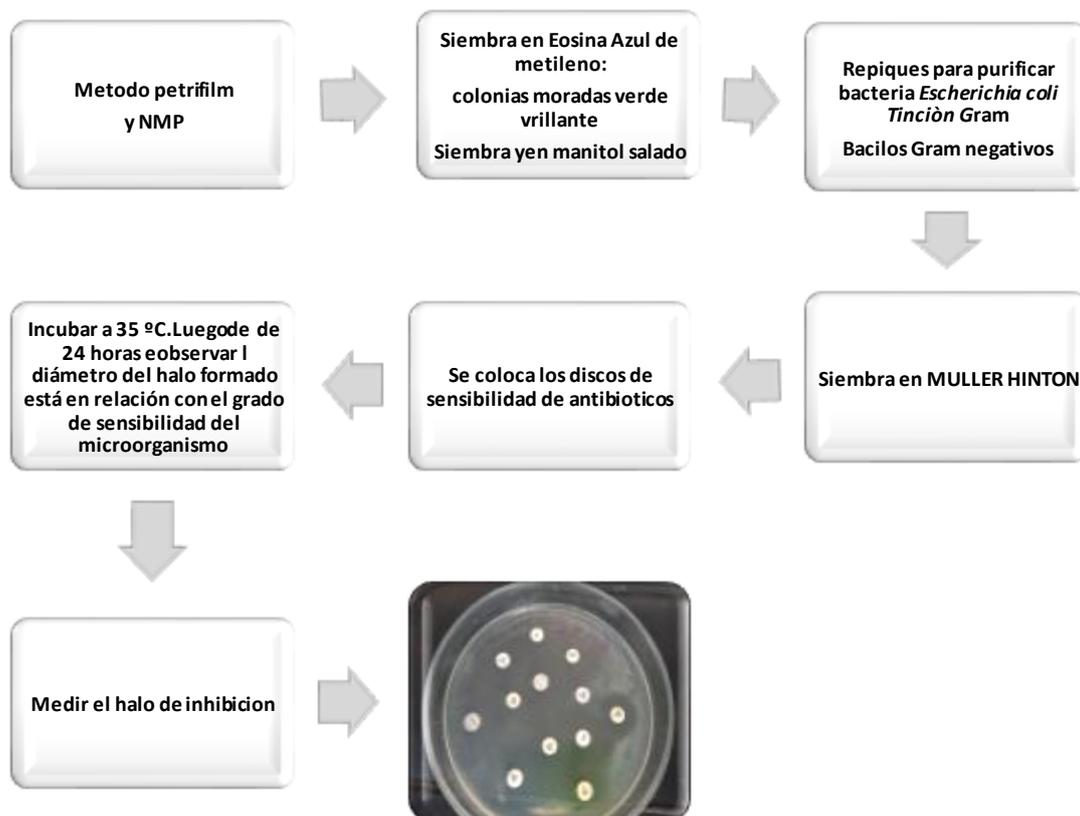
2.5. Resistencia bacteriana

Las técnicas de difusión emplean discos de papel impregnados con una solución estandarizada de antibiótico que se disponen sobre la superficie de un medio sólido previamente inoculado. A partir de un cultivo incubado durante toda una noche, sembrar cada cepa en cajas de Petri con medio Muller Hinton que contenían uno de los siguientes antimicrobianos: Ác nalidíxico, Ampicilina, Penicilina, Amoxicilina- Ac. Clavulanico, Amikacina, Ciprofloxacino, Gentamicina, Nitrofurantoina, Cefotaxime, ceftacídime, imipenem, norfloxacino. Las cajas se incubaron a 37°C entre 12 y 18 horas leer el halo de inhibición del crecimiento bacteriano. (Sussmann, Mattos y Restrepo, 2003, p.9)

Materiales para de terminación de Coliformes fecales por NMP

- Muller Hinton
- Bacteria aislada
- Cofia
- Cámara de flujo laminar
- Discos de sensibilidad
- Mascarilla
- Cajas Petri
- Guantes

Figura 10 -2. Procedimiento para el análisis de la resistencia de bacterias frente a antibióticos



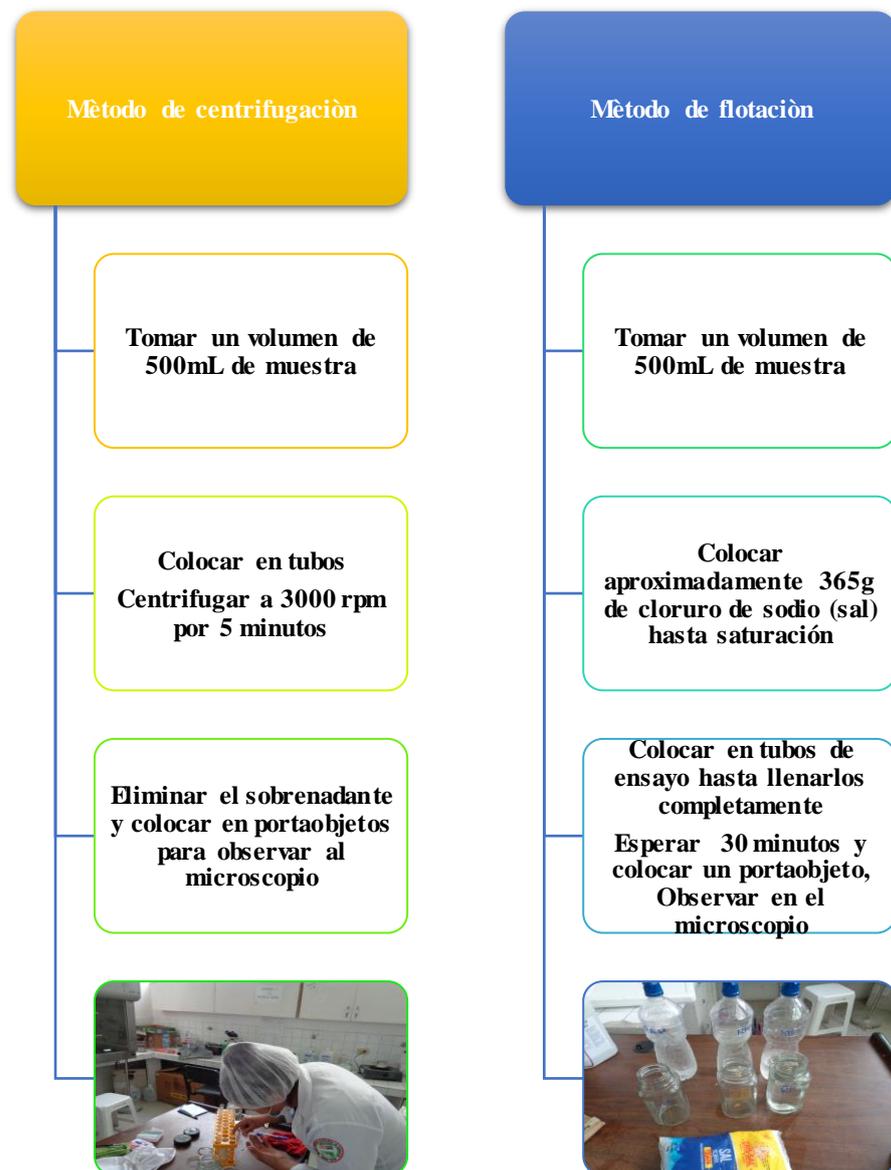
Realizado por: Yubaille, Diana 2016

2.6. Procedimiento para el análisis parasitológico

Materiales para determinación de parásitos

- Cloruro de sodio (sal común)
- Muestra de agua
- Cofia
- Tubos de ensayo
- Guantes
- Mascarilla
- porta y cubre objetos

Figura 11 -2. Procedimiento para determinación de parásitos



CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Resultados

El siguiente capítulo describe los resultados obtenidos en la investigación de la calidad física, química, microbiológica del agua de la junta administradora de agua potable de la parroquia Punín

3.2. Datos experimentales

3.2.1. Diagnóstico

Se pudo verificar en el sistema de distribución del agua de consumo humano de la parroquia Punín, no cuenta con una planta potabilizadora, por lo que se determina que el consumo es directo. El agua proveniente de las vertientes formadas en sectores estratégicos, se realizó los respectivos análisis de la calidad del agua verificando con la norma NTE INEN 1108, con el fin de catalogar el agua como apta o no para el consumo.

3.3. Datos

3.3.1. Caracterización del agua

Para la caracterización del agua de esta parroquia se realizó trabajo de campo por un periodo de un mes. Obteniendo en los resultados en los parámetros físicos (sólidos totales disueltos, turbiedad); parámetros químicos como (pH, conductividad, nitritos, nitratos, flúor), en cuanto a lo microbiológico se encontró un elevado contaje de coliformes totales y fecales que son los causantes de contaminación del agua de consumo, los análisis se realizaron en los laboratorios de aguas a cargo de la Dra. Gina Alvares, y en el laboratorio clínico, a cargo de la Dra. Aida Fierro, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

3.4. PRUEBAS FÍSICAS

Tabla 1-3. Resultados de análisis del parámetro color del agua de consumo humano de la parroquia Punín

PARÁMETRO	LIMITE PERMISIBLE NORMA NTE INEN 1108	LUGAR DE MUESTREO	MUESTREO			Promedio de las muestras	Desviación	NORMA INEN 1108	
			M1	M2	M3			CUMPLIMIENTO	
					SI			NO	
COLOR	15 (Pt-Co)	V1O1	V	106	105	105,33	± 0,6		√
		V1O2	31	29	30	30,00	±1,0		√
		TR1	35	35	36	35,33	±0,6		√
		V2O1	23	22	22	22,33	±0,6		√
		TR2	2	1	2	1,67	±0,6	√	
		V3O1	1	2	1	1,33	±0,6	√	
		V3O2	17	18	16	17,00	±1,0		V
		V3O3	38	37	38	37,67	±0,6		√
		TR3	11	12	12	11,67	±0,6	√	
		TR4	2	1	2	1,67	±0,6	√	
		RA	41	40	39	40,00	±1,0		√
		RM	35	34	36	35,00	±1,0		√
		RB	44	43	44	43,67	±0,6		√

Realizado por: Yubaille, Diana 2016

Tabla 2-3. Porcentajes de cumplimiento del color de las muestras frente norma NTE INEN 1108

Referencia	Numero de muestras	%
<(15 PT-Co) dentro del límite máximo permitido.	12	31%
> (15 PT-Co) fuera del límite máximo permitido.	27	69%
TOTAL	39	100%

Realizado por: Yubaille, Diana 2016

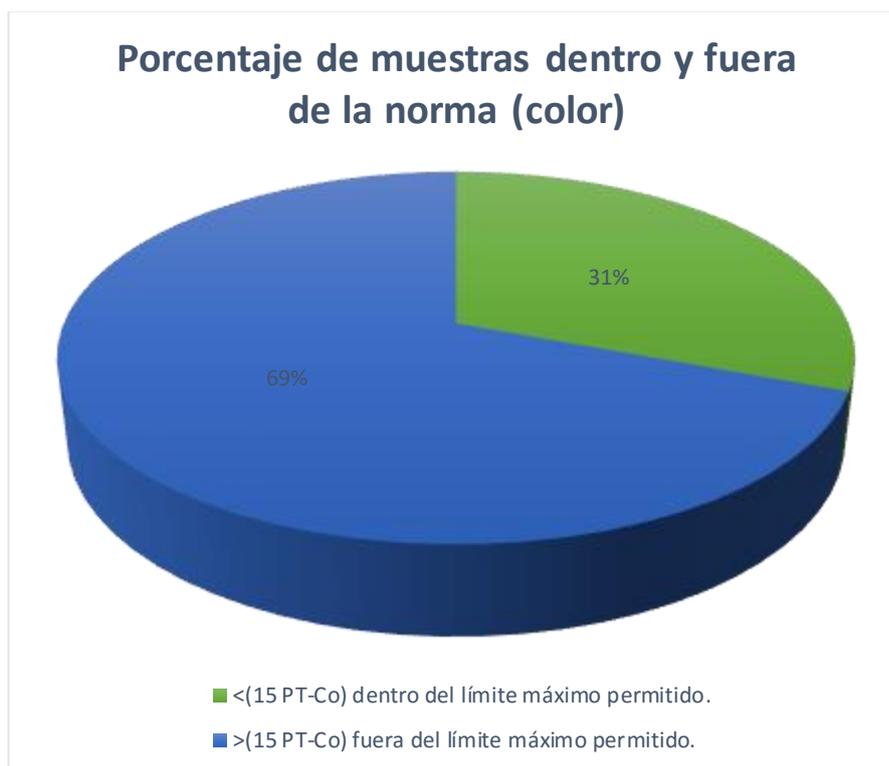


Gráfico 1 -3. *Porcentaje de muestras dentro y fuera de la norma para color*
 Realizado por: Yubaille, Diana 2016

3.4.1. Análisis de los resultados obtenidos para el parámetro color

El Gráfico 1-3 indica que 69% de las muestras sobrepasan el límite permitido por la norma NTE INEN 1108:2014 Agua Potable. Requisitos, que es de 15 (Pt-Co), el promedio de todas las muestras analizadas en cuanto a este parámetro es de 29,67(Pt-Co), por lo que se concluye que el agua de la parroquia Punín no cumple con el parámetro color establecido por la norma NTE INEN 1108. Agua potable. Requisitos.

Al relacionar con la investigación realizada por Tierra (2015), en la parroquia San Luis que obtuvo un promedio de 1,81 Pt-Co, cumpliendo con este parámetro de calidad, al comparar con el valor obtenido para la investigación realizada en Punín se confirma la mala calidad del agua que se consume en esta parroquia; se observó al momento de la toma de muestra que una de las razones relevantes para la alteración de este parámetro se debe a que el agua proviene de vertientes producidos en la parte alta de las montañas, la misma que a través de factores climáticos como lluvia o viento, arrastran contaminantes como materia orgánica, humus, etc., además en la parte alta de estos acuíferos se encuentran animales de pastoreo y cultivos, se encuentra también que el acopio de las diferentes vertientes se realiza por rudimentarios canales a través de la tierra hasta llegar a las tuberías que llegan al tanque de almacenamiento.

Tabla 3-3. Resultados de análisis del parámetro turbiedad del agua de consumo humano de la parroquia Punín

PARÁMETRO	LÍMITE PERMISIBLE NORMA NTE INEN 1108	LUGAR DE MUESTREO	MUESTREO			Promedio de las muestras	Desviación	NORMA INEN 1108	
			M1	M2	M3			CUMPLE	
								SI	NO
Turbiedad	5 U.N.T	V1O1	15	15,5	12,76	14,83	±0,3		√
		V1O2	5,24	5,23	5,21	5,23	±0,0		√
		TR1	5,34	5,29	5,32	5,32	±0,0		√
		V2O1	4,56	4,47	4,5	4,51	±0,0	√	
		TR2	2,5	2,6	1,6	2,23	±0,6	√	
		V3O1	0,326	0,342	0,303	0,32	±0,0	√	
		V3O2	3,7	3,47	3,58	3,58	±0,1	√	
		V3O3	5,6	5,2	5,47	5,42	±0,2		√
		TR3	2,4	1,9	2	2,10	±0,3	√	
		TR4	0,58	0,6	0,58	0,59	±0,0	√	
		RA	7,43	7,23	6,94	7,20	±0,2		√
		RM	5,24	4,85	5,42	5,17	±0,3		√
		RB	6,5	5,89	6,08	6,16	±0,3		√

Realizado por: Yubaille, Diana 2016

Tabla 4-3. Porcentajes de cumplimiento de la turbiedad de las muestras frente norma NTE INEN 1108

Referencia	Numero de muestras	%
< 5 U.N.T dentro del límite máximo permitido.	21	54%
> 5 U.N.T fuera del límite máximo permitido.	18	46%
TOTAL	39	100%

Realizado por: Yubaille, Diana 2016

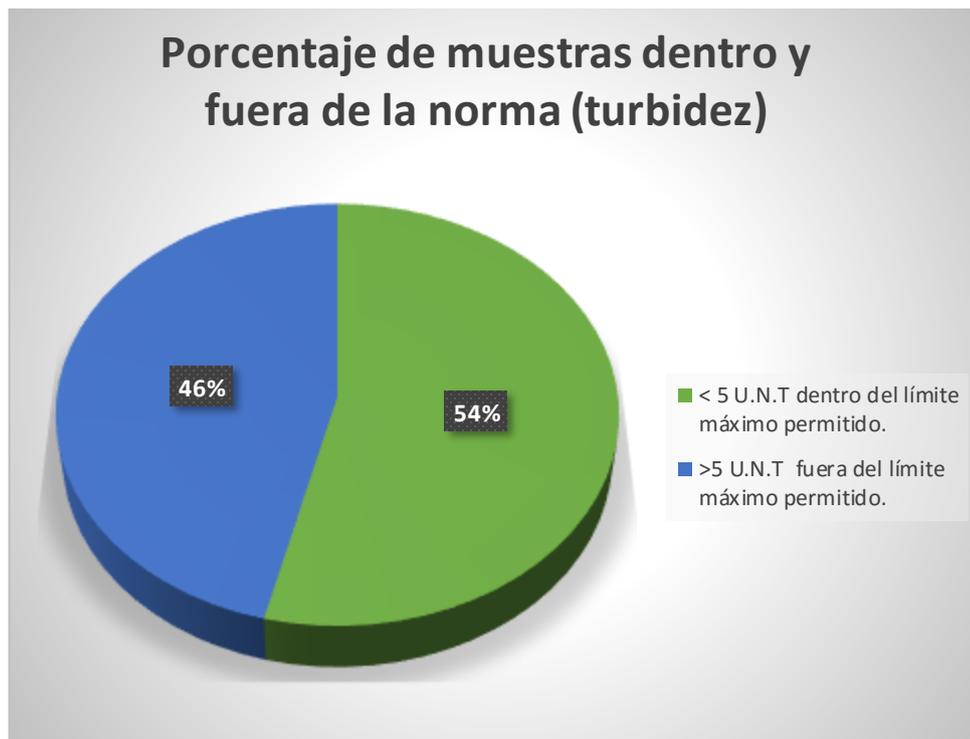


Gráfico 2 -3. *Porcentaje de muestras dentro y fuera de la norma par Turbidez*
Realizado por: Yubaille, Diana 2016

3.4.2. *Análisis de los resultados obtenidos para el parámetro turbidez*

La turbidez mide el grado en el que el agua pierde su transparencia, esto nos puede indicar la cantidad de (arena, arcilla y otros materiales) hay en suspensión.

