



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO QUÍMICO Y
MICROBIOLÓGICO DE AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LA
PARROQUIA DE TOTORAS, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA
DE TUNGURAHUA.”**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:

“BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA”

AUTORA: SANDRA ELIZABETH LANDA FIALLOS

TUTOR: DRA. ANA KARINA ALBUJA.

RIOBAMBA – ECUADOR

2016

@2016, Sandra Elizabeth Landa Fiallos

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 del Autor

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El tribunal de Trabajo de Titulación, certifica que: El trabajo de investigación: **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LA PARROQUIA DE TOTORAS, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”** de responsabilidad de la Señorita Sandra Elizabeth Landa Fiallos, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Dra. Ana Karina Albuja

DIRECTORA

TRABAJO DE TITULACIÓN

.....

.....

Dr. Carlos Espinoza

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

.....

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

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

SANDRA ELIZABETH LANDA FIALLOS C.I 180415711-1

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por llenarme de bendiciones cada día de mi vida, y poder cumplir con mi sueño de ser una profesional, a mis padres, por el apoyo incondicional que me dieron, mis hermanas y mi Esposo por sus palabras de aliento, a mi hijo mi pequeño Leyner Pillajo, para demostrarle que en la vida debemos vencer los obstáculos que se presentan en el camino a todos ellos, gracias por el amor, paciencia y cariño que me han brindado.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida y poder cumplir con mi sueño, por guiarme en mi vida y ser la luz de la esperanza.

A mis padres por su apoyo incondicional que me dieron día a día, por la confianza que me depositaron en mí.

A mi esposo y a mi hijo por estar siempre conmigo apoyándome moral y económicamente.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme sus puertas y brindarme la formación necesaria para hacer de mí una profesional comprometida a trabajar por la sociedad.

Al Laboratorio de Aguas, Laboratorio de Análisis clínicos y Bacteriológicos de la Facultad de Ciencias.

A la Dra. Ana Karina Albuja y al Dr. Carlos Espinoza por su tiempo, asesoramiento y colaboración en la dirección de este Proyecto de Tesis.

A la Ing. Paola Arguello por su aporte desmedido de conocimientos para la elaboración de este trabajo.

Un agradecimiento sincero al Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Totoras al Tcnlgo. Dylòn Fabricio Cárdenas por permitir llevar a cabo este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	ix
SUMMARY	x
INTRODUCCIÓN:	1
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
CAPITULO I	
1 MARCO TEÓRICO.....	4
1.1 Antecedentes de la investigación	4
1.2 Bases teóricas.	6
1.2.1 Agua.....	6
1.2.1.1 Fuentes de agua en la naturaleza.....	6
1.2.1.2 Calidad de Agua	7
1.2.1.3 Contaminación del agua.	8
1.2.1.4 Enfermedades producidas por contaminación del agua.	10
1.2.2 Agua potable	12
1.2.2.1 Calidad microbiológica	16
CAPITULO II	
2 MARCO METODOLÓGICO.....	18
2.1. Población de estudio y localización de los puntos de muestreo.	18
2.2. Flujograma del trabajo.	19
2.2.1. Técnica de muestreo.	20
2.3. Análisis de las muestras.	20
2.3.1. Análisis físico.....	20
2.3.1.1. Determinación de olor, sabor.....	20
2.3.1.2. Determinación del color por el método Espectrofotometría.	21
2.3.1.3. Determinación de Turbidez por el método Espectrofotometría.	21
2.3.2. Análisis Químico	21
2.3.2.1. Determinación de cloro libre residual por el método Volumetría.	21
2.3.2.2. Determinación de nitratos por el método espectrofotometría.	21
2.3.2.3. Determinación de nitritos por el método espectrofotometría.	21
2.3.2.4. Determinación de fluoruros por el método espectrofotometría.	22
2.3.3. Análisis microbiológico	22
2.3.3.1. Determinación de Coliformes totales y fecales -Tubos múltiples NMP/100ml.	22
2332. Determinación de Coliformes totales - placas PetrifilmTM.....	23