Se obtuvo valores fuera del límite permitido en los puntos de muestreo V1O1, V2O2, TR1, V3O3, RA, RM, RB, estos sobrepasaron lo establecido por la norma como se observa en la Tabla 3-3, por lo que se puede concluir el agua de consumo humano de la parroquia Punín no cumple con este parámetro, posiblemente se deba a que las vertientes y los tanques reservorios se encontraban con restos orgánicos y tierra en suspensión; mientras que la RA, RM, RB, se contaminan al momento de la distribución por la precipitación que ocurre al fondo de los tanques.

Datos similares se obtuvieron en la investigación realizada por Tierra (2015) en la parroquia San Luis donde obtuvo un promedio de los datos de 0,778 NTU, se determinó la calidad del agua de dicha parroquia en este parámetro, cumpliendo con la norma NTE INEN 1108:2014 Agua Potable. Requisitos que da un valor de referencia de 5 UNT. El 46% muestras de la parroquia Punín sobrepasan el límite como se muestra en el Gráfico 3-1 concluyendo que el agua de esta parroquia no es apta para el consumo humano.

Tabla 5-3. *Tabla de resultados de análisis del parámetro STD del agua de consumo humano de la parroquia Punín*

PARÁMETRO	LÍMITE PERMISIBLE NORMA NTE INEN 1108	LUGAR DE MUESTREO	MUESTREO			Promedio de las muestras	Desviación	NORMA INEN 1108	
			M1	M2	M3			CUMPLE	
								SI	NO
STD	500 mg/mL	V1O1	226	226	226	226,00	0,0	√	
		V1O2	248	247	248	247,67	0,6	√	
		TR1	249	250	250	249,67	0,6	√	
		V2O1	508	508	509	508,33	0,6		√
		TR2	507	507	508	507,33	0,6		√
		V3O1	226	225	225	225,33	0,6	√	
		V3O2	248	248	248	248,00	0,0	√	
		V3O3	249	248	248	248,33	0,6	√	
		TR3	508	507	506	507,00	1,0		√
		TR4	507	505	506	506,00	1,0		√
		RA	238	238	239	238,33	0,6	√	
		RM	212	212	213	212,33	0,6	√	
		RB	223	221	222	222,00	1,0	√	

Realizado por: Yubaille, Diana 2016

Tabla 6-3. Porcentajes de cumplimiento de STD de las muestras frente norma NTE INEN 1108

Referencia	Numero de muestras	%
< 500 mg/L dentro del límite máximo permitido.	29	74%
>500 mg/ fuera del límite máximo permitido.	10	26%
TOTAL	39	100%

Realizado por: Yubaille, Diana 2016

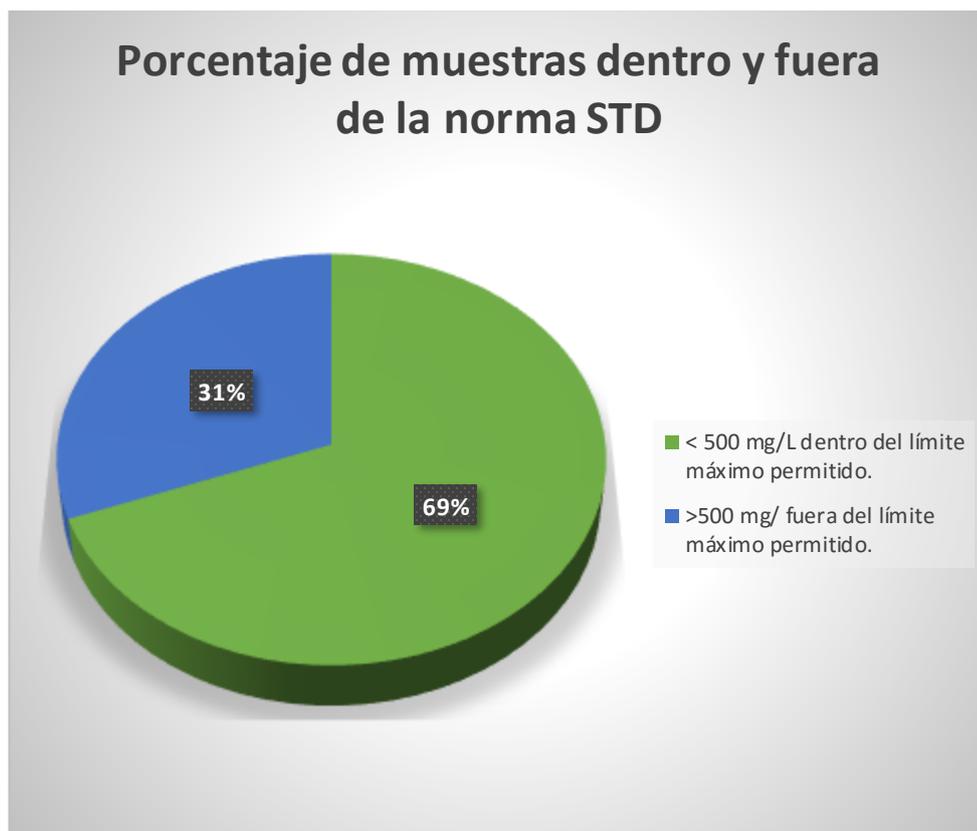


Gráfico 3-3. *Porcentaje de muestras dentro y fuera de la norma para STD*
 Realizado por: Yubaille, Diana 2016

3.4.3. *Análisis de los resultados obtenidos para el parámetro STD*

La determinación de sólidos disueltos totales en agua es importante debido a que mide específicamente el total de residuos sólidos (sales y residuos orgánicos), en el Gráfico 3-3 indica que el 31% de las muestras que está conformada por los puntos de muestreo V2O1, TR2, TR3 y TR4 como se muestran en la Tabla 5-3, sobrepasan los límites permitidos por la norma NTE INEN 1108, con un límite de referencia de 500 mg/mL, posiblemente estos resultados se encuentren elevados por el arrastre de residuos hacia las vertientes, debido no cuentan con un sistema de captación adecuada.

Los valores no son alentadores, porque no cumplen con la normativa y al relacionarlos con la investigación realizada en el cantón Chambo, Ramos (2016) que determinó 102,382mg/L para STD, probablemente se deba a que las vertientes se encuentren protegidas de los factores climáticos que pudieren alterar estos resultados, por lo que el agua de la parroquia Punín, al contener mayor cantidad de STD pueden ser menos agradables para el consumidor.

Tabla 7-3. *Resultados de análisis del parámetro conductividad del agua de consumo humano de la parroquia Punín*

PARÁMETRO	Límite máximo permisible OMS-1995 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	LUGAR DE MUESTREO	MUESTREO			Promedio de las muestras	Desviación	OMS-1995 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	
			M1	M2	M3			CUMPLE	
								SI	NO
Conductividad	1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$	V1O1	416	417	417	416,67	$\pm 0,6$	√	
		V1O2	461	461	460	460,67	$\pm 0,6$	√	
		TR1	439	438	439	438,67	$\pm 0,6$	√	
		V2O1	941	941	942	941,33	$\pm 0,6$	√	
		TR2	950	949	948	949,00	$\pm 1,0$	√	
		V3O1	424	422	423	423,00	$\pm 1,0$	√	
		V3O2	432	433	432	432,33	$\pm 0,6$	√	
		V3O3	446	446	446	446,00	$\pm 0,0$	√	
		TR3	431	432	431	431,33	$\pm 0,6$	√	
		TR4	436	436	435	435,67	$\pm 0,6$	√	
		RA	433	432	431	432,00	$\pm 1,0$	√	
		RM	440	441	441	440,67	$\pm 0,6$	√	
		RB	436	437	436	436,33	$\pm 0,6$	√	

Realizado por: Yubaille, Diana 2016

Tabla 8-3. Porcentajes de cumplimiento de la conductividad de las muestras frente norma NTE INEN 1108

Referencia	Numero de muestras	%
< 500 mg/L dentro del límite máximo permitido.	39	100%
>1500 mg/ fuera del límite máximo permitido.	0	0%
TOTAL	39	100%

Realizado por: Yubaille, Diana 2016



Gráfico 4 -3. Porcentaje de cumplimiento con la norma para conductividad

Realizado por: Yubaille, Diana 2016

3.4.4. Análisis de los resultados obtenidos para el parámetro conductividad

El Gráfico 4-3 indica el porcentaje de cumplimiento de la norma en cuanto a conductividad, donde el 100% de las muestras de agua de la parroquia Punín poseen menor a 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ valores de referencia establecido por la OMS (1995), como se puede observar en la Tabla 7-3 existen dos puntos V2O1, TR2, con un valor alto de conductividad, posiblemente este valor se vea aumentado que según lo explica el Sr. Secretario de la junta administradora del agua de esta parroquia este ojo de agua proviene de la montaña que en la antigüedad era un volcán.

Valores similares se encontraron en el cantón Ambato, Ortiz (2016) determinó un valor de 298 $\mu\text{Siems}/\text{cm}$, los cuales probablemente se deba a los factores climáticos de esta región, según Dorrnsoro (2001) un agua excelente es aquella que se obtiene durante la época lluviosa y un agua buena aquella en época seca, por lo que los resultados obtenidos en la presente investigación tienen valores altos debido a el muestreo realizado en época lluviosa.

3.5. PRUEBAS QUÍMICAS

Tabla 9-3. Tabla de resultados de análisis del parámetro pH del agua de consumo humano de la parroquia Punín.

PARAMETRO	LIMITE PERMISIBLE	LUGAR DE MUESTREO	MUESTREO					NORMA INEN 1108	
			M1	M2	M3	Promedio de las muestras	Desviación	CUMPLE	
								SI	NO
pH	6,5-8,5 Unit	V1O1	7,41	7,44	7,39	7,41	± 0,0	√	
		V1O2	7,48	7,5	7,44	7,47	± 0,0	√	
		TR1	7,48	7,46	7,5	7,48	± 0,0	√	
		V2O1	7,27	7,2	7,24	7,24	± 0,0	√	
		TR2	7,5	7,49	7,46	7,48	± 0,0	√	
		V3O1	6,87	6,76	6,66	6,76	± 0,1	√	
		V3O2	6,97	6,85	7,01	6,94	± 0,1	√	
		V3O3	7,58	7,56	7,64	7,59	± 0,0	√	
		TR3	7,18	7,2	7,21	7,20	± 0,0	√	
		TR4	7,1	7	7,07	7,06	± 0,1	√	
		RA	6,74	6,66	6,72	6,71	± 0,0	√	
		RM	7,05	7,1	6,9	7,02	± 0,1	√	
		RB	7,29	7,32	7,3	7,30	± 0,0	√	

Realizado por: Yubaille, Diana 2016

Tabla 10-3. Porcentajes de cumplimiento del pH de las muestras frente norma NTE INEN 1108

Referencia	Número de muestras	%
<6,5 dentro del límite máximo permitido.	39	100
>8,5 fuera del límite máximo permitido.	0	0
TOTAL	39	100

Realizado por: Yubaille, Diana 2016



Gráfico 5-3. Porcentaje de muestras dentro y fuera de la norma para pH.

Realizado por: Yubaille, Diana 2016

3.5.1. *Análisis de los resultados obtenidos para el parámetro pH*

La Tabla 9-3 muestra los valores encontrados en los análisis realizados en cuanto al parámetro de pH. De las muestras analizadas todas cumplen con lo establecido por la NTE INEN 1108, como se puede evidenciar en el Gráfico 5-3 de donde el valor promedio de las muestras es de 7.21 Unidades de pH, estos valores son ideales para el consumo debido a que son rangos inferiores a la basicidad impiden que el agua forme incrustaciones calcáreas en las tuberías de distribución, probablemente se deba a que en la parroquia Punín el agua de consumo es agua cruda, es decir no se somete a tratamiento alguno.

Al relacionar con la investigación realizada por Ramos (2016), en el cantón Chambo determinó un valor promedio de 6,828(Unidades) el mismo que no concuerda a la presente investigación posiblemente en este lugar cuentan con un sistema de potabilización, por lo que este valor en menor, el cual ideal para que la adición de cloro sea eficaz.

Tabla 11-3. Resultados de análisis del parámetro nitratos del agua de consumo humano de la parroquia Punín.

PARAMETRO	LIMITE PERMISIBLE NORMA INEN 1108	LUGAR DE MUESTREO	MUESTREO			Promedio de las muestras	Desviación	NORMA INEN 1108	
			M1	M2	M3			CUMPLE	
			SI	NO					
Nitratos	50 mg/L	V1O1	2	1,9	2,2	2,03	±0,2	√	
		V1O2	1,9	1,8	2	1,90	±0,1	√	
		TR1	2,2	2,1	2	2,10	±0,1	√	
		V2O1	0,5	0,5	0,5	0,50	±0,0	√	
		TR2	0,5	0,4	0,6	0,50	±0,1	√	
		V3O1	4,6	4,2	4,5	4,43	±0,2	√	
		V3O2	2,9	2,9	2,6	2,80	±0,2	√	
		V3O3	2,2	2,1	2,4	2,23	±0,2	√	
		TR3	1	1,1	1,4	1,17	±0,2	√	
		TR4	2,6	2,4	2,3	2,43	±0,2	√	
		RA	3,6	3,8	3,9	3,77	±0,2	√	
		RM	4	3,8	4,2	4,00	±0,2	√	
		RB	3,9	4,2	4	4,03	±0,2	√	

Realizado por: Yubaille, Diana 2016

Tabla 12 -3. Tabla de Porcentajes de cumplimiento de nitratos de las muestras frente norma NTE INEN 1108

Referencia	Numero de muestras	%
<(50mg/L) dentro del límite máximo permitido.	39	100%
>(50mg/L) fuera del límite máximo permitido.	0	0%
TOTAL	39	100%

Realizado por: Yubaille, Diana 2016

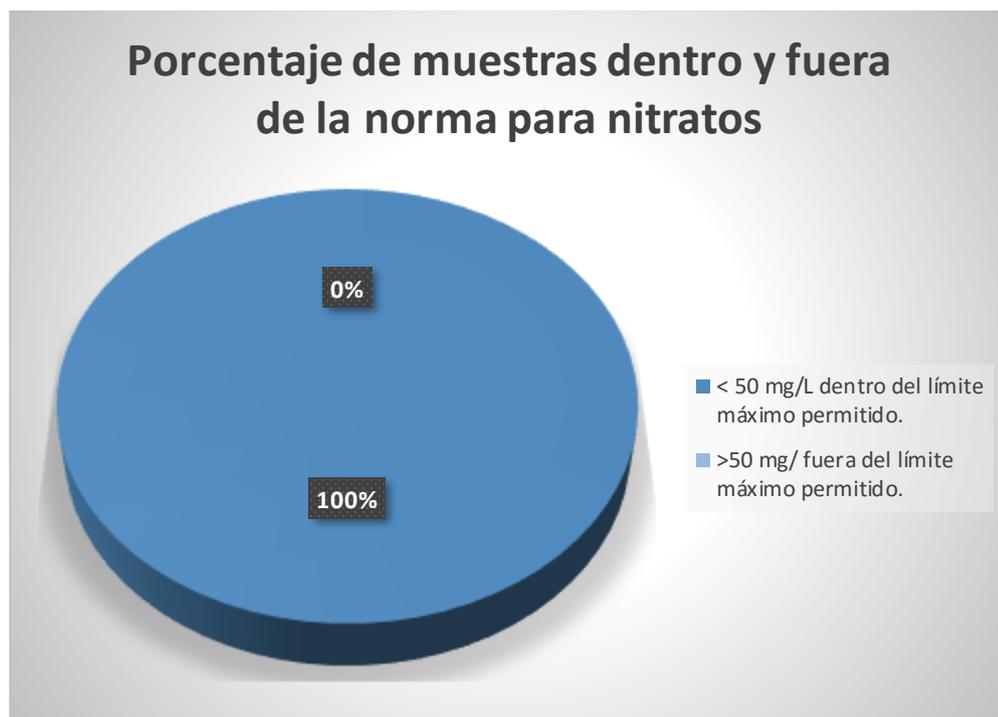


Gráfico 6-3. *Porcentaje de muestras dentro y fuera de la norma para nitratos*
 Realizado por: Yubaille, Diana 2016

3.5.2. *Análisis de los resultados obtenidos para el parámetro nitratos*

La Tabla 11-3 recopila los resultados obtenidos en la investigación de los cuales 2,54 mg/L es el promedio de las muestras, los mismos que cumplen con el límite para nitratos establecido por la norma NTE INEN 1108, que establece un valor de referencia de 50 mg/, los valores obtenidos indican que el agua de consumo es de calidad en cuanto al parámetro nitratos, resultado alentador ya que la aparición de nitratos en el agua está relacionada con la mineralización de compuestos orgánicos por lo que en muchos casos está ligada a la contaminación biológica.

En la parroquia San Luis Tierra (2015) obtuvo un valor de 0,024 mg/ L, este valor es bajo probablemente existen menor exposición a lugares agrícolas, en comparación al encontrado en esta investigación en la parroquia Punín, las vertientes y los tanques de captación se encuentran en lugares próximos a tierras agrícolas que utilizan fertilizantes para mejorar sus tierras, el mayor problema sanitario a la exposición elevada de nitratos/nitritos en el agua es la metahemoglobinemia, que sólo se produce en niños menores de 4 meses que consumen aguas con más de 50 mg/L de ión nitrato (límite admitido en nuestra legislación).

Tabla 13-3. Resultados de análisis del parámetro nitritos del agua de consumo humano de la parroquia Punín.

PARAMETRO	LIMITE PERMISIBLE	LUGAR DE MUESTREO	MUESTREO			Promedio de las muestras	Desviación	NORMA INEN 1108	
			M1	M2	M3			CUMPLE	
								SI	NO
Nitritos	3 mg/L	V1O1	0,013	0,011	0,014	0,01	±0,0	√	
		V1O2	0,008	0,006	0,01	0,01	±0,0	√	
		TR1	0,005	0,004	0,007	0,01	±0,0	√	
		V2O1	0,006	0,005	0,003	0,00	±0,0	√	
		TR2	0,004	0,004	0,002	0,00	±0,0	√	
		V3O1	0,013	0,014	0,015	0,01	±0,0	√	
		V3O2	0,008	0,005	0,007	0,01	±0,0	√	
		V3O3	0,005	0,007	0,006	0,01	±0,0	√	
		TR3	0,006	0,006	0,004	0,01	±0,0	√	
		TR4	0,004	0,002	0,006	0,00	±0,0	√	
		RA	0,15	0,1	0,16	0,14	±0,0	√	
		RM	0,25	0,22	0,23	0,23	±0,0	√	
		RB	0,007	0,007	0,005	0,01	±0,0	√	

Realizado por: Yubaille, Diana 2016

Tabla 14-3. Porcentajes de cumplimiento nitritos de las muestras frente norma NTE INEN 1108

Referencia	Numero de muestras	%
< 0,2 mg/L dentro del límite máximo permitido.	39	100%
>3 0,2mg/ fuera del límite máximo permitido.	0	0%
TOTAL	39	100%

Realizado por: Yubaille, Diana 2016



Gráfico 7-3. *Porcentaje de muestras dentro y fuera de la norma para nitritos*
 Realizado por: Yubaille, Diana 2016

3.5.3. *Análisis de los resultados obtenidos para el parámetro nitritos*

De igual manera en cuanto a los nitritos se obtuvo un promedio general de las muestras de 0,034 mg/L valores que se pueden observar en la tabla 13-3, de las cuales el 100% de las mismas cumplen con la normativa vigente, estos son resultados alentadores ya que los nitritos en concentraciones elevadas reaccionan dentro de nuestro organismo con las aminos secundarias y las amidas terciarias formando las nitrosaminas de alto poder cancerígeno y tóxico. (Catalan y Catalan 1999)

Al comparar nuestros resultados con la investigación realizada en la parroquia la parroquia San Luis un valor de obtenido por Tierra (2015) fue 0,006mg/ L, concuerdan con los obtenidos en la presente investigación debido a que ningún valor excede el límite permitido, lo que nos indica que su presencia en concentraciones bajas de nitritos y nitratos puede ocasionar contaminación fecal de animales de sangre caliente, incluyendo también contaminación fecal humana.

Tabla 15-3. Resultados de análisis del parámetro flúor del agua de consumo humano de la parroquia Punín.

PARAMETRO	LIMITE PERMISIBLE NORMA NTE INEN 1108	LUGAR DE MUESTREO	MUESTREO			Promedio de las muestras	Desviación	NORMA INEN 1108	
			M1	M2	M3			CUMPLE	
			SI	NO					
Flúor	1,5 mg/L	V1O1	0,9	0,7	0,6	0,73	±0,2	√	
		V1O2	0,91	0,1	0,96	0,66	±0,5	√	
		TR1	0,68	0,66	0,65	0,66	±0,0	√	
		V2O1	1,39	1,37	1,34	1,37	±0,0	√	
		TR2	1,39	1,4	1,37	1,39	±0,0	√	
		V3O1	0,77	0,74	0,76	0,76	±0,0	√	
		V3O2	0,82	0,8	0,8	0,81	±0,0	√	
		V3O3	0,87	0,9	0,86	0,88	±0,0	√	
		TR3	1,07	1,04	1,03	1,05	±0,0	√	
		TR4	1,03	1,04	1,05	1,04	±0,0	√	
		RA	1	1.2	0,9	0,95	±0,6	√	
		RM	0,82	0,82	0,78	0,81	±0,0	√	
		RB	0,88	0,87	0,84	0,86	±0,0	√	

Realizado por: Yubaille, Diana 2016

Tabla 16-3. Porcentajes de cumplimiento de flúor de las muestras frente norma NTE INEN 1108

Referencia	Numero de muestras	%
< 1,5 mg/L dentro del límite máximo permitido.	39	100%
>1,5 mg/ fuera del límite máximo permitido.	0	0%
TOTAL	39	100%

Realizado por: Yubaille, Diana 2016

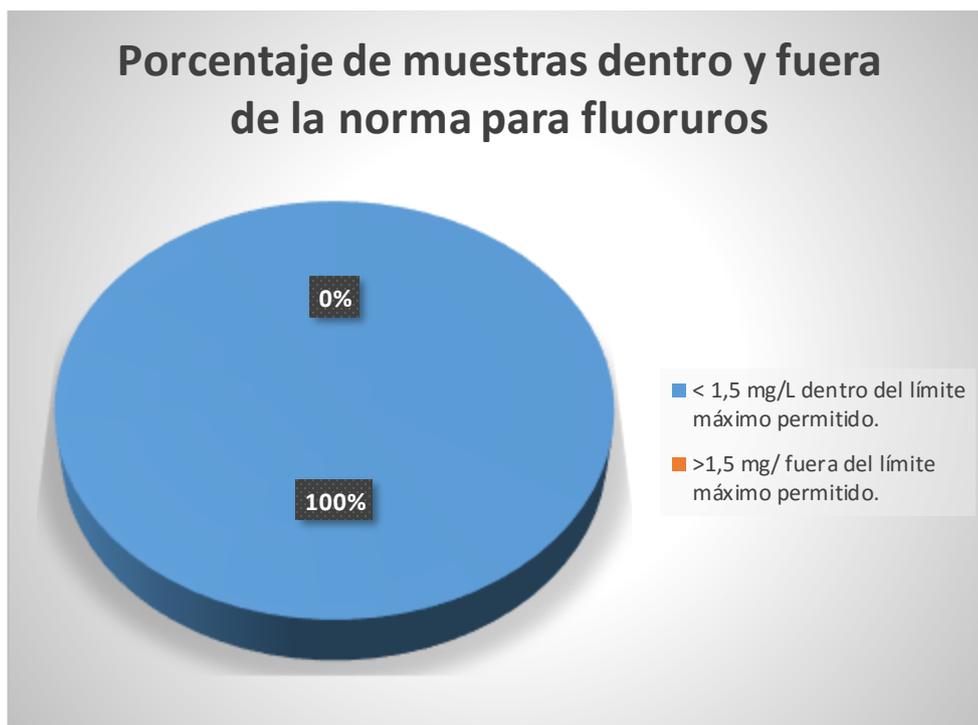


Gráfico 8-3. *Porcentaje de muestras dentro y fuera de la norma para fluoruros*
Realizado por: Yubaille, Diana 2016

3.5.4. *Análisis de los resultados obtenidos para el parámetro flúor*

En cuanto al flúor en el Gráfico 8-3 el 100% de las muestras se encuentra dentro del límite de la norma, que exige un límite de 1,5 mg/L obteniéndose un valor promedio general de 0,92 mg/L valores alentadores y beneficiarios para la población porque en concentraciones <1 mg/L evita el desarrollo de problemas dentales como la caries.

En comparación con la investigación realizadas en el Cantón Ambato, parroquia Totoras por Landa (2016) obtuvo valores elevados, 2,95mg/L en las vertientes y valor máximo 3,4 mg/L en el tanque de almacenamiento para la distribución, estos datos posiblemente se deba a que en esta parroquia el agua sea subterránea, su presencia en el agua se debe principalmente a la infiltración y disolución de este elemento del suelo y rocas que lo contienen, este elemento es uno de los más comunes de la corteza.

3.6. Resultados de análisis microbiológico para Coliformes totales y fecales

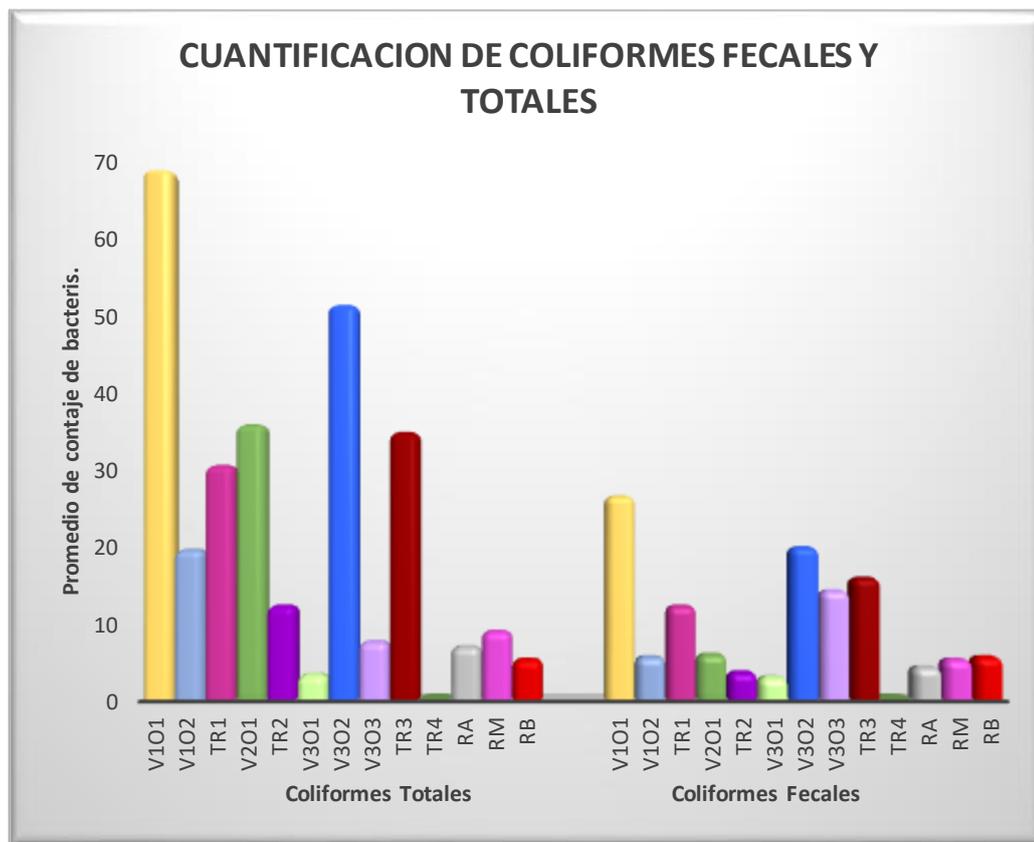


Gráfico 9-3. Cuantificación de colonias de Coliformes fecales por Petrifilm
Realizado por: Yubaille, Diana 2016

3.6.1. Análisis de resultados obtenidos para el parámetro microbiológico

El Gráfico 9-3 muestra el número de colonias que se pudo cuantificar en la placa Petrifilm para Coliformes totales es en promedio 22 UFC/mL y para Coliformes fecales 9 UFC/mL, observando que hay mayor contaminación a nivel de las vertientes ya que se encuentran a la intemperie y no cuentan con un buen sistema de captación, al comparar estos valores con la investigación realizada por (Ramos 2016) que obtuvo Coliformes totales (4-1UFC/ml) y coliformes Fecales (1-0 UFC/ml), determinando así que el agua de consumo de la parroquia Punín no cumple con los límites permisibles por la norma, que da como referencia < 1 significa que no se observan colonias, este recuento elevado de colonias se puede deber a la presencia heces de animales de pastoreo, y heces humanas cerca de estos afluentes de agua, que se arrastra por los factores climáticos. Contaminando así este líquido vital.

En el estudio realizado por Landa (2016) en la parroquia Totoras cantón Ambato, no se evidenció la presencia de colonias de Coliformes fecales analizadas por el mismo método 3M Petrifilm TM

EC probablemente se deba a la presencia de valores elevados de flúor que en 1000 ppm es bactericida, en 250 ppm es bacteriostático y en 10 ppm es antienzimático (Gusman 2002), además el sistema de captación cuenta con una cubierta desde su vertiente y no se exponen a contaminación ambiental.

Tabla 17 -3. Crecimiento de bacterias por método del NMP del agua

	NMP/100mL	V1O1	V1O2	TR1	V2O1	TR2	V3O1	V3O2	V3O3	TR3	TR4	RA	RM	RB
0	<1,1													
1	1,1	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√
2	2,6	√												
3	4,6													
4	8													
5	>8,0													

Realizado por: Yubaille, Diana 2016

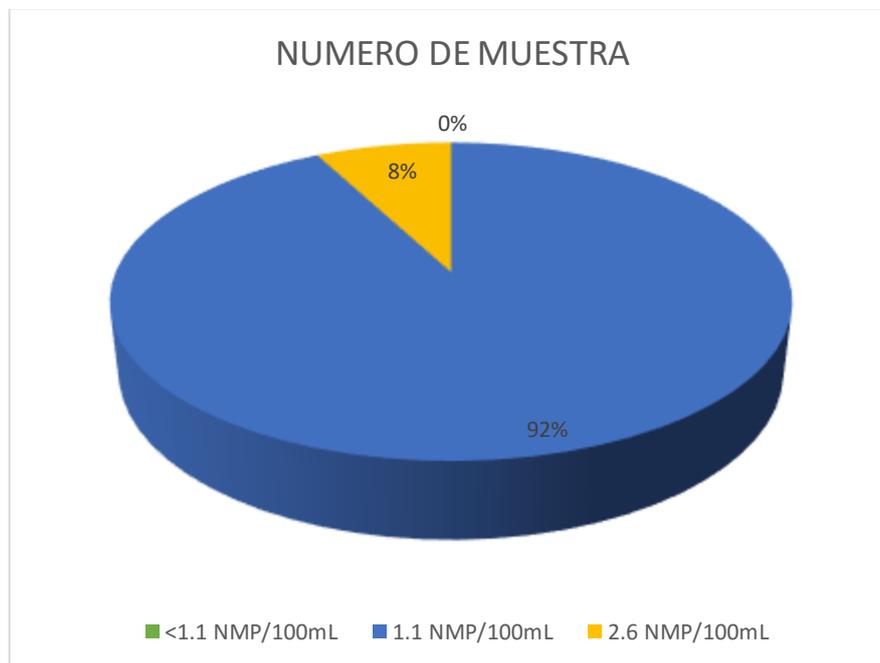


Gráfico 10-3. Resultados de NMP

Realizado por: Yubaille, Diana 2016

3.6.2. Análisis de los resultados obtenidos para Coliformes fecales por NMP

El gráfico 10-3 indica que el 92% de las muestras de agua tienen un crecimiento bacteriano de 1,1 NMP/100 mL lo que nos indica que el agua de consumo humano de la parroquia Punín se encuentra con evidente contaminación fecal, en cuanto al 8% presentó un valor de 2,6 NMP/100 mL, debido a que sobrepasa el límite permitido por la NTE INEN 1108, posiblemente se deba a el arrastre de heces animales, más aun en época lluviosa donde las precipitaciones elevan el riesgo de contaminación, porque se usa como abono orgánico para los cultivos cercanos a las vertientes de agua, a la mala captación, cabe recalcar que los tanques no se encuentran sellados herméticamente lo que facilita la entrada de insectos y residuos que contaminan fácilmente el agua.