CAPITULO III

3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
3.1	Análisis, interpretación y discusión de resultados	24
3.1.1	<i>Análisis físico del agua</i>	24
3.1.2.	<i>Análisis químico del agua.</i>	26
3.1.3.	<i>Análisis microbiológico del agua, coliforme fecales</i>	28
4	CONCLUSIONES:	31
5	RECOMENDACIONES:	32
6	BIBLIOGRAFIA	
7	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 :	Enfermedades y síntomas producidos por bacterias	12
Tabla 1-2:	Características físicas, sustancias inorgánicas y radioactivas del agua.....	16
Tabla 1-3:	Requisitos Microbiológicos	16
Tabla 2-1:	Puntos de muestreo	18
Tabla 3-1:	Resultados de los análisis físicos del agua.	24
Tabla 3-2:	Resultados de los análisis químicos del agua	26
Tabla 3-3:	Promedio de los parámetros microbiológico coliforme fecales.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.	Factores que influyen en la calidad del agua en una micro cuenca.	8
Figura 2-2:	Esquema procedimiento de análisis.....	19
Figura 2-3.	Mapa de los puntos de muestreo.....	19

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A:	NTE INEN 1108:2014 Agua potable. Requisitos.	6
Anexo B:	NTE INEN 2176:1998 Agua calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.	13
Anexo C:	NTE INEN 2169:1998 Calidad del agua. Manejo y conservación de muestras.....	59
Anexo D:	NTE INEN 1105:1983 Aguas. Muestreo para examen microbiológico.	34
Anexo E:	Puntos de muestreo para el análisis. Agua potable de la Parroquia de Totoras.	38
Anexo F:	Fotografía de Muestreos	38
Anexo G:	Fotografías Análisis físico y químico	41
Anexo H:	Análisis Microbiológico.....	42

RESUMEN.

El objetivo fue evaluar la calidad física, química y microbiológica del agua de consumo humano de la Parroquia de Totoras, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua antes y después del tratamiento de potabilización, para catalogarla como apta para el consumo humano. Se analizaron 78 muestras de agua, durante el periodo Junio- Julio 2016 provenientes de los puntos de muestreo: dos vertientes, tanque antes del tratamiento, después del tratamiento y tanque de almacenamiento, dos domicilio en la parte alta, media, baja y dos antes del tratamiento, el proceso se realizó por duplicado. Los procedimientos se llevaron a cabo siguiendo los parámetros NTE INEN 2176 (1998): Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo. Se determinó los parámetros físicos (sabor, color, olor, turbidez), químicos (cloro libre residual, nitritos, nitratos, flúor) y microbiológicos (coliformes fecales y totales), que exige la normativa NTE INEN 1108:2014 “Agua potable. Requisitos. Mediante métodos estandarizados como Standard Methods for examination of water and wastewater, Método Hach y el método Tubos múltiples NMP/100ml. Se demostró que el agua de consumo humano de la parroquia de Totoras cumple con los límites máximos permitidos por la norma en cuanto a sus parámetros físicos, y microbiológicos mientras que para el parámetro químico, cumple con la mayoría de los requisitos analizados ,excepto el flúor ya se encuentran fuera del límite permisible con un promedio total de 3,21 mg/l , al consumir el agua con cantidades altas de flúor, la población sufrirá fluorosis dental y daño al esqueleto óseo, por lo tanto el agua de la parroquia de Totoras no es apta para el consumo humano, ya que este parámetro está en altas cantidades desde las vertientes hasta los domicilios, se recomienda incluir al proceso de potabilización el método, coagulación con sulfato de aluminio u otros coagulantes aluminados, ya que este reducirá de 3,6 a 1,4 mg/l la cantidad de Flúor utilizando 250 mg/l de sulfato de aluminio alcanzando valores de flúor a niveles aceptables.

Palabras claves: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERIA>, <MICROBIOLOGIA> <CALIDAD DE AGUA POTABLE>, < CONTAMINACIÓN DEL AGUA POTABLE >,< FLUOR EN AGUA POTABLE>, <SEGURIDAD ALIMENTARIA>.