Al comparar estos valores con la investigación realizada por Benítez. et, al (2012), con un crecimiento promedio de (28,0 NMP/100mL), probablemente este conteo bacteriano se deba a los factores climáticos analizados en esta investigación (temperatura, precipitación pluvial, humedad) y la mala calidad sanitaria de su entorno.

3.7. Resultados del análisis parasitológico

Tabla 18-3. Resultado del porcentaje de presencia o ausencia de parásitos

Parásito	%AUSENCIA	% PRESENCIA	
		%	TOTAL
<i>E. coli</i>	46	54	13
<i>E. histolítica</i>	61	39	13
<i>Chilomastix mesnili</i>	77	23	13
<i>Ascaris lumbricoide</i>	77	23	13
<i>Giardia lamblia</i>	92	8	13
<i>Cristosporidium parvum</i>	100	0	13

Realizado por: Yubaille, Diana 2016

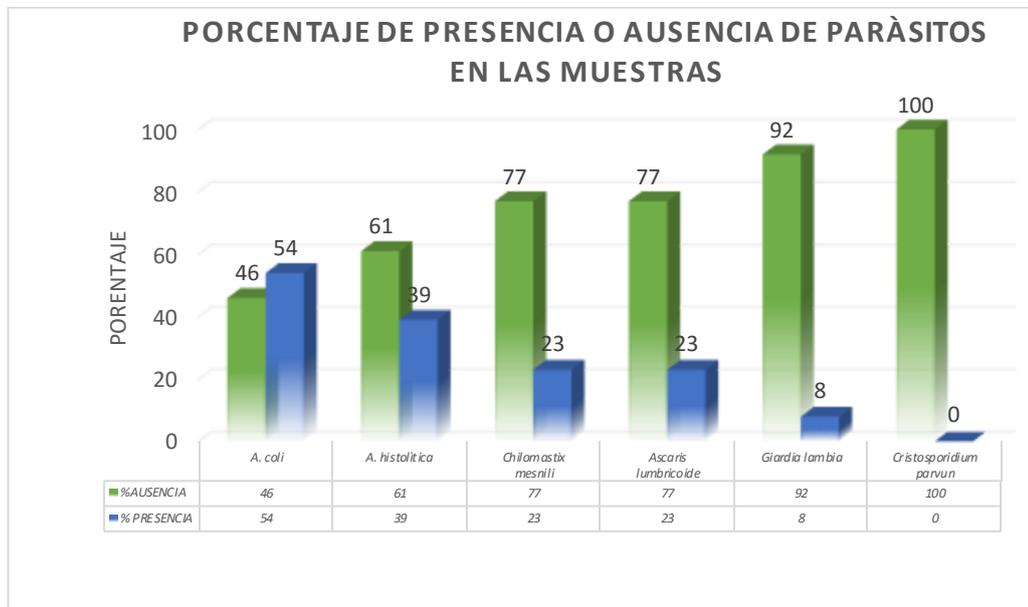


Gráfico 11-3. Porcentaje de presencia o ausencia de parásitos

Realizado por: Yubaille, Diana 2016

3.7.1. Análisis de los resultados parasitológico

En el Gráfico 3-2 se muestra el porcentaje de parásitos presentes en las muestras de agua, de consumo de esta población, teniendo como resultados que el parásito con mayor incidencia es la *Entamoeba coli* con un 54% seguido de la *Entamoeba histolytica*, con el 39%, un 23% para *Chilomastix mesnili* y *Ascaris lumbricoide*, y finalmente un 8% para *Giardia lamblia*, probablemente se debe a una contaminación fecal, de los animales y humanos debido a la eliminación de parásitos a través de las heces, que contaminan fuentes.

Un estudio realizado en Colombia por demostró que un 60,4% del agua que consumían se encontraba contaminada por *Giardia spp*, posiblemente esta contaminación con este parásito se debe a la presencia de basuras, excretas de origen humano y de animales que se crían en la zona, aguas residuales domésticas y mataderos sin sistemas de tratamiento.

Por lo que se consideraría un agua no apta para el consumo humano, por el riesgo sanitario que conlleva, hacia la población especialmente la más vulnerable, niños menores de 5 años.

3.8. Resultados de la resistencia de bacterias

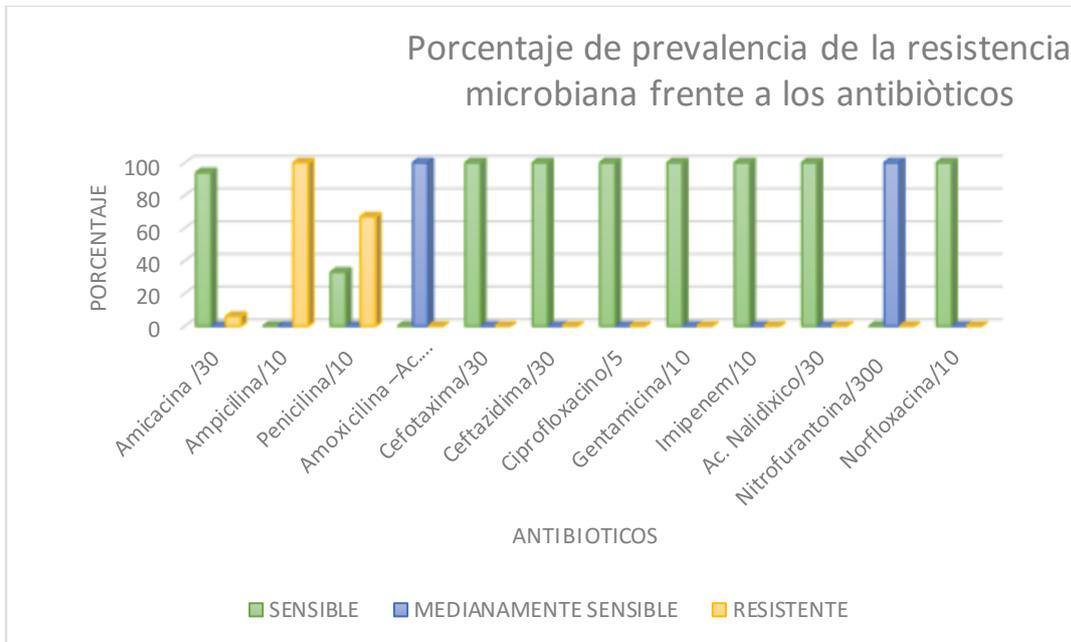


Gráfico 12-3. Porcentaje de sensibilidad a los diferentes antibióticos
Realizado por: Yubaille, Diana 2016

3.8.1. Análisis de resultados de la resistencia de bacterias

En el gráfico 12-3 indica la resistencia a antibióticos que presenta la *Escherichia coli*, aislada de las diferentes muestras de agua, identificada, mediante pruebas bioquímicas, (Indol, Simón Citrato, Kligler, SIM) la misma que desarrollaron resistencia a Ampicilina en un 100%, Penicilina 67% y un 6% hacia la Amikacina, también existen cepas medianamente sensibles con un 100% a Amoxicilina + ácido clavulánico y Nitrofurantoina, probablemente la resistencia se pudo dar debido a mutaciones de las bacterias de soportar los efectos de los antibióticos, ya sea por un abuso y mal uso de los antibióticos, que se suelen usar en animales y en menores casos en cultivos y con producción de leche, sin saber el riesgo que implica, estos contaminantes al encontrarse pudieron contaminar estas fuentes de agua.

En este trabajo fue elevada la resistencia a la Ampicilina lo que refleja el uso indiscriminado de antimicrobianos por el escaso o nulo control en lo referente a esta problemática ya que se administra sin la presencia de profesionales.

CONCLUSIONES

- Se logró determinar los 13 puntos de muestreo, ubicados en la parroquia de Punín, donde se recolectó las diferentes muestras y en sus respectivos muestreos, la NTE INEN 2176:1998 Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo, a las cuales se le realizó la caracterización física- química, microbiológica, de acuerdo a la NTE INEN 1105:1983. Aguas. Muestreo para examen microbiológico, además tomando como referencia para comparar la calidad del agua de esta parroquia con la norma NTE INEN 1108:2014 Agua potable. Requisitos, las mismas que se transportaron a la ESPOCH siguiendo las especificaciones de la norma NTE INEN 2169:1998 para manejo y conservación de muestras. Las cuales fueron transportadas hacia el Laboratorio de aguas para el análisis físico y químico y el Laboratorio clínico para el análisis microbiológico y parasitológico además de analizar la resistencia de la *Escherichia coli*, bacteria aislada y purificada como resultado del análisis microbiológico hacia los diferentes antibióticos. Dicho resultado nos lleva a concluir que para que se obtengan resultados óptimos se debe seguir lo que se especifica en las diferentes normas aquí usadas.
- En base a los datos obtenidos en la investigación el agua de la parroquia Punín no cumple con los parámetros físicos (color, turbidez, STD), posiblemente existe factores como la lluvia, viento que puede alterar estos valores, además de la mala captación del agua en cada una de las vertientes. el único que cumple es el parámetro conductividad Mientras que los parámetros químicos conductividad (pH, nitratos, nitritos, flúor) si se encuentran dentro de los límites exigidos por la norma, valores que indican que no existen indicios de contaminación química, por ejemplo, de plaguicidas derivados nitrogenados, debido a que no se encuentran cerca industrias, que puedan contaminar estos afluentes de agua, ni tampoco existen ríos que la contaminen.
- En cuanto a los resultados del análisis microbiológico, se cuantificó, las colonias Coliformes totales y Coliformes fecales en las vertientes de agua, los tanques de reserva y los domicilios como principal representante la *Escherichia coli* estos se determinó bajo dos métodos NMP, Petrifilm obteniéndose en el 100% de las muestras Bacilos Gram negativos característico de esta bacteria, resultados que reflejan la deficiente calidad del agua de esta parroquia, la misma que se contamina a través de las heces fecales de los animales de pastoreo, e incluso de

humanos que se encuentran cerca de las vertientes, al no cumplir con un buen sistema de captación, almacenamiento y distribución de este líquido vital

- Las cepas aisladas de *Escherichia coli*, presentó resistencia microbiana a diferentes antibióticos mostrando mayor resistencia hacia la Ampicilina y Penicilina seguido de la Amikacina, además se halló cepas medianamente sensibles con un Amoxicilina + ácido clavulánico y Nitrofurantoina, nitrofurantoina, posiblemente esta bacteria puede enfermedades que no se van a poder contrarrestar fácilmente con estos antibióticos ya que como se analizó estas bacterias son resistentes a antibióticos de uso común.
- En cuanto al análisis parasitológico el agua de la parroquia Punín no cumple con inocuidad ya que se encontró parásitos que contaminan el agua con o: *Entamoeba coli*, *Entamoeba hytolitica*, *Chilomastix mesnili*, *Ascaris lumbricoide*, y *Giardia lamblia*, implicando que el agua no es apta para el consumo ya que se está convirtiendo en un vehículo para la transición de parásitos, a la población.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda mejorar la red del sistema de distribución de agua potable, ya que el agua se encuentra contaminada a nivel del sistema de abastecimiento, de ser posible cambiar las tuberías debido a que ya tienen más de 20 años de uso y algunas se encuentran obsoletas.
- Realizar un mantenimiento continuo, y la limpieza de la red de distribución, porque se observó que los tanques de reserva se encuentran con tierra que se precipita hacia el fondo de los mismos.
- Se sugiere que se realice un examen parasitológico, en la escuela, colegio y centros del buen vivir, ya que aquí se encuentran la población considerada la más vulnerable.
- Se recomienda cambiar las tapas de los tanques de captación y reserva de cada uno los acuíferos ya que se encuentran oxidadas y no brindan las condiciones de seguridad e inocuidad.
- En lo posible se recomienda que se busque ayuda técnica de los entes encargados como es el Ilustre Municipio de Riobamba, para la implementación de un sistema de potabilización del agua de esta parroquia, que consistiría en sistema de cloración

BIBLIOGRAFIA

BENÍTEZ, Betty; et al. Calidad microbiológica del agua potable envasada en bolsas y botellas que se venden en la ciudad de Maracaibo , estado Zulia-Venezuela Microbiological Quality of Drinking Water Packaged in Bags and Bottles Sold in Maracaibo , Zulia , Venezuela.2013. *Multiciencias*, vol. 13, no. 1, pp. 16-22.

CABRERA, Cristina.; et al. La resistencia de bacterias a antibióticos , antisépticos y desinfectantes una manifestación de los mecanismos de supervivencia y adaptación 2007. *Colombia Médica*. vol. 38, no. 2, pp. 149-158.

FERNÁNDEZ, Alicia. *Evaluación de la condición del agua para consumo humano en Latinoamérica.*, 1990. , pp. 17-32.

GUZMÁN, Blanca, et al. La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia , 2015. [en línea], vol. 35, pp. 177-190. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v35nspe/v35nspea18.pdf>.

GUSMÁN, A. Concentracion de fluoruros contenidos dendriticos en función a la temperatura. [en línea].2002 [17 septiembre 2016]. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualldata/tesis/salud/atuncar_g_m/t_completo.pdf.

LANDA, Sandra. *Evaluación de la calidad físico químico y microbiológico de agua de consumo humano en la parroquia de Totoras, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.*” 2016. [en línea 17 diciembre 2016]. (Tesis) (Pregrado) S.l.: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Disponible en: www.dspace.espace.edu.ec.

MEJÍA, Mario, *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria , en la microcuenca,* [en línea] 2005, Costa Rica, [17 septiembre 2016]. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0602e/A0602e.pdf>

NTE INEN 2169, 1998. *Agua, calidad de agua, muestreo, manejo y conservacion de muestras* [en línea 12 de Julio del 2016] Disponible en: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2169.1998.pdf>.

NTE INEN 1105, 1983. *Aguas. Muestreo para examen microbiológico.* [en línea]. 1998.

Disponible en: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1105.1998.pdf>.

NTE INEN 1108, 1983. *Agua potable . Requisitos*. [12 de Julio del 2016]. Disponible en: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1105.1998.pdf>.

NTE INEN 971. *Agua potable. Determinación de la turbiedad. Método nefelométrico*. [Consulta: 12 de Julio del 2016]. Disponible en: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0971.1984.pdf>

OMS, Guías para la calidad del agua potable. *Atención Primaria* , 2006. [en línea], vol. 23, no. Vdv, pp. 7. Disponible en: http://201.147.150.252:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1262/Investigao_e_evoluo.pdf?sequence=1.

ORTIZ, Jessica, “ *Evaluación físico-química y microbiológica del agua de la junta administradora de agua potable de la parroquia Quisapincha, cantón Ambato, provincia de Tungurahua* ”, 2016. [en línea 16 agosto 2016]. (Tesis) (Pregrado) S.I.: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Disponible en: www.dspace.esPOCH.edu.ec.

PACHECO, et al., Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán ,México *En: Redalyc*.2004. [en línea], vol. 8, no. 2, pp. 165-179. Disponible en: <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen8/diagnostico.pdf>.

PLÜAS, Maria., 2015. *Calidad de agua de consumo humano en el proceso de captación, tratamiento, distribución y consumo en la parroquia Venus del río Quevedo del Cantón Quevedo, provincia de los Ríos* [en línea] (Tesis) (Pregrado) Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1292>.

RAMOS, Ana., *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* (Tesis)2016, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.

REASCOS, BLANCA . y YAR, Brenda., *Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del cantón Cotacachi y propuesta de medidas correctivas*, 2010. Tesis) (Pregrado) [en línea]: Universidad Técnica del Norte. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/221>.

SANCHES, Hector et al., *Calidad bacteriológica del agua para consumo humano en zonas de alta marginación de Chiapas*. 2000. MEXICO: s.n.

SEVERICHE, Carlos et al., Manual de métodos analíticos para la determinación de parámetros fisicoquímicos básicos en aguas 2013, pp. 101.

SOLARTE, Yezid et al, Transmisión de protozoarios patógenos a través del agua para consumo humano 2006.. vol. 37, pp. 74-82.

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS, Manual De Métodos De Ensayo Para Agua Potable.2007. [en línea]. Segunda., pp. 269. Disponible en: http://www.siss.gob.cl/577/articles-9648_recurso_1.pdf.