SUMMARY

The objective was to evaluate the microbiological, physical and chemical quality of the of water of human consumption at Totoras parish, Ambato canton, Tungurahua province, before and after potable treatment, to catalogue as suitable to the human consumption. 78 water sample were analyzed during June- July 2016 from the sample points: two watershed; tanks before and after treatment, and storage tank, two houses in the high, middle and low point, and two before treatment, the process was done by duplicated. The procedures were developed according to the NTE INEN 2176 (1998) parameters: Water. Water Quality. Sample. Sample Techniques. Physical parameter were determined (taste, color, smell, murky), chemical (free chlorine residual, nitrites, nitrates, fluorine) and microbiological (fecal coliforms and totals), that demands the NTE INEN 1108:2014 normative Potable water. Requirement. According to the standard methods as Standard Methods for examination of water and wastewater, Hach Method and NMP/100ml multiple Tubes method. This study showed that the water of human consumption from Totoras parish fulfill with the maximum limits allowing by the norm related with the physical parameters and microbiology. However, the chemical parameter accomplish with the majority of analysis requirements except the fluorine because it is out of the permissible limit which average is 3,21 mg/l by consuming water with high fluorine quantity. The population will suffer dental fluorosis and damage to osseous skeleton. Therefore, the water from Totoras parish is not suitable to the human consumption because this parameter is in high quantities from the watershed to the house. It is recommended to include to the potable process the coagulation with aluminum sulfate or other coagulants aluminate method, due to it will reduce of 3, 6 to 1,4 mg/l of fluorine quantity using 250 mg/l of aluminum sulfate achievement fluorine quantities to acceptable levels.

Keywords: TECHNOLOGY AND SCIENCES OF THE ENGINEERING, MICROBIOLOGY, POTABLE WATER QUALITY, POTABLE WATER CONTAMINATION, FLUORINE IN POTABLE WATER, FOOD SAFETY.

INTRODUCCIÓN:

La calidad del agua potable es un requerimiento que se debe cumplir para brindar a la población mejor seguridad sanitaria al consumir el líquido vital por ende es necesario realizar estudios y asegurar la calidad de la misma.

El agua a más de ser una sustancia indispensable para la vida, debido a sus múltiples propiedades es empleada para varias actividades cotidianas como la agricultura, la industria, el uso doméstico, entre otras, por lo que la convierte en el recurso más apreciable. Por esta razón es importante conservar y mantener la calidad de la misma a partir del cuidado de las fuentes naturales y de todo el sistema que conduce hasta que llega a los domicilios de los consumidores. Pese a la importancia que tiene el agua, el hombre por lo general es el principal causante de contaminación de la misma, ya que el uso de pesticidas, fertilizantes y restos orgánicos contaminan notablemente el agua que posteriormente servirá para el consumo humano.

El agua para consumo humano no debe contener ningún microorganismo que sea patógeno para el hombre, ni ninguna bacteria indicativa de contaminación fecal.

En el Ecuador los índices de Morbilidad General apuntan que el 14% y el 9% de Morbilidad Infantil se deben a “Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso” según el INEC 2013, una de las razones puede ser agua contaminada, ya que es la principal fuente de consumo diario de la población y de transporte de microorganismos (Tierra Fabricio 2013) <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/4438/1/56T00562%20UDCTFC.pdf>.

La fluorosis dental en la Parroquia de Totoras es alta ya que existe una severa exposición a fluoruros a través del agua para consumo humano en la Parroquia Totoras de la Ciudad de Ambato, esta exposición es un agente causal de prevalencias significativas de Fluorosis Dental.(Gomes Ruth 2011) <http://www3.gobiernodecanarias.org/sanidad/scs/content/c7371f7e-3ed8-11de-ac1c-2ff2cc426c4d/FluoryFluorosisWeb.pdf>

Por esta razón la presente investigación se centró en la evaluación de los índices de calidad de toda la red de agua potable de la parroquia de Totoras, debido a la problemática actual de la contaminación de los recursos hídricos en nuestro país. La evaluación se realizó desde las vertientes hasta que llega a los domicilios de los consumidores, en tres muestreos tomando en cuenta tiempos específicos y representativos para la obtención de resultados confiables.

Entre los parámetros físicos se analizó color, olor, sabor, turbiedad. Es importante también analizar los parámetros químicos como: cloro residual si se practica cloración, nitritos, nitratos ya que la presencia de estas en el agua puede ser resultado de una aplicación excesiva de fertilizantes o lixiviación de aguas servidas o de otros desechos orgánicos en las aguas

subterráneas, la presencia de altas concentraciones de fluoruros naturalmente presentes en el agua puede causar la aparición de manchas en los dientes y en casos graves fluorosis del esqueleto e invalidez (López Cipriano 2007) <http://165.98.12.83/366/1/encuentro76articulo4.pdf> y los parámetros microbiológicos analizados fueron, coliformes totales y fecales.

Todos estos parámetros de calidad fueron estudiados bajo las exigencias de la normativa INEN 1108-2014, la misma que permitió evidenciar si el agua que se consume en la parroquia de Totoras cumple o no con los requerimientos.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general:

Analizar la calidad físico-química y microbiológica del agua que consumen los habitantes de la Parroquia de Totoras del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua

Objetivos específicos:

- Recolectar muestras de los diferentes puntos y fuentes de agua que consumen los habitantes de la parroquia Totoras para realizar su respectivo análisis.
- Determinar las características físicas del agua de consumo (color, olor, sabor, turbiedad).
- Realizar la determinación de los parámetros químicos del agua de consumo humano (cloro residual, nitritos, nitratos, flúor) y analizar el cumplimiento con la norma NTE INEN 1108:2014. Requisitos Agua potable.
- Determinar la calidad microbiológica del agua de consumo humano (*coliformes Totales y fecales*).

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes de la investigación

La calidad del agua de consumo humano tiene una fuerte incidencia en la salud de las personas, ya que sirven como vehículo de muchos microorganismos de origen gastrointestinal y patógeno al hombre. Entre los agentes patógenos de mayor representatividad que pueden estar presentes en el agua, están las bacterias, virus y en menor cuantía a los protozoos y helmintos (García, Rojas y Casas 1998) <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/cd-cagua/ref/text/09.pdf>.

Los protozoarios patógenos *Cryptosporidium parvum* y *Giardia sp.* Han demostrado un impacto negativo en la salud de miles de personas tanto en naciones industrializadas como en los países en desarrollo. La mayoría de los protozoarios por presentar una forma resistente a las condiciones ambientales, les permite la supervivencia a los tratamientos físico-químicos del agua para consumo humano. De igual forma, la aparición de nuevos patógenos demuestra la necesidad de desarrollar nuevos indicadores de calidad microbiológica que permitan ofrecer productos seguros. El impacto de este riesgo microbiológico, asociado fundamentalmente con el consumo de aguas cuyos indicadores clásicos de contaminación microbiológica (coliformes fecales y *Escherichia coli*). (Solarte, Peña & Madera 2006)

Por tal razón varios estudios se han realizado para determinar la calidad de agua que se están brindando a la población determinando el cumplimiento de los requerimientos, físicos, químicos y microbiológicos.

Sánchez y colaboradores realizaron el análisis de la calidad bacteriológica del agua (CBA) para consumo humano y su relación con diarreas y ente parasitosis en niños de 1 a 14 años en comunidades de alta marginación socioeconómica de Chiapas México. Representando solo el 31% de las muestras de agua fueron aptas para consumo humano. La CBA y la presencia de diarreas referida por las madres de los menores no mostraron asociación. Los niños con mala CBA en sus viviendas mostraron mayor prevalencia de *Entamoeba histolytica* y mayor tendencia a estar parasitados. (Sánchez-Pérez & Colaboradores. 2000) .

Pacheco & colaboradores (2004) realiza una investigación en México en el cual evalúa y realizan un diagnóstico de la calidad en los pozos de agua subterránea en el estado de Yucatán. Se evaluó la calidad química y bacteriológica del agua subterránea tomando 106 muestras en los sistemas de

agua potable de las cabeceras municipales. Concluyeron que el agua presenta una calidad química aceptable ya que solo 5 parámetros químicos poseen valores por encima de los límites máximos permisibles de la Norma Mexicana y en cuanto a la calidad microbiológica se la califica como no aceptable ya que el 55% de las muestras presentaron recuentos elevados de microorganismos (Pacheco, Cabrera & Pérez 2004).