TACURI, José y VEINTIMILLA, Oscar., *Control microbiológico y físico-químico del agua potable del sistema de abastecimiento del cantón Santa Isabel*. (Tesis) (Pregrado) Universidad de Cuenca.

TIERRA, Fabricio., “*Evaluación de la calidad física, química y microbiológica del agua de consumo humano de la parroquia de San Luis, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*”, 2015. [en línea]. (Tesis) (Pregrado) S.l.: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Disponible en: www.dspace.esPOCH.edu.ec.

TORRES, Patricia et al., Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua *Revista Ingeniería*, 2009, vol. 8, no. 15, pp. 79-94.

UNESCO, *Informe de la ONU sobre el desarrollo de los recursos hídricos del mundo*. 2003. UNESCO / M. Paris-France: United Nations.

VIDAL, Jhon., Assessment of the microbiological quality of water packed in bags manufactured in sincelejo-colombia.2009. *Revista MVZ Cordova*, vol. 14, no. 2, pp. 1736-1744.

ANEXO B. Tabla -3 19. Resultado de análisis de Coliformes totales por petrifilm

PARÁMETRO	LIMITE PERMISIBLE	LUGAR	MUESTREO					NORMA INEN 1108	
			M1	M2	M3	TOTAL	PROMEDIO	CUMPLE	
								SI	NO
Coliformes fecales	< 1 ** UFC/100mL	V1O1	36	19	25	80	27		√
		V1O2	5	7	5	17	6		√
		TR1	12	10	15	37	12		√
		V2O1	8	4	6	18	6		√
		TR2	10	1	0	11	4		√
		V3O1	2	4	3	9	3		
		V3O2	23	20	17	60	2		
		V3O3	14	11	18	43	14		√
		TR3	18	14	16	48	16		√
		TR4	0	0	0	0	0		
		RA	7	2	4	13	4		√
		RM	7	5	4	16	5		√
		RB	8	4	5	17	6		√

**** < 1 significa que no se observan colonias**

ANEXO C. Norma NTE INEN 1108:2014 Agua potable. Requisitos.

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	AGUA POTABLE REQUISITOS	NTE INEN 1108:2014 Quinta revisión 2014-01
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 Works Association) y WEF (Water Environment Federation). <i>Métodos Estandarizados para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales</i> (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.		

ANEXO C. Norma NTE INEN 1108:2014 Agua potable. Requisitos.

NTE INEN 1108

2014-01

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 ^a	mg/l	0,3 a 1,5 ^b
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 total α ^c	Bq/l	0,5
Radiación total β ^{cc}	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,04

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

^b Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ²¹⁰Po, ²²⁴Ra, ²²⁸Ra, ²³²Th, ²³⁵U, ²³⁸U, ²⁴⁴Pu

^{cc} Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ⁶⁰Co, ⁸⁹Sr, ⁹⁰Sr, ¹³⁷I, ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb, ²¹⁰Ra

ANEXO C. Norma NTE INEN 1108:2014 Agua potable. Requisitos.

NTE INEN 1108

2014-01

TABLA 2. Sustancias orgánicas

	UNIDAD	Limite máximo permitido
Hidrocarburos policíclicos aromáticos HAP	mg/l	0,0007
Benzo [a] pireno		
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	0,0008
1,2Dibromoetano	mg/l	0,0004
1,4- Dioxano	mg/l	0,05
Acido Nitrilotriacético	mg/l	0,2

TABLA 3. Plaguicidas

	UNIDAD	Limite máximo permitido
Atrazina y sus metabolitos cloro-s-triazina	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
Aldrin y Dieldrin	mg/l	0,00003
Carbofuran	mg/l	0,007
Clorpirifos	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	0,008
Endrin	mg/l	0,0008
Terbutilazina	mg/l	0,007
Clordano	mg/l	0,0002
Hidroxiatrazina	mg/l	0,2

ANEXO C. Norma NTE INEN 1108:2014 Agua potable. Requisitos.

NTE INEN 1108

2014-01

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
• Bromodichlorometano	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).

ANEXO C. Norma NTE INEN 1108:2014 Agua potable. Requisitos.

NTE INEN 1108

2014-01

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.

ANEXO C. Norma NTE INEN 1108:2014 Agua potable. Requisitos.

NTE INEN 1108

2014-01

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	NUMERO TOTAL DE MUESTRAS POR AÑO
< 5 000	12
5 000 – 100 000	12 POR CADA 5 000 PERSONAS
> 100 000 – 500 000	120 MAS 12 POR CADA 10 000 PERSONAS
> 500 000	600 MAS 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

ANEXO C. Norma NTE INEN 1108:2014 Agua potable. Requisitos.

NTE INEN 1108

2014-01

APÉNDICE Z

BIBLIOGRAFÍA

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



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 169:98

AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS.

Primera Edición

WATER. WATER QUALITY. SAMPLING. HANDLING AND MAINTENANCE OF SAMPLES.

First Edition

DESCRIPTORES: Agua, calidad, muestreo, muestras para el análisis, preservación, manejo, condiciones generales.
AL 01.06-202
CDD: 614.777.620.113
CIS: 42-420-4200
ICS: 13.060.01

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS.	NTE INEN 2 169:98 1998-11
---	--	--

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece las precauciones generales que se deben tomar para conservar y transportar muestras de agua y describe las técnicas de conservación más usadas.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica particularmente cuando una muestra (simple o compuesta) no puede ser analizada en el sitio de muestreo y tiene que ser trasladada al laboratorio para su análisis.

3. DISPOSICIONES GENERALES

3.1 Las aguas, particularmente las aguas superficiales y sobre todo las aguas residuales, son susceptibles a cambios en diferente grado como resultado de las reacciones físicas, químicas o biológicas, las cuales tienen lugar desde el momento del muestreo y durante el análisis. La naturaleza y el rango de estas reacciones son tales que, si no se toman precauciones antes y durante el transporte, así como durante el tiempo en el cual las muestras son conservadas en el laboratorio antes del análisis, las concentraciones determinadas en el laboratorio serán diferentes a las existentes en el momento del muestreo.

3.2 Principalmente en casos de duda, se debe consultar al analista y/o al especialista que interpretará los resultados, antes de decidir sobre el método preciso de conservación y manipulación.

3.3 Las causas de variación son numerosas, algunas de ellas son las siguientes:

- a) Las bacterias, algas y otros microorganismos pueden consumir ciertos elementos presentes en la muestra; pueden modificar la naturaleza de los constituyentes para producir nuevos. Esta actividad biológica afecta, por ejemplo: al contenido de oxígeno disuelto, al dióxido de carbono, a los compuestos de nitrógeno, fósforo y algunas veces al silicio.
- b) Ciertos compuestos pueden ser oxidados por el oxígeno disuelto contenido en las muestras o por el oxígeno atmosférico, por ejemplo: compuestos orgánicos, hierro (II), sulfatos, etc.
- c) Ciertas sustancias pueden precipitar, por ejemplo: calcio, carbonatos, metales y compuestos metálicos como: hidróxido de aluminio $[Al(OH)_3]$, fosfato de magnesio $[Mg_3(PO_4)_2]$; o perderse en la fase gaseosa (por ejemplo: oxígeno, cianuro, mercurio).
- d) El pH, la conductividad, el contenido de dióxido de carbono, etc. pueden modificarse por la absorción del dióxido de carbono del aire.
- e) Los metales disueltos o en estado coloidal así como ciertos compuestos orgánicos pueden ser absorbidos o adsorbidos irreversiblemente sobre la superficie de los recipientes o por los materiales sólidos contenidos en la muestra.
- f) Los productos polimerizados pueden despolimerizarse; lo contrario los compuestos simples pueden polimerizarse.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Agua, calidad, muestreo, muestras para el análisis, preservación, manejo, condiciones generales.

3.4 La extensión de estas reacciones está en función de la naturaleza química y biológica de la muestra, de su temperatura, su exposición a la luz, la naturaleza del recipiente en el cual se coloca, el tiempo entre el muestreo y el análisis, las condiciones a la que ha sido sometida, por ejemplo: reposo o agitación durante el transporte, etc.

3.5 Los cambios relativos a un constituyente en particular varían en grado y velocidad no solamente en función del tipo de agua, sino también en función de las condiciones ambientales.

3.6 Debe enfatizarse que estas variaciones son, muchas veces, lo suficientemente rápidas como para modificar considerablemente la muestra en varias horas. En todo caso, se deben tomar las precauciones necesarias para minimizar estas reacciones, y en el caso de la determinación de muchos parámetros realizar el análisis sin demora.

3.7 Como las variaciones en la muestra de agua se deben en gran medida a procesos biológicos, se debe escoger de entre varios métodos de conservación el que no introduzca contaminación inaceptable.

3.8 El tiempo durante el cual la muestra conservada está almacenada antes del análisis puede variar.

3.9 Como una guía puede decirse que los métodos de conservación son menos efectivos en las aguas residuales crudas que en las aguas residuales purificadas (efluentes de las plantas de tratamiento biológico). También se ha observado que el comportamiento de varias muestras de aguas residuales durante el almacenamiento es diferente, dependiendo de si las muestras han sido tomadas de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales o industriales.

3.10 Por otro lado, las aguas superficiales y las aguas subterráneas, pueden almacenarse con mayor efectividad. En el caso de aguas potables, el problema del almacenamiento se resuelve más fácilmente debido a que son menos susceptibles a reacciones biológicas o químicas.

3.11 Dependiendo de estas variaciones que afectan las muestras de agua, puede ser necesario, para ciertas determinaciones, tomar muestras individuales en vez de colectivas y analizarlas inmediatamente en el lugar del muestreo. Debe recordarse que el almacenamiento de muestras por períodos largos sólo es posible para la determinación de un número limitado de parámetros.

3.12 Pese a las numerosas investigaciones que han sido realizadas con el objeto de recomendar métodos los cuales hagan posible guardar las muestras de agua sin modificaciones en su composición, es imposible dar reglas absolutas, que cubran todos los casos y situaciones y que no presenten excepciones.

3.13 En todos los casos, el método de almacenaje, debe ser compatible con las técnicas analíticas que serán usadas.

3.14 Como se ha establecido en los párrafos anteriores es imposible dar reglas absolutas para la conservación, por lo que se deben considerar las siguientes recomendaciones:

3.14.1 La duración de la conservación, la naturaleza del recipiente y la eficacia de los procesos de conservación, no dependen, solamente de los elementos y de los niveles a ser analizados, sino también de la naturaleza de la muestra. Las tablas por lo tanto se deben considerar como una guía.

3.14.2 No debe existir una diferencia significativa entre los resultados de una determinación realizada inmediatamente y los resultados obtenidos luego de la conservación; cada analista debe por lo tanto verificar el método particular de análisis que intenta usar, y si las sugerencias de las tablas son adecuadas para la muestra que él está procesando.

(Continúa)

3.14.2.1 La tabla 1 es una guía general para la conservación de muestras. La naturaleza de las aguas naturales y de las aguas residuales necesitan, antes del análisis, un tratamiento de acuerdo a lo establecido en ésta tabla.

3.14.2.2 La tabla 2 da una guía de los parámetros que se pueden analizar utilizando un mismo método de conservación o preservación. Los parámetros no enlistados en ésta tabla, normalmente no se conservan o preservan utilizando estos métodos.

3.14.2.3 La tabla 3 indica los métodos adecuados para la conservación de las muestras destinadas al análisis microbiológico.

3.14.2.4 La tabla 4 proporciona métodos adecuados para la preservación de los grupos de vegetales y animales más estudiados. Los parámetros biológicos a ser determinados son numerosos y varias veces varían de una especie biológica a otra. Por ésta razón es imposible detallar una lista completa de todas las precauciones que se deben tomar para preservar la muestra.

3.14.2.5 La tabla 5 indica los métodos adecuados para la preservación de las muestras destinadas al análisis de radio químicos.

3.14.3 Esta norma indica los métodos de análisis a ser ejecutados, y cuando es posible los métodos de preservación recomendados para ese análisis.

3.14.4 Además, dado que puede existir incompatibilidad entre el análisis a ser realizado y los varios tipos de preservantes y recipientes posibles, es necesario tomar varias muestras de la misma agua y tratar, a cada una de ellas, en relación al análisis para el cual fueron tomadas. La elección del procedimiento de preservación debe estar sujeto a la consulta con el analista.

4. MANEJO Y CONSERVACIÓN

4.1 El uso de recipientes apropiados

4.1.1 Es muy importante escoger y preparar los recipientes.

4.1.2 El recipiente que va a contener la muestra, y la tapa, no deben:

- a) ser causa de contaminación (por ejemplo: recipientes de vidrio borosilicato o los de sodio-cal, pueden incrementar el contenido de silicio y sodio);
- b) absorber o adsorber los constituyentes a ser determinados (por ejemplo: los hidrocarburos pueden ser absorbidos en un recipiente de polietileno; trazas de los metales pueden ser adsorbidas sobre la superficie de los recipientes de vidrio, lo cual se previene acidificando las muestras);
- c) reaccionar con ciertos constituyentes de la muestra (por ejemplo: los fluoruros reaccionan con el vidrio).

4.1.3 El uso de recipientes opacos o de vidrio ámbar puede reducir las actividades fotosensitivas considerablemente.

4.1.4 Es preferible reservar un juego de recipientes para las determinaciones especiales de forma que se reduzcan al mínimo los riesgos de contaminación cruzada.

4.1.5 Las precauciones son necesarias en cualquier caso, para prevenir que los recipientes que anteriormente hayan estado en contacto con muestras de alta concentración de algún elemento, contaminen posteriormente muestras de baja concentración. Los recipientes desechables son adecuados, si son económicos para prevenir este tipo de contaminación pero no se recomiendan para determinaciones de parámetros especiales como los de pesticidas organoclorados.

4.1.6 Las muestras blanco de agua destilada deben tomarse, conservarse y analizarse como un control de la elección del recipiente y del proceso de lavado.

4.1.7 Cuando las muestras son sólidas o semisólidas, se deben usar jarras o botellas de boca ancha.

4.2 Preparación de recipientes

4.2.1 Recipientes de muestras para análisis químicos

4.2.1.1 Para el análisis de trazas de constituyentes químicos, de agua superficial o residual, es necesario lavar los recipientes nuevos con el fin de minimizar la contaminación de la muestra; el tipo de limpiador usado y el material del recipiente varían de acuerdo a los constituyentes a ser analizados.

4.2.1.2 El recipiente nuevo de vidrio, se debe lavar con agua y detergente para retirar el polvo y los residuos del material de empaque, seguido de un enjuague con agua destilada o desionizada.

4.2.1.3 Para el análisis de trazas, los recipientes se deben llenar con una solución 1 mol/l de ácido clorhídrico o de ácido nítrico y dejarlos en contacto por un día, luego enjuagar completamente con agua destilada o desionizada.

4.2.1.4 Para la determinación de fosfatos, sílice, boro y agentes surfactantes no se deben usar detergentes en la limpieza de los recipientes.

4.2.1.5 Para el análisis de trazas de materia orgánica puede ser necesario un pretratamiento especial de las botellas (ver 4.2.2).

4.2.2 Recipientes de muestras para determinación de pesticidas, herbicidas y sus residuos.

4.2.2.1 Se deben usar recipientes de vidrio (preferiblemente ámbar), debido a que los plásticos, excepto el politetrafluoroetileno (PTFE), pueden introducir interferencias que son significativas en el análisis de trazas.

4.2.2.2 Todos los recipientes, se deben lavar con agua y detergente, seguido de un enjuague con agua destilada o desionizada, secados en estufa a 105 °C por 2 h y enfriados antes de enjuagarlos con el disolvente de extracción que se usará en el análisis. Finalmente se deben secar con una corriente de aire purificado o de nitrógeno.

4.2.2.3 A los recipientes que han sido usados anteriormente, se debe realizar una extracción con acetona por 12 h seguido de un enjuague con hexano y de un secado como el descrito en el párrafo anterior.

4.2.3 Recipientes de muestras para análisis microbiológico.

4.2.3.1 Deben ser aptos para resistir la temperatura de esterilización de 175 °C durante 1 h y no deben producir o realizar cambios químicos a esta temperatura que inhiban la actividad biológica; inducir la mortalidad o incentivar el crecimiento.

4.2.3.2 Cuando se usa la esterilización a bajas temperaturas (por ejemplo: esterilización con vapor) se pueden usar recipientes de polycarbonato y de polipropileno resistente al calor. Las tapas y otros sistemas de cierre deben ser resistentes a la misma temperatura de esterilización.

(Continúa)

4.2.3.3 Los recipientes deben estar libres de ácidos, álcalis y compuestos tóxicos. Los recipientes de vidrio se deben lavar con agua y detergente seguido de un enjuague con agua destilada; luego deben ser enjuagados con ácido nítrico (HNO_3) 10% (v/v), seguido de un enjuague con agua destilada para remover cualquier residuo de metales pesados o de cromatos.

4.2.3.4 Si las muestras contienen cloro, se debe adicionar tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) antes de la esterilización de los recipientes (ver tabla 3). Con esto se elimina la inactivación de las bacterias debida al cloro.

4.3 Llenado del recipiente

4.3.1 En muestras que se van a utilizar para la determinación de parámetros físicos y químicos, llenar los frascos completamente y taparlos de tal forma que no exista aire sobre la muestra. Esto limita la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte (así se evita la modificación del contenido de dióxido de carbono y la variación en el valor del pH, los bicarbonatos no se conviertan a la forma de carbonatos precipitables; el hierro tienda a oxidarse menos, limitando las variaciones de color, etc.).

4.3.2 En las muestras que se van a utilizar en el análisis microbiológico, los recipientes, no deben llenarse completamente de modo que se deje un espacio de aire después de colocar la tapa. Esto permitirá mezclar la muestra antes del análisis y evitar una contaminación accidental.

4.3.3 Los recipientes cuyas muestras se van a congelar como método de conservación, no se deben llenar completamente (ver 4.4).

4.4 Refrigeración y congelación de las muestras

4.4.1 Las muestras se deben guardar a temperaturas más bajas que la temperatura a la cual se recolectó. Los recipientes se deben llenar casi pero no completamente.

4.4.2 La refrigeración o congelación de las muestras es efectiva si se la realiza inmediatamente luego de la recolección de la muestra. Se debe usar, cajas térmicas o refrigeradores de campo desde el lugar del muestreo.

4.4.3 El simple enfriamiento (en baño de hielo o en refrigerador a temperaturas entre 2°C y 5°C) y el almacenamiento en un lugar oscuro, en muchos casos, es suficiente para conservar la muestra durante su traslado al laboratorio y por un corto período de tiempo antes del análisis. El enfriamiento no se debe considerar como un método de almacenamiento para largo tiempo, especialmente en el caso de las aguas residuales domésticas y de las aguas residuales industriales (ver tabla 1).

4.4.4 El congelamiento (-20°C) permite un incremento en el período de almacenamiento, sin embargo, es necesario un control del proceso de congelación y descongelación a fin de retomar a la muestra a su estado de equilibrio inicial luego del descongelamiento. En este caso, se recomienda el uso de recipientes de plástico (cloruro de polivinilo). Los recipientes de vidrio no son adecuados para el congelamiento. *Las muestras para análisis microbiológico no se deben congelar.*

4.5 Filtración y centrifugación de muestras

4.5.1 La materia en suspensión, los sedimentos, las algas y otros microorganismos deben ser removidos en el momento de tomar la muestra o inmediatamente después por filtración a través de papel filtro, membrana filtrante o por centrifugación. La filtración no es aplicable si el filtro es capaz de retener unos o más de los componentes a ser analizados. También es necesario que el filtro no sea causa de contaminación y que sea cuidadosamente lavado antes del uso, pero de manera compatible con el método final de análisis.

(Continúa)

4.5.2 El análisis puede involucrar la separación de las formas solubles o insolubles por filtración (por ejemplo: de un metal).

4.5.3 Las membranas se deben usar con cuidado ya que varios metales pesados y materia orgánica pueden ser adsorbidos en la superficie de la membrana, y los compuestos solubles de la membrana pueden ser extraídos por la muestra.

4.6 Adición de preservantes

4.6.1 Ciertos constituyentes físicos o químicos se estabilizan por la adición de compuestos químicos, directamente a la muestra luego de recolectada, o adicionando al recipiente cuando aún está vacío. Los compuestos químicos así como sus concentraciones son muy variados. Los compuestos químicos de más uso son:

- a) ácidos,
- b) soluciones básicas,
- c) biácidos y
- d) reactivos especiales, necesarios para la conservación específica de ciertos elementos (por ejemplo: para la determinación de oxígeno, cianuros totales y sulfitos se requiere de la fijación para los mismos en la muestra inmediatamente en el sitio de la recolección, ver tabla 1).

4.6.1.1 *Precaución* - Se debe evitar el uso de cloruro de mercurio (II) ($HgCl_2$) y de acetato-fenil mercurio (II) ($CH_3CO_2HgC_6H_5$).

4.6.2 Se debe recordar que ciertos preservantes (por ejemplo: los ácidos, el cloroformo) se deben usar con precaución, por el peligro que involucra su manejo. Los operadores deben ser advertidos de esos peligros y de las formas de protección.

4.6.3 Los preservantes usados no deben interferir en la determinación; en casos de duda se aconseja realizar una prueba para comprobar su compatibilidad. Cualquier dilución de la muestra por la adición de preservantes se debe tomar en cuenta durante el análisis y el cálculo de resultados.

4.6.4 Es preferible realizar la adición de preservantes usando soluciones concentradas de tal forma que sean necesarios volúmenes pequeños; esto permite que la dilución de las muestras por estas adiciones no sean tomadas en cuenta en la mayoría de los casos.

4.6.5 La adición de estos agentes, puede modificar también la naturaleza física o química de los elementos, por lo tanto es importante que esas modificaciones no sean incompatibles con los objetivos de la determinación, (por ejemplo: la acidificación puede solubilizar a los compuestos coloidales o a los sólidos, por esto, se debe usar con cuidado si la finalidad de las mediciones es la determinación de los elementos disueltos. Si el objeto del análisis es la determinación de la toxicidad para los animales acuáticos, se debe evitar la solubilización de ciertos elementos, particularmente de metales pesados que son tóxicos en su forma iónica. Las muestras deben ser analizadas lo más pronto posible).

4.6.6 Realizar un ensayo del blanco, cuando se determinan trazas de elementos, para evaluar la posible introducción de estos elementos en la adición de los preservantes; (por ejemplo: los ácidos pueden introducir cantidades significativas de mercurio, arsénico y plomo). En este caso se deben usar los mismos preservantes empleados en la muestra para preparar el ensayo del blanco.

4.7 Identificación de las muestras

4.7.1 Los recipientes que contienen las muestras deben estar marcados de una manera clara y permanente, que en el laboratorio permita la identificación sin error.

(Continúa)

4.7.2 Anotar, en el momento del muestreo todos los detalles que ayuden a una correcta interpretación de los resultados (fecha y hora del muestreo, nombre de la persona que muestreó, naturaleza y cantidad de los preservantes adicionados, tipo de análisis a realizarse, etc.).

4.7.3 Las muestras especiales con material anómalo, deben ser marcadas claramente y acompañadas de la descripción de la anomalía observada. Las muestras que contienen material peligroso o potencialmente peligroso, por ejemplo ácidos, deben identificarse claramente como tales.

4.8 Transporte de las muestras

4.8.1 Los recipientes que contienen las muestras deben ser protegidos y sellados de manera que no se deterioren o se pierda cualquier parte de ellos durante el transporte.

4.8.2 El empaque debe proteger los recipientes de la posible contaminación externa y de la rotura, especialmente de la cercana al cuello y no deben ser causa de contaminación.

4.8.3 Durante la transportación, las muestras deben guardarse en ambiente fresco y protegidas de la luz; de ser posible cada muestra debe colocarse en un recipiente individual impermeable.

4.8.4 Si el tiempo de viaje excede al tiempo máximo de preservación recomendado antes del análisis, estas muestras deben reportar el tiempo transcurrido entre el muestreo y el análisis; y su resultado analítico debe ser interpretado por un especialista.

4.9 Recepción de las muestras en el laboratorio

4.9.1 Al arribar al laboratorio, las muestras deben, si su análisis no es posible inmediatamente, ser conservadas bajo condiciones que eviten cualquier contaminación externa y que prevengan cambios en su contenido.

4.9.2 Es recomendable para este propósito el uso de refrigeradoras o de lugares fríos y oscuros.

4.9.3 En todos los casos y especialmente cuando se requiera establecer la cadena de custodia es necesario verificar el número recibido, contra el registro del número de recipientes enviados por cada muestra.



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 176:1998

AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO.

Primera Edición

WATER QUALITY. SAMPLING. GUIDANCE ON SAMPLING TECHNIQUES.

First Edition

DESCRIPTORES: Agua, calidad, muestreo, equipo de muestreo, condiciones generales.
PL 01.05-203
CDD: 614.777.620.113
CIR: 42.420.4200

Ecuatoriana Opcional	CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO.	2 176:1998 1998-08
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece guías sobre las técnicas de muestreo usadas para obtener los datos necesarios en los análisis de control de calidad, de las aguas naturales, poluidas y aguas residuales para su caracterización.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a las técnicas de muestreo generales.</p> <p>2.2 No se aplica a los procedimientos para situaciones especiales de muestreo.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para el propósito de esta norma, se aplican las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 <i>Muestra compuesta.</i> Es la formada por dos o más muestras o submuestras, mezcladas en proporciones conocidas, de la cual se puede obtener un resultado promedio de una característica determinada. Las proporciones para la mezcla se basan en las mediciones del tiempo y el flujo.</p> <p>3.1.2 <i>Muestra instantánea, puntual, individual.</i> Es la muestra tomada al azar (con relación al tiempo y/o lugar de un volumen de agua).</p> <p>3.1.3 <i>Muestreador.</i> Es el equipo usado para obtener una muestra de agua, para el análisis de varias características predefinidas.</p> <p>3.1.4 <i>Muestreo.</i> Es el proceso de tomar una porción, lo más representativa, de un volumen de agua para el análisis de varias características definidas.</p> <p style="text-align: center;">4. TIPOS DE MUESTRA</p> <p>4.1 Los datos analíticos obtenidos mediante la determinación de parámetros como: las concentraciones de material inorgánico, minerales o químicos disueltos, gases disueltos, materia orgánica disuelta y materia en suspensión en el agua o en el sedimento en un tiempo y lugar específicos o a intervalos de tiempo y en un lugar en particular son necesarios para indicar la calidad del agua.</p> <p>4.1.1 Ciertos parámetros, como las concentraciones de gases disueltos deben medirse "in situ", para obtener resultados exactos. Se debe tener en cuenta que los procesos para conservar la muestra se realizará en los casos específicos (ver NTE INEN 2 169).</p> <p>4.1.2 Se recomienda separar las muestras que van a ser usadas en los análisis químicos, microbiológicos y biológicos, debido a que el proceso y el equipo para la recolección y manejo de las muestras es diferente.</p> <p>4.1.3 Las técnicas de muestreo varían de acuerdo a situaciones específicas. Los diferentes tipos de muestreo son descritos en el capítulo 5.</p>		

4.1.4 Es necesario diferenciar el muestreo para agua estancada y el muestreo para agua corriente.

4.1.5 El muestreo puntual (4.2) y el muestreo compuesto (4.6) se aplican a aguas estancadas y corrientes, mientras que el muestreo en serie (4.5) es más adecuado para aguas estancadas.

4.2 Muestras puntuales

4.2.1 Las muestras puntuales son muestras individuales, recogidas de forma manual o automática, para aguas en la superficie, a una profundidad específica y en el fondo.

4.2.2 Cada muestra, normalmente, representará la calidad del agua solamente en el tiempo y en el lugar en que fue tomada. El muestreo automático equivale a una serie de muestras tomadas en un tiempo preestablecido o en base a los intervalos de flujo.

4.2.3 Se recomienda tomar muestras puntuales si: el flujo del agua a muestrear no es uniforme, si los valores de los parámetros de interés no son constantes o si el uso de la muestra compuesta presenta diferencias con la muestra individual debido a la reacción entre las muestras.

4.2.4 La muestra puntual es adecuada para la investigación de una posible contaminación y en estudios para determinar su extensión o en el caso de recolección automática de muestra individual para determinar el momento del día cuando los contaminantes están presentes. También se puede tomar muestras puntuales para establecer un programa de muestreo más extensivo. Las muestras puntuales son esenciales cuando el objetivo del programa de muestreo es estimar si la calidad del agua cumple con los límites o se aparta del promedio de calidad.

4.2.5 La toma de muestras puntuales se recomienda para la determinación de parámetros inestables como: la concentración de gases disueltos, cloro residual y sulfitos solubles.

4.3 Muestras periódicas.

4.3.1 Muestras periódicas tomadas a intervalos de tiempo fijos (dependientes del tiempo), estas muestras se toman usando un mecanismo cronometrado para iniciar y finalizar la recolección del agua durante un intervalo de tiempo específico. Un procedimiento común es bombear la muestra dentro de uno o más recipientes durante un período fijo, el volumen está determinado para cada recipiente (Ver nota 1).

4.3.2 Muestras periódicas tomadas a intervalos fijos de flujo (dependientes del volumen), estas muestras son tomadas cuando el criterio de la calidad del agua y el volumen del efluente no están relacionados. Para cada unidad de volumen de flujo, se toma una muestra controlada independientemente del tiempo.

4.3.3 Muestras periódicas tomadas a intervalos fijos de flujo (dependientes del flujo), estas muestras se toman cuando las variaciones en el criterio de calidad del agua y la variación del flujo del efluente no están relacionados. Se toman volúmenes diferentes de muestra a intervalos constantes de tiempo. El volumen depende del flujo.

4.4 Muestras continuas

4.4.1 Muestras continuas tomadas a flujos fijos, las muestras tomadas por esta técnica contienen todos los constituyentes presentes durante un período de muestreo, pero en muchos casos no proporciona información de la variación de la concentración de parámetros específicos durante el período de muestreo.

NOTA 1 - El parámetro de estudio puede verse afectado durante el intervalo de tiempo.

4.4.2 Muestras continuas tomadas a flujos variables, las muestras de flujo proporcional son representativas de la calidad del cuerpo de agua. Si el flujo y la composición varían, las muestras de flujo proporcional pueden variar, las muestras de flujo proporcional pueden revelar variaciones las cuales no pueden ser observadas con el uso de muestras puntuales, siempre que las muestras se mantengan individuales y que el número de muestras sea suficiente para diferenciar los cambios de composición. Por lo tanto, este es el método más preciso para el muestreo de agua corriente, aun cuando el rango de flujo y la concentración de polutantes varíen significativamente.

4.5 Muestras en serie

4.5.1 Muestras para establecer perfiles en profundidad, es una serie de muestras de agua tomadas a varias profundidades en el cuerpo de agua y en un punto específico.

4.5.2 Muestras para establecer perfiles de áreas, es una serie de muestras de agua tomadas a una profundidad específica del cuerpo de agua en varios puntos.

4.6 Muestras compuestas

4.6.1 Las muestras compuestas se pueden obtener de forma manual o automática, sin importar el tipo de muestreo. (Dependiente del flujo, tiempo, volumen o localización). Se toman continuamente muestras que se reúnen para obtener muestras compuestas.

4.6.2 Las muestras compuestas suministran el dato de composición promedio. Por lo tanto, antes de mezclar las muestras se debe verificar que ese es el dato requerido o que los parámetros de interés no varían significativamente durante el periodo de muestreo.

4.6.3 Las muestras compuestas son recomendables cuando la conformidad con un límite está basado en la calidad promedio del agua.

4.7 Muestras de grandes volúmenes

4.7.1 Algunos métodos de análisis para ciertas determinaciones requieren del muestreo de grandes volúmenes, desde 50 litros a varios metros cúbicos. Estas muestras son necesarias cuando se analizan pesticidas o microorganismos que no pueden ser cultivados. La muestra se recolecta de la manera convencional, tomando precauciones para asegurar la limpieza total del recipiente o del contenedor de la muestra, o pasando un volumen medido a través de un cartucho absorbente o filtro dependiendo de la determinación. Un cartucho intercambiador de iones o de carbón activado se usa en muestras que se someten al análisis de pesticidas; mientras que un filtro con cartucho de polipropileno de 1 µm de diámetro de poro se recomienda cuando se analiza criptosporidium.

5. TIPOS DE MUESTREO

5.1 Hay varias situaciones de muestreo, algunas de las cuales pueden ser satisfechas tomando una simple muestra puntual, en cambio otras pueden requerir de un equipo de muestreo sofisticado.

6. EQUIPO DE MUESTREO

6.1 Características del muestreador y del equipo de muestreo.

6.1.1 Se debe consultar la NTE INEN 2 169 Calidad del Agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras para el muestreo en situaciones específicas; los lineamientos dados aquí ayudan en la selección de materiales de aplicación general. Los constituyentes químicos (determinantes) en el agua, que son analizados para evaluar la calidad del agua, en un rango de concentración desde nanogramos o trazas hasta grandes cantidades. Los problemas que con mayor frecuencia se presentan son la adsorción en las paredes del muestreador o en los recipientes, la contaminación anterior al muestreo causada por un inadecuado lavado del muestreador o de los recipientes y la contaminación de la muestra por el material del que está hecho el muestreador o el recipiente.