Robles y colaboradores analizaron la calidad del agua del acuífero Tepalcingo-Axochiapan México. Se efectuaron seis muestreos y se tomaron muestras en ocho pozos de agua potable antes de añadirle cloro y en un manantial. Se determinaron dos parámetros bacteriológicos y once fisicoquímicos. La mayoría de los pozos y el manantial presentaron aguas muy duras. Los pozos mostraron concentraciones más elevadas de sólidos disueltos en las zonas de menor altitud con excepción del manantial. Bacteriológicamente, el manantial y un pozo no son adecuados para actividades recreativas y fisicoquímicamente tres pozos son inadecuados como fuente de suministro de agua potable. La falta de servicios sanitarios y el drenaje en algunas zonas puede estar ocasionando el deterioro de la calidad del agua del acuífero en dichas zonas. (Robles et al. 2013).

En Ecuador también existen estudios al respecto. Reascos & Yar (2010) realizaron la evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del cantón Cotacachi, Ibarra, se determinó que el Recurso Hídrico no cumple con lo establecido por Normas de Calidad Vigentes (INEN 1108), en las vertientes, tanque de tratamiento y domicilios; posiblemente debido a la inadecuada infraestructura o falta de la misma en las vertientes y por presencia de pastoreo; inadecuada limpieza de los tanques de distribución o mala cloración y filtraciones en la red de distribución hacia los domicilios o por conexiones internas incorrectas. (Reascos & Yar 2010)

[file:///C:/Users/USER/Downloads/03%20REC%20123%20CONTENIDO%20\(10\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/03%20REC%20123%20CONTENIDO%20(10).pdf).

Tierra F. (2015) ejecutó la evaluación de la calidad física, química y microbiológica del agua de consumo humano de la parroquia de San Luís del cantón Riobamba. En el cual se encontró el 83,33% de las 42 muestras analizadas presentaron Coliformes fecales y por ende concluyeron que durante el período mayo-junio del 2015, el agua de la parroquia de San Luis del cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, se cataloga como agua no apta para el consumo humano, debido al incumplimiento del requisito microbiológico, a pesar de gozar de calidad física y química. (Tierra Fabricio 2013)

<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/4438/1/56T00562%20UDCTFC.pdf>.

Gomes, Ruth (2011) realizó un estudio a los estudiantes de la Escuela Fiscal Luis Vivero Espinoza, en el cual querían conocer sobre la fluorosis dental, que existía en dicha población, la cual seleccionó a 100 niños de 8 y 10 años, para su estudio e, cual el 97% presentaba fluorosis dental,

por causa del agua de consumo Humano, Gomes recomienda hacer un monitoreo de dicha Agua por lo menos una vez al año.

1.2 Bases teóricas.

1.2.1 Agua

El agua es el componente principal para la vida, es el elemento muy importante tanto para las plantas ya que nos ayuda desarrollo y crecimiento de la misma, en los seres vivos, es importante para sobrevivir ya que nuestro cuerpo está constituido con el 90% de agua, además es muy útil para los usos domésticos, e industriales, para la producción de alimentos, energía, sostenimiento de la salud. El agua tiene impacto en todos los procesos de vida ya que forma parte de los procesos naturales de la tierra Debemos ser conscientes los organismos vivos dependen del agua para poder sobrevivir, por ende es importante saberla cuidar y valorar el líquido vital ya que es un recurso condicionado, muy frágil y escaso en los últimos años por la alta contaminación por parte de las industrias que presenta , y no existe una conciencia profunda sobre el manejo moderado que se debe practicar sobre el mismo. El agua al no estar en sus condiciones optima y sanitarias conlleva a provocar enfermedades de origen hídrico, debilidad, aumento económico mínimo, inseguridad social, problemas por su uso y catástrofes ambientales, por lo que es necesario conservar un monitoreo firme de la calidad del agua y conocer el uso de tecnologías o factores que afectan su calidad.(Rene 2005)

1.2.1.1 Fuentes de agua en la naturaleza

Lluvia

Se da por la condensación del vapor, en estado de vapor, es comparativamente pura, pero cuando se condensa y cae, al agua lluvia absorbe varias sustancias como puede ser: esporas vegetales, polvo, bacterias y dióxido de carbono. Este tipo de agua es insípida pero sobretodo es no corrosiva y saturada por el oxígeno por ende no es utilizada para el consumo en algunos lugares, pero si se lo emplea su calidad va a depender del almacenamiento así como también de la manera como fue recolectada.