6.1.1.1 El recipiente tiene que proteger la composición de la muestra de pérdidas debidas a adsorción y volatilización, o de la contaminación por sustancias extrañas. El recipiente usado para recoger y guardar la muestra se debe elegir luego de considerar, por ejemplo: su resistencia a temperaturas extremas, resistencia a la rotura, facilidad para cerrar y reabrir, tamaño, forma, peso, disponibilidad, costo, facilidad para el lavado y la reutilización.

6.1.1.2 Se deben tomar precauciones cuando las muestras se conservan por congelación, especialmente si se usan recipientes de vidrio. Se recomienda el uso de recipientes de polietileno de alta densidad para la determinación en el agua de: silicio, sodio, alcalinidad total, cloruro, conductancia específica, pH y dureza. Para los elementos sensibles a la luz, se debe usar vidrio absorbente de luz. El acero inoxidable se debe usar para muestras con temperaturas y/o presión altas, o cuando se muestree para concentraciones de trazas de material orgánico.

6.1.2.3 Los recipientes de vidrio son recomendados para la determinación de compuestos químicos orgánicos y de especies biológicas, y los recipientes plásticos para la determinación de radionucléidos. Es importante anotar que el equipo de muestreo disponible tiene muchas veces relleno de neopreno y válvulas lubricadas con aceite. Este material no es adecuado para recolectar muestras que sean usadas para el análisis orgánico y microbiológico.

6.1.2.4 Aparte de estas características físicas deseables, descritas anteriormente, los recipientes usados para recolectar y guardar las muestras, se deben seleccionar tomando en cuenta los siguientes criterios predominantes (especialmente cuando los constituyentes a ser analizados están presentes como trazas):

- a) Reducir la contaminación en la muestra de agua causada por el material del que está hecho el recipiente y la tapa, por ejemplo: la migración de los constituyentes inorgánicos del vidrio (especialmente del vidrio suave), de los compuestos orgánicos de los materiales plásticos y de los elastómeros (de las tapas de vinilo plastilizado, y de las envolturas de neopreno).
- b) Facilidad para limpiar y tratar las paredes de los recipientes, a fin de reducir la superficie de contaminación por trazas de metales pesados o radionucléidos.
- c) El material del cual están hechos los recipientes debe ser inerte química y biológicamente, para prevenir o reducir la reacción entre los constituyentes de la muestra y el recipiente.
- d) Los recipientes pueden ser causa de errores debido a la adsorción de los constituyentes. Las trazas de metales son particularmente propensas a este efecto; pero otros constituyentes (detergentes, pesticidas, fosfatos) también pueden estar sujetos a error (Ver nota 2).

NOTA 2 Se recomienda que las sugerencias sobre el material de los recipientes sean conocidas por el analista antes de seleccionar los recipientes y el equipo de muestreo.

6.3 Equipo de muestreo para el análisis de características físicas o químicas

6.3.1 El volumen de muestra recogida debe ser suficiente para los análisis requeridos, y para cualquier repetición del análisis. El uso de volúmenes muy pequeños de muestra puede ser causa de que no sean representativos, y del incremento de los problemas de adsorción debido a la relación de volúmenes relativamente pequeños al área. El muestreo para la determinación de gases disueltos, se debe realizar según 6.7.

6.3.1.1 Los muestreadores deben:

- reducir el tiempo de contacto entre la muestra y el muestreador;
- usar materiales que no permitan la contaminación en la muestra;
- ser de diseño simple para facilitar la limpieza, ser de superficies lisas y que eviten la modificación del flujo como los recodos y con tan pocas tapas y válvulas como sea posible (todos los muestreadores deben ser chequeados para asegurar que no introduzcan errores);
- ser diseñados luego de considerar que el sistema es apropiado con relación al análisis de la muestra de agua (por ejemplo: físico, químico, biológico o microbiológico).

6.3.2 Equipo para el muestreo puntual, las muestras puntuales son usualmente tomadas manualmente de acuerdo a las condiciones descritas en 4.2.

6.3.2.1 *Equipo para el muestreo puntual en superficie*, el equipo elemental para tomar muestras en superficie es una cubeta o botella de boca ancha que se sumerge dentro del cuerpo de agua y se retira luego de haberse llenado.

6.3.2.2 *Equipo para muestreo puntual a profundidad recogida*, en la práctica se usa una botella con lastre tapada que se sumerge dentro del cuerpo de agua. A una profundidad preestablecida la tapa se retira, la botella se llena y se recupera. Los efectos que el aire u otros gases pudieran tener, deben considerarse ya que estos pueden cambiar el parámetro a ser analizado (por ejemplo: oxígeno disuelto). Se recomienda botellas especiales para evitar este problema (por ejemplo: botellas a las que se les ha evacuado el aire). Para cuerpos de agua estratificados, se sumerge una probeta graduada de vidrio, plástico o acero inoxidable, abierta en ambos extremos, para obtener un perfil vertical del cuerpo de agua. En el punto de muestreo, la probeta se cierra por ambos extremos mediante un mecanismo antes de sacarla a la superficie (botella operada por mensajero).

6.3.2.3 *Tenazas o dragas para muestrear sedimentos*, los sedimentos se muestrean por medio de tenazas o dragas diseñadas para penetrar el substrato como resultado de su propio peso o por la acción de palancas. Hay varios diseños que incluyen: un resorte activado, un peso, o una cerradura en forma de mordaza. También varían en la forma de atrapar el substrato, en la exactitud del ángulo, en el área y en el tamaño de la muestra tomada. Para seleccionar la draga es necesario considerar: la región, el movimiento del agua, el área de muestreo, y el equipamiento del bote. Por lo tanto, la muestra obtenida es afectada por factores como:

- la profundidad de penetración en el substrato;
- el ángulo de la mordaza de la cerradura;
- la eficiencia de la cerradura (posibilidad de evitar la obstrucción por objetos);
- la creación de una onda de "choque" y la pérdida resultante o el lavado de los constituyentes u organismos de la interfase agua-lodo;
- la estabilidad de las muestras en corrientes de movimiento rápido.

6.3.2.4 Cucharones de mordaza (excavadoras), los cucharones de mordaza (excavadoras) se asemejan al equipo usado en excavaciones de tierra. Usualmente se operan desde una grúa, y se introducen en el lugar de muestreo elegido para obtener una muestra de componentes sólidos. La muestra resultante está definida con más precisión respecto al lugar de muestreo que cuando se ha utilizado la draga.

6.3.2.5 Muestreador del núcleo, los muestreadores del núcleo son usados cuando la información proveniente del perfil vertical de un sedimento es de interés. A menos que la muestra obtenida tenga fuerza mecánica, proceder cuidadosamente en la remoción del mecanismo saca núcleos para conservar su integridad longitudinal.

6.3.3 Equipo de muestreo automático

6.3.3.1 Los criterios para la selección del equipo adecuado están indicados en el Anexo A. El equipo necesario es para proteger, llenar, calentar, enfriar, etc.

6.3.3.2 Dos tipos de muestreador automático están disponibles: tiempo dependientes y volumen dependientes; los muestreadores tiempo dependientes recolectan muestras individuales, compuestas o continuas pero ignoran las variaciones del flujo; en cambio los muestreadores volumen dependientes también recogen ese tipo de muestra pero tomando en cuenta las variaciones del flujo. La selección del tipo de muestreador depende del propósito del estudio.

6.3.3.3 Los instrumentos usados para investigación, por ejemplo, para monitorear o controlar flujos de ríos, pueden usarse para guiar el muestreo automático.

6.3.3.4 Bajo ciertas circunstancias, particularmente cuando la sustancia está presente en trazas en la muestra, se puede necesitar una muestra de grandes volúmenes de agua. En este caso es más conveniente usar, en el sitio de muestreo, un sistema que concentre a los constituyentes. Sistemas con esa autonomía tienen ciertos tipos de centrifugas que permiten una recolección continua de micro-organismos en resinas macro-reticulares, y aparatos con espacio libre para la recolección de organismos micropolulantes.

6.3.3.5 En condiciones de congelamiento, es importante asegurar la eficiencia del trabajo del mecanismo muestreador y del equipo asociado.

6.4 Equipo de muestreo para análisis biológico, como en el caso del muestreo para los análisis físicos y químicos, algunas determinaciones deben ser ejecutadas "in situ", sin embargo, la mayoría de muestras son trasladadas al laboratorio para su análisis. Varios instrumentos han sido desarrollados para permitir la recolección y observación manual (por medio de un sumergidor) o automática y la observación a distancia, de ciertas especies biológicas o grupos de organismos. Para muestras destinadas al análisis biológico, es indispensable utilizar una botella de boca ancha, el diámetro ideal de la boca debe ser similar al del recipiente mismo. Este recipiente puede ser de plástico o de vidrio.

6.4.1 Plancton

6.4.1.1 Fitoplancton, las técnicas y los equipos usados son similares a los descritos para tomar muestras puntuales para el análisis de sustancias químicas en el agua. Para la mayoría de las investigaciones limnológicas, se recomienda una botella de 0.5 litros a 2 litros de capacidad, sin embargo, se deben considerar los requerimientos analíticos (ver 6.1). Se requiere de un mecanismo para abrir la botella a la profundidad de muestreo deseada y para poder cerrarla inmediatamente (ver 6.3.2.2). No se recomienda, para los análisis cuantitativos, recolectar la muestra usando redes.

6.4.1.2 Zooplancton, para este grupo de análisis se recomiendan muestras grandes, de hasta 10 litros. Para la botella operada con mensajero (ver 6.3.2.1) se recomienda una red de nylon medidora de plancton. Se usan diferentes tamaños de redes dependiendo de las especies a ser estudiadas.

6.4.2 Fauna y flora de profundidad

6.4.2.1 Perifiton, en el muestreo para el análisis cuantitativo, se recomienda, una lámina de vidrio para microscopio (porta objetos de: 25 mm x 75 mm). Las láminas deben permanecer expuestas en el agua mínimo dos semanas. Si se requiere resultados inmediatos (por ejemplo del hábitat natural) se debe recoger el perifiton del fondo. Se requiere de dos tipos de soporte de láminas para dos situaciones acuáticas diferentes:

- a) en ríos pequeños y poco profundos o en áreas del borde de los lagos, donde la turbiedad no es problema, la lámina debe estar adherida a un rastrillo anclado al fondo.
- b) en ríos largos o lagos, donde la turbiedad es un problema, las láminas deben estar suspendidas de un rastrillo de plástico transparente flotante sobre la superficie.

6.4.2.2 Macrofitos

- a) en el muestreo para el análisis cualitativo, el equipo de muestreo varía de acuerdo a la situación específica, dependiendo de la profundidad del agua. En aguas poco profundas, un rastrillo de jardín será suficiente. Para aguas profundas se puede emplear una draga; se debe considerar el buceo de exploración, usando un equipo completo para respirar bajo el agua siempre que se cumpla las regulaciones de seguridad.
- b) en el muestreo para el análisis cuantitativo, se puede aplicar técnicas similares, para determinar el crecimiento o masa por unidad de área; excepto cuando las áreas a ser muestreadas estén delimitadas y los macrofitos estén medidos o asignados de otro modo.

6.4.2.3 Macro invertebrados, en el estudio de la forma comparativa de los macrobentos, se debe anotar el efecto de las diferencias en el hábitat físico entre las varias estaciones de muestreo seleccionadas. Sin embargo, por la gran variedad de técnicas de muestreo y de equipo disponible, el tipo de hábitat a estudiarse es relativamente ilimitado. El tipo específico de muestreador a usarse dependerá de muchos parámetros: profundidad del agua, velocidad de la corriente, propiedades físicas y químicas del sustrato, etc.

6.4.3 Peces

6.4.3.1 Los peces se puede recoger de forma activa o pasiva, dependiendo del hábitat y del propósito del muestreo. En arroyos y ríos de hasta 2 m de profundidad, la pesca eléctrica usando corriente d.c.; pulsadores d.c. o a.c. son generalmente las técnicas activas más usadas. Algunos ríos extensos se pueden muestrear usando juegos de aperos múltiples. En los grandes ríos de movimiento suave y en aguas quietas, se usan de preferencia las técnicas de pesca con red. La pesca activa se recomienda cuando el agua está libre de obstrucciones. La pesca pasiva (agallas y redes para obstaculizar o redes de pescador y otras trampas) se recomienda cuando hay maleza u obstrucción. Las trampas especiales construidas dentro de una represa se usan particularmente para peces migratorios.

6.4.3.2 Las técnicas de muestreo para peces están limitadas por la selectividad del mecanismo (tamaño de la malla, características del campo eléctrico), por el comportamiento de los peces y si el pez se requiere vivo o muerto. Tales factores deben, por lo tanto, tomarse en cuenta antes de decidir sobre las técnicas de muestreo.

6.5 Equipo de muestreo para análisis microbiológico

6.5.1 Para la mayoría de muestras, son adecuadas las botellas de vidrio o de plástico esterilizado (ver 6.2.4). Para recoger muestras bajo la superficie del agua, como en lagos y reservorios, están disponibles varios mecanismos para muestreo de profundidad y son convenientes los muestreadores descritos en 6.3.2.2.

6.5.2 Todos los equipos que se usen, incluida la bomba y el equipo de bombeo, deben estar libres de contaminación y no deben introducir nuevos microorganismos.

6.6 Equipo y técnicas de muestreo para análisis de radioactividad

6.6.1 Dependiendo del objetivo y de las regulaciones legales nacionales, la mayoría de las técnicas de muestreo y el equipo disponible para el muestreo de aguas y aguas residuales para análisis químico se aplican generalmente para la medición de radioactividad.

6.6.2 Las muestras se deben recoger en botellas plásticas, previamente lavadas con detergente y enjuagadas con agua destilada y ácido nítrico diluido (1 + 1).

6.7 Equipo de muestreo para gases disueltos (y material volátil)

6.7.1 Las muestras adecuadas para la determinación exacta de gases disueltos, se deben obtener solamente con un equipo que recoja la muestra por desplazamiento de agua, antes que de aire, desde el muestreador.

6.7.2 Si se usan sistemas de bombeo para la recolección de muestras de gases disueltos, es indispensable que el agua sea bombeada en la misma dirección que la presión aplicada, para que no haya una caída significativa más abajo de la presión atmosférica. La muestra debe ser bombeada directamente dentro de la botella de almacenamiento o análisis, dejándola sifonar con una cantidad igual de por lo menos tres veces su volumen antes de tapar la botella o de iniciar el análisis.

6.7.3 Si se aceptan resultados aproximados, las muestras para la determinación de oxígeno disuelto se pueden recoger usando una botella o una cubeta. El error introducido a estas determinaciones debido al contacto entre la muestra y el aire varía con el grado de saturación del gas en el agua.

6.7.4 Cuando las muestras son recogidas en una botella desde un grifo o a la salida de la bomba, se recomienda el uso de un tubo flexible e inerte, el cual introduzca directamente el líquido al fondo de la botella, para asegurar que el líquido sea desplazado desde el fondo y que ocurra una mínima aireación.

7. IDENTIFICACIÓN Y REGISTROS

7.1 El origen de las muestras, las condiciones bajo las cuales han sido recogidas deben ser anotadas y esta información ser adherida a la botella inmediatamente luego de ser llenada. Un análisis de agua es de valor limitado si no está acompañado por la identificación detallada de la muestra.

7.2 Los resultados de cualquier análisis realizado en el sitio, también se deben incluir en un informe anexo a la muestra. Las etiquetas y los formatos deben llenarse al momento de la recolección de la muestra.

7.3 Debe incluirse al menos los siguientes datos en el informe de muestreo:

- a) localización (y nombre) del sitio del muestreo, con coordenadas (lagos y ríos) y cualquier información relevante de la localización;
- b) detalles del punto de muestreo;
- c) fecha de la recolección;
- d) método de recolección;

(Continúa)

- e) hora de la recolección;
- f) nombre del recolector;
- g) condiciones atmosféricas;
- h) naturaleza del pretratamiento;
- i) preservante o estabilizador adicionado;
- j) datos recogidos en el campo.

ANEXO F. NTE INEN 1108:2014 muestreo para examen microbiológico

Norma Técnica Ecuatoriana	AGUAS. MUESTREO PARA EXAMEN MICROBIOLÓGICO	INEN 1 105 1913-12
------------------------------	---	-----------------------

0. INTRODUCCION

0.1 El muestreo necesita una serie de cuidados y precauciones que se requieren observar minuciosamente, para que los resultados finales sean lo más exactos posible, teniendo tanta importancia la recolección, almacenamiento, transporte y preparación de la muestra como el análisis mismo.

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece criterios generales que deben observarse en el proceso de recolección, almacenamiento, transporte y preparación de la muestra de agua para análisis microbiológico.

2. EQUIPO

2.1 Frascos adecuados para la recolección de la muestra, esterilizables y protegidos convenientemente.

2.2 Aparato de muestreo. Que permita sujetar la botella y extraer mecánicamente el tapón bajo el agua.

2.3 Aparato de esterilización; uno de los siguientes:

- a) estufa de aire caliente, con temperatura regulable entre 160 a 180°C;
- b) autoclave para esterilizar a 121°C;
- c) esterilizador a gas.

3. REACTIVOS

3.1 Tiosulfato de sodio. Solución al 10% de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

3.2 Sal tetrasódica del ácido etilendiamino tetra acético. EDTA. Solución al 15%.

4. CONSIDERACIONES GENERALES

4.1 Recipientes. Las muestras para exámenes bacteriológicos deben recogerse con sumo cuidado; el enjuague final debe ser con agua destilada y luego esterilizada como se indica en el Anexo A.

4.2 Decoloración. Los frascos que se destinan para la recolección de muestras de agua con cloro residual deben llevar un agente decolorador, a no ser que contenga cloro para la siembra directa. El tiosulfato de sodio es un agente de decoloración satisfactorio. Su presencia en el momento de la recolección de la muestra de agua clorada neutraliza el cloro durante el tiempo que la muestra se encuentra en tránsito al laboratorio.

En tales condiciones, es probable que el examen bacteriológico indique el verdadero contenido bacteriano de la muestra al momento del muestreo. El tiosulfato de sodio se debe agregar al frasco de muestra, limpio y seco antes de la esterilización, en una cantidad que proporcione una concentración aproximada de 100 mg/l. Esta se puede conseguir agregando 0,1 cm³ de solución de tiosulfato al 10% en un frasco de 120 cm³. A continuación, se tapa el frasco, se recubre y se esteriliza en calor seco o húmedo.

4.3 Reducción de la toxicidad de aguas contaminadas con metales. Las muestras de agua que contienen alta concentración de cobre, zinc y metales pesados, deben recogerse en botellas de muestreo que contengan un agente complexométrico que reduzca la toxicidad metálica. Esto es significativo si el periodo de tránsito al laboratorio es de 24 horas o más. La sal tetrasódica del ácido etilendiamino tetraacético es un agente complexométrico conveniente. Una concentración adecuada es de 375 mg/l. El EDTA puede añadirse a la botella sólo antes de la esterilización (0,3 cm³ de una solución al 15% en una botella de 120cm³) o junto con el tiosulfato de sodio mezclados antes de la adición.

4.4 El volumen de la muestra debe ser suficiente para realizar todos los ensayos que se requieren, de preferencia no menor de 100 cm³.

4.5 Datos de identificación. Todas las muestras deben ir acompañadas de datos completos y exactos de identificación y descripción. No se debe aceptar muestras que no se identifiquen de esta forma.

5. PROCEDIMIENTO

5.1 Procurar que las muestras sean, en realidad, representativas del agua en estudio, que no se contaminen en forma alguna después del muestreo antes del examen.

5.2 No destapar el frasco de muestra sino hasta el momento del muestreo. Quitar el tapón con todo cuidado para evitar que se ensucie; durante el muestreo no tocar el interior, el tapón ni la boca del frasco; debiéndose protegerlos de la contaminación. Tomar el frasco cerca de su base y la muestra sin enjuagar, volviendo a taparlo inmediatamente.

5.3 Cuando se toma la muestra, dejar un espacio de aire en el frasco, para facilitar el mezclado de la muestra por agitación, como paso previo al examen.

5.4 Muestra de una red de distribución. Si se trata de tomar una muestra de un grifo del sistema de distribución, comprobar primero que el grifo escogido suministra agua directamente de una tubería de la red, a través de una línea de servicio, que no abastece, por ejemplo, de una cisterna o de un tanque de almacenamiento. Abrir completamente el grifo y dejar que el agua fluya al drenaje por 2 o 3 minutos, o por el tiempo suficiente para permitir la purga de la línea de servicio. En el momento del muestreo, restringir el flujo de la llave, para que pueda llenarse el frasco sin salpicaduras. Evitar como puntos de muestreo grifos con fugas.

5.5 En muestreos directos de ríos, arroyos, lagos, reservorios, manantiales o pozos poco profundos, el propósito debe ser obtener una muestra representativa, tomada a una profundidad conveniente. No es recomendable captar las muestras demasiado cerca de las márgenes. La localización de los sitios y la frecuencia del muestreo son factores críticos para obtener información real sobre la población bacteriana en cualquier cuerpo de agua. Una toma simple o sin un plan de muestreo, de un río, arroyo o lago, puede recolectarse a menudo para satisfacer requerimientos u obtener datos de control. La muestra debe tomarse cerca de la superficie. Las muestras de ríos, arroyos, lagos o reservorios, pueden tomarse asiendo con la mano el frasco, cerca de su base, y sumergiéndolo abajo de la superficie, con la boca hacia abajo. En este momento, se invierte el frasco para que la boca quede ligeramente hacia arriba y en sentido opuesto a la corriente; si no existe corriente como en los reservorios, crearla artificialmente empujando el frasco en dirección opuesta a la de la mano. Si no es posible la recolección de muestras en estas condiciones, se puede fijar un lastre a la base del frasco, al que se hace descender en el agua. En cualquier caso, procurar no alterar las márgenes y el lecho; pues, en otra forma, se ensucia el agua. Para tomar muestras profundas en lagos o reservorios se necesitan aparatos especiales que permitan la remoción mecánica de la tapa debajo de la superficie. El muestreo de sedimento del fondo también requiere aparatos especiales.

(Continúa)

5.6 Si va a muestrearse un pozo provisto con una bomba de mano, se debe bombear el drenaje, por unos 5 minutos, antes de tomar la muestra. Si el pozo se encuentra provisto de una bomba mecánica, tomar la muestra de una llave de descargue. Si no se cuenta con un equipo de bombeo, tomar la muestra directamente del pozo por medio de un frasco estéril lastrado; en este caso, evitar la contaminación de la muestra por las ratas superficiales.

5.7 Para estudios amplos en los cursos va a determinarse la fuente y el grado de contaminación, tomar muestras representativas, considerando el sitio, el método y el tiempo de muestreo. En muchos casos, el número de puntos de muestreo depende de las limitaciones físicas del laboratorio, detección del máximo de contaminación y frecuencia del muestreo. El número de muestras depende de si el objetivo es medir el ciclo de la contaminación, la duración o el promedio de la contaminación. Los puntos para medir la contaminación máxima o el ciclo de ella deben estar ubicados bajo el sitio donde se origina la contaminación. El muestreo debe hacerse tan frecuentemente como sea posible. El punto para tomar muestras para evaluar la contaminación media, debe ser agua abajo, lo suficiente para asegurar la mezcla completa de la contaminación y el agua, muestreando sin excluir todas las variaciones que pueden ocurrir, pero, minimizando cualquier fluctuación estrecha en la calidad. En este caso, el muestreo no necesita ser tan frecuente como cuando va a determinarse el ciclo de contaminación. Las muestras deben tomarse en todo lo ancho del arroyo en puntos que dependen del objetivo del análisis. Evitar zonas de remansos. Puede tomarse una sola muestra superficial en todo el cauce.

5.8 Preservación y almacenamiento. El examen bacteriológico de las muestras de agua, iniciar inmediatamente después de su recolección para evitar cambios impredecibles. Si la muestra no se puede procesar dentro de una hora después de la recolección, transportarla en un porta muestras con hielo. La temperatura de toda muestra de agua contaminada debe ser inferior a 10°C durante un tiempo máximo de 6 horas de transporte. Estas muestras deben ser refrigeradas, una vez recibidas, en el laboratorio procesadas en dos horas. Cuando, por las condiciones locales, el tiempo de envío al laboratorio es mayor de 6 horas, debe considerarse el análisis de campo, localizado en el sitio de la recolección, o por el uso de un método tentativo de incubación diferida para el grupo coliforme. El lapso entre la recolección de la muestra y el análisis en ningún caso debe ser mayor de 30 horas. El tiempo y la temperatura de almacenamiento de todas las muestras deben registrarse y tomarse en cuenta en la interpretación de los resultados.

ANEXO A

LAVADO Y ESTERILIZADO

A.1 Lavado. Lavar todo el material de vidrio con un detergente conveniente y agua caliente; enjuagar con agua caliente para remover todas las trazas de residuos de los materiales que se hayan utilizado en el lavado y, finalmente, enjuagar con agua destilada. Si se utiliza una máquina de lavar, la instalación de cañerías de entrada deberá ser preferentemente de acero inoxidable u otro material no tóxico. No se debe usar cañerías de cobre para la distribución de agua destilada.

A.2 Esterilización. Excepto cuando se encuentre en recipientes metálicos, la cristalería se debe esterilizar mínimo por 60 minutos a una temperatura de 170°C, a menos que se conozca con certeza, por medio de termómetros registradores que la temperatura es uniforme en la estufa, en cuyo caso se puede aplicar una temperatura de 160°C. La cristalería en recipientes metálicos debe esterilizarse a 170°C por lo menos dos horas. Los frascos de muestreo, con excepción de los plásticos, pueden esterilizarse como se señaló antes, o pueden tratarse en autoclave a una temperatura de 120°C por 15 minutos. Las botellas plásticas pueden esterilizarse en autoclave, a una temperatura de 121°C, por un intervalo mínimo de 10 minutos.

APÉNDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Standard Methods for the examination of water and wastewater. 900 Microbiological Examination. 14th Edition, 1975.

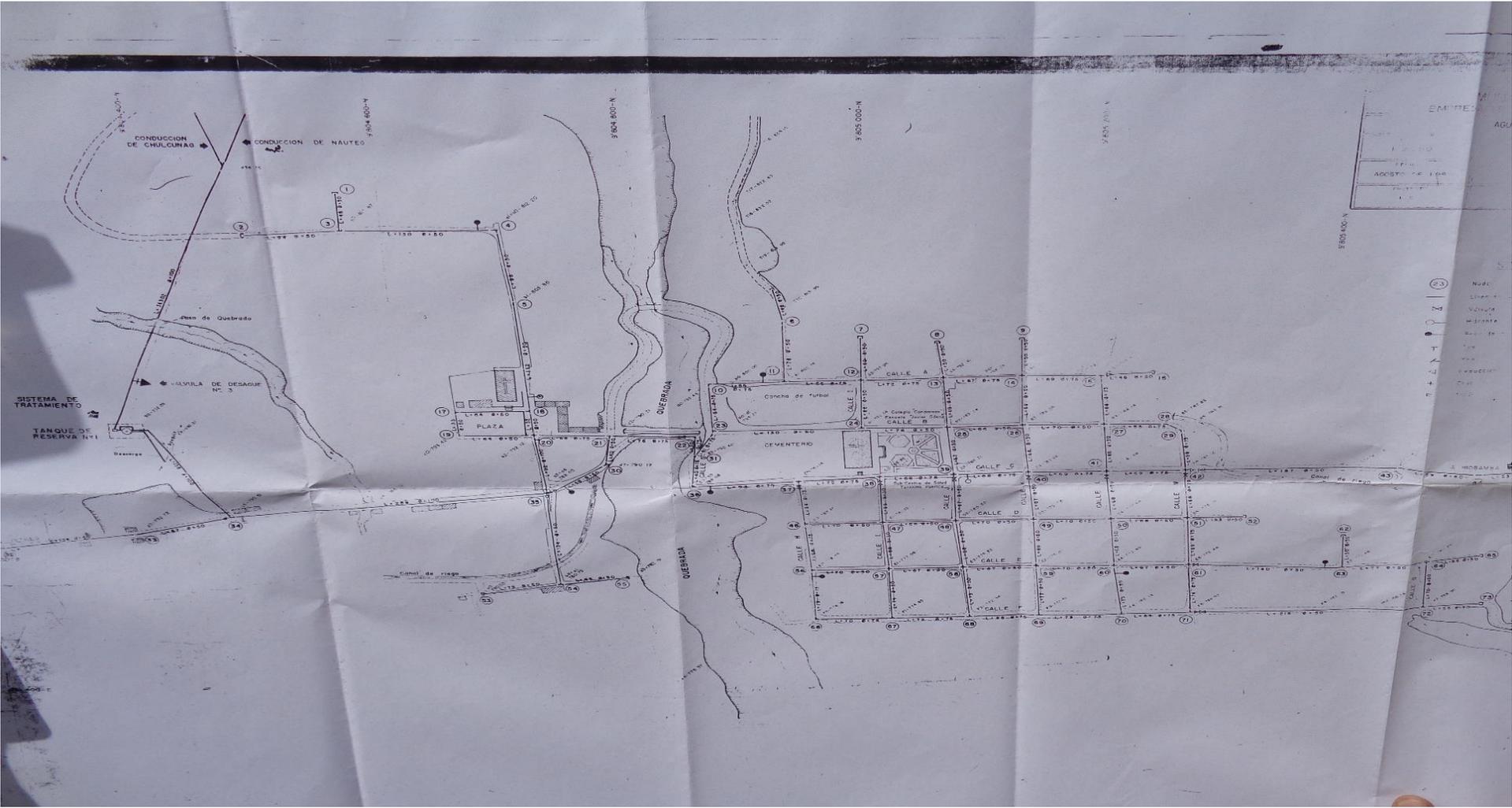
TABLA 1. Índice del NMP con 95% de límite de confianza para varias combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se usan 5 tubos con 20 mL de muestra de agua o hielo.

No. de Tubos positivos	NMP/100 mL	95% de Límite de Confianza (aproximado)	
		Inferior	Superior
0	<1,1	0	3,0
1	1,1	0,05	6,3
2	2,6	0,3	9,6
3	4,6	0,8	14,7
4	8,0	1,7	26,4
5	>8,0	4,0	Infinito

TABLA 2. Índice del NMP con 95% de límite de confianza para varias combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se usan 10 tubos con 10 mL de muestra de agua o hielo.

No. de Tubos Positivos	NMP/100 mL	95% de Límite de Confianza (aproximado)	
		Inferior	Superior
0	<1,1	0,0	3,0
1	1,1	0,03	5,9
2	2,2	0,26	8,1
3	3,6	0,69	10,6
4	5,1	1,3	13,4
5	6,9	2,1	16,8
6	9,2	3,1	21,1
7	12,0	4,3	27,1
8	16,1	5,9	36,8
9	23,0	8,1	59,5
10	>23,0	13,5	Infinito

ANEXO H. Mapa del sistema de distribución del agua de consumo de la parroquia punin



ANEXO I. Fotos sobre el proyecto.

Vertientes de agua Bacun



Vertientes de agua. Agua azul



Vertientes de agua Shaguil



Vertientes de agua Chulcunag



Tanques de captación Shaguil



Tanque de captación Bacun



Tanque de reserva Bacun, Chulcunag



Tanque de reserva agua azul



Domicilio Red Alta



Domicilio Red Media



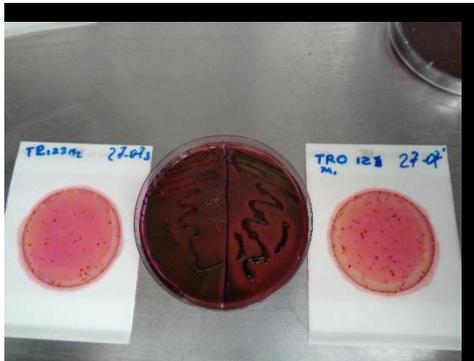
Resultado Petrifilm ojo de agua



Resultado Petrifilm tanque de reserva



Identificación de Coliformes fecales en la Medio eosina azul de metileno



Repiques para purificación de Bacilos de Escherichia coli



Prueba bioquímica para muestra V1O2



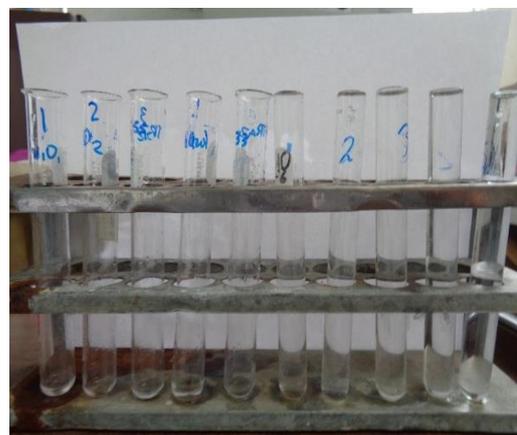
Prueba bioquímica para muestra V1O2



Proceso de saturación para parásitos.



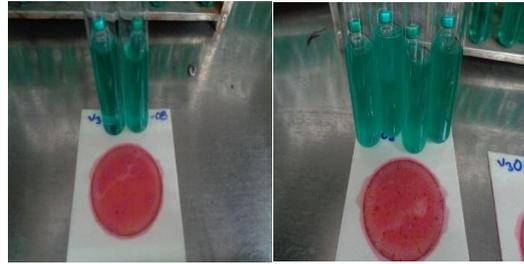
Proceso de centrifugación para parásitos.



Siembra en tubos múltiples



Resultado NMP del ojo de agua



Discos de sensibilidad



Antibiograma de las muestras de agua



Medición de pruebas físicas y químicas



Tinción Gram