Lagos y Lagunas

En los lagos y lagunas es muy importante sus almacenamiento es decir debe estar en reposos ya que es necesario que el agua sedimente la materia que está suspendida en la misma , entre ellos puede estar minerales disueltos por lo que puede presentar un color oscuro antes de su sedimentación con esto ayudara a la aclaración del agua y la remoción de baterías ,el agua de buena calidad no es la que se encuentra cerca a las orillas sino al contrario, es la que se encuentra a media profundidad, para su calidad se debe tomar en cuenta el volumen del cuerpo, y la forma de las corrientes de agua

El agua de los lagos y las lagunas es muy utilizada en el consumo humano previo al tratamiento realizado, ya que son fuentes principales para el abastecimiento de las comunidades, la calidad del agua va a depender de la época del año en tiempos de lluvia es donde el agua va a sufrir mayor porcentaje de contaminación ya que pueden ser arrastrados sustancias contaminantes, en verano el agua es más clara y menos contaminada.

Agua de manantial

Es la salida de agua natural, que brota del interior de la tierra de manera natural o intencional desde un solo punto, el agua de manantial se da en tierras firmes, o realizar excavaciones para la obtención de lagos, su implantación está en relación con la naturaleza de las roca, ya que un manantial se encuentra de manera superficial a la tierra.

Agua subterránea

Se da por la filtración de la lluvia en el suelo contrayéndose así el agua subterránea. Mediante el paso a través del suelo, el agua presenta un contacto con varias sustancias las cuales le da sus características particulares. Por ende son aguas claras, frías, sin color y más duras que las superficiales. Su calidad y temperatura son semejantes, bacteriológicamente son excelentes, a no ser que se vea influenciada por actividades humanas. (Idrovo et al. 1999) <http://www.camaren.org/disenio-construccion-operacion-mantenimiento-y-evaluacion-de-sistemas-de-agua-potable/>

1.2.1.2 Calidad de Agua

La calidad del agua se determina mediante las concentraciones y del material orgánico e inorgánico, que se encuentran presentes en el agua, aledaño con ciertas características físicas del agua. Para realizar el análisis de agua se establece mediante mediciones en el sitio de recolección así como también en el laboratorio. Es importante seguir una guía de calidad durante el análisis del agua para realizar las mediciones así como también la recogida de muestra. Un proyecto de una monitorización mediante programa es, por lo tanto, para reunir datos suficientes, para evaluar las variaciones espaciales o temporales en la calidad del agua. (Meybeck et al. 1996) http://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqmchap2.pdf.

La calidad del agua es muy significativo así como también el escás de la misma, sin embargo, no se le ha brindado mayor atención. La palabra calidad de agua se describe al conjunto de medidas establecidas por sus diferentes establecimientos, ya que ellos indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos como: doméstico, riego esto en la agricultura, y a nivel industrial. (Rene 2005)

La salud es más que la desaparición de enfermedades, como se reconoce en la definición de salud de la OMS. Al brindar agua segura ayuda al consumidor y a la población a disminuir diferentes enfermedades que la causante sea el agua. Según investigaciones realizadas existe enfermedades

producidas por el agua sin tratamiento, la población más vulnerable es la zona de índices de pobreza altos, el segundo problema es el mantenimiento que no se le da a la calidad del agua, el ultimo y muy importante es la relación que existe calidad del agua – salud ya que este se relaciona con las enfermedades relacionadas con un poco cantidad de agua (Asela, Rojas & Iglesias 1999) <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v7n5/2363.pdf>.

Una enfermedad que constituye un problema sustancial de salud en las zonas urbanas y rurales de todo el mundo es la hepatitis A, la cual es causada por un virus, y se muestra en forma esporádica y epidemial, con tendencia a recurrencia cíclica, guardando estrecha relación con el deficiente saneamiento ambiental.(Asela, Rojas & Iglesias 1999) <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v7n5/2363.pdf>.

Estas enfermedades podrían ser impedidas, si se garantizara el acceso a agua potable e higiene ambiental, si se asegura el camino universal a las inmunizaciones y otros servicios básicos de salud, y si se preservara y cuidara el medio ambiente.(Asela, Rojas & Iglesias 1999) <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v7n5/2363.pdf>

1.2.1.3 Contaminación del agua.

La contaminación se debe a diferentes circunstancias como puede ser naturales, entre estos esta la lluvia, que arrastra sustancias al agua contaminándolo, esta contaminación puede ser las bacterias como la *E. coli* que es una bacteria producto de las heces fecales de los animales o personas. Existen varios factores que puede contaminar el agua de consumo humano, entre estos se encuentran las fuentes de abastecimiento natural, las redes de almacenamiento y el pastoreo de los animales y, por último, factores políticos que afectan la normatividad relativa a la inversión en el desarrollo y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua potable.(Sánchez-Pérez y Colaboradores. 2000) <http://www.scielosp.org/pdf/spm/v42n5/3990.pdf>

Otros factores que influyen en la calidad del agua tenemos: Uso de la tierra y su relación con la calidad del agua.

Figura 1-1. Factores que influyen en la calidad del agua en un micro cuenca.



Fuente: (Rene 2005) <http://orton.catie.ac.cr/REPDO/A0602E/A0602E.PDF>.

La actividad ganadera y su relación con la calidad del agua: la ganadería tiene impacto en la calidad de agua así como también en los recursos hídricos, de manera que cuando se da el pastoreo puede contaminar el agua de consumo alterando así las características microbiológicas contaminando con las heces coliformes fecales y las características químicas, puede alterar el valor de nitritos y nitratos. Generalmente esto se observa cuando los animales se encuentran cerca de las redes por donde pasa el agua ya que en un día lluvioso puede ser arrastrada con facilidad hacia la fuente.

Los incrementos de bacterias en el agua se demuestran cuando el ganado pasta en áreas muy cercanas a las fuentes de agua. Según estudios realizados, la cantidad de bacterias en el suelo es en función del tipo y del número de ganado, y la forma en que los desechos fueron tratados o almacenados. Así como la contaminación de las aguas superficiales por nutrientes provenientes de áreas de pastoreo afecta la calidad del agua (Rene 2005) <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0602E/A0602E.PDF>.

Es por ello que un efecto sobre la calidad del agua se da por la intensidad del sobrepastoreo, ya que afecta la densidad del suelo, con el incremento del pisoteo, de tal forma que al ocurrir una lluvia o riego, la capacidad de almacenamiento del suelo es superada fácilmente, e inevitablemente ocurrirá arrastre de nutrientes por efecto de la escorrentía y lixiviación a las fuentes de agua. (Rene 2005) <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0602E/A0602E.PDF>.

La agricultura y su influencia en la calidad del agua: un impacto muy fuerte es la de la agricultura ya que puede contaminar las aguas superficiales y subterráneas, los agricultores para realizar sus siembras siempre utilizan fungicidas así como también abonos orgánicos es decir las heces de los animales como cerdos, pollos y ganado, contaminando así el agua dulce. Las principales fuentes agrícolas contaminantes la constituyen los pesticidas así como también los fertilizantes. Según investigaciones se han demostrado, que los plaguicidas con sedimentos son una fuente muy común en países del trópico. En la actualidad, los organismos que se desea determinar la calidad de agua realizan muestreos más diversos, incluyendo agua, sedimento y biota, con la finalidad de determinar con mayor precisión los plaguicidas que se encuentran en el medio acuático (Rene 2005) <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0602E/A0602E.PDF>.

La contaminación del agua en superficies están altamente relacionada, con la pérdida de los suelos, ya que arrastran sedimento encontrados como desechos de la agricultura, produciendo así altos niveles de turbidez, al colocar muchos fertilizantes provoca el aumento de nitratos en las fuentes de agua

El nitrato es típicamente arrastrado desde los campos cultivados y se mueve a poca profundidad, subterráneamente, hacia las fuentes superficiales; esta lixiviación se reduce hasta en un 15%

cuando se dan prácticas de manejo de conservación de suelos y agua.(Rene 2005) <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0602E/A0602E.PDF>.

Actividades forestales

Existen diversos factores que afectan la cantidad y calidad del agua ya que son indispensables, en el manejo forestal que se hace en los terrenos.

Esto se puede dar cuando el manejo forestal cambia la producción del área de esta manera afectara los niveles de las corrientes tanto externas como internas, induciendo así a que la sedimentación de los cales de riego. La cuenca poco a poco se va degradando a tal nivel que hay cauces donde ya no corre el agua.(Rene 2005) <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0602E/A0602E.PDF>.

Tipos de contaminación de agua. Existen 2 tipos de contaminación de agua entre estos tenemos: la contaminación puntual, ya que esta descarga sus aguas en un barranco este de forma natural, proveniente de una fuente específica, en este punto el agua puede ser tratada, medida y controlada su inocuidad, este tipo de contaminación puede darse por las industrias asociadas así como también las aguas negras.

Otro tipo de contaminación es la contaminación difusa en este tipo se refiere, a la contaminación de las áreas abiertas, pero no tiene una fuente específica, por lo que la contaminación del agua se da por los usos de la tierra como puede ser para la agricultura o pastoreo.

Si se tiene los medios adecuado es fácil eliminar la contaminación puntual, para lo cual se utiliza tanques de sedimentación en donde se almacena el agua en reposo el sedimento se deposita en el fondo para luego tratarlo con productos químicos el agua. El lodo obtenido como producto del sedimento se utiliza luego como abono para la agricultura, ya que presenta en concentraciones altas nutrientes para la plantas

En las fuente no puntual no existe sedimentación sino el agua fluye sobre la superficie de la tierra arrastrando nutrientes, fertilizantes, plaguicidas y otros contaminantes aplicados en las actividades agropecuarias y forestales. La característica principal de estas fuentes es que responden a las condiciones hidrológicas. Como ejemplo de este tipo de contaminación se pueden mencionar las actividades industriales y la contaminación de origen doméstico como excretas humanas, grasas, y jabones.(Rene 2005) <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0602E/A0602E.PDF>.

1.2.1.4 Enfermedades producidas por contaminación del agua.

Son varias las enfermedades que puede ser transmitidas por el agua especialmente en aquellas que han sufrido un proceso de contaminación, como puede ser el suministro de agua estancada puede estar contaminada por las bacterias, insectos como las moscas ya que va afectar a su composición tanto físicas como microbiológicas.

1.2.1.5. Tipos de microorganismos en el agua potable causante de enfermedades.

Hay varios tipos de microorganismos, muchos microorganismos infecciosos que se encuentran en el medio ambiente, en el agua se pueden hallar bacterias como *Shigella*, este bacilo su principal causa es la fiebre tifoidea es una enfermedad grave que puede causar perforaciones en el intestino incluso en puede producir una hemorragia ya que esta es causante de la disenterías, fiebre, retorsiones que incluso puede llegar a producir convulsiones, *Salmonella*, también es un tipo de microorganismo que causa tifoidea pero lo más frecuentes la causante de cólera, mediante el *Vibrio cholerae*, el *Escherichia coli*, es la causante de las enfermedades gastrointestinales. Al contraer estos microorganismos nos produce como síntomas, náuseas, vómitos, diarrea y calambres estomacales esto afectando principalmente a los niños en adultos las personas adultas con un buen estado de salud, estas enfermedades suelen ser leves y duran poco tiempo. (Mondaca y Campos 2005) <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd57/riesgo.pdf>.

¿Cómo contaminan los microorganismos infecciosos el agua potable?

Su metabolismo es fácil ya que estos están presentes en las heces de animales de sangre caliente, de las personas como también de los animales, las fuentes de agua también pueden contaminarse por las aguas que limpian las grajas y explotaciones ganaderas, vertidos de plantas de tratamiento de aguas residuales o vertidos de sistemas sépticos. (Facts) http://www.state.nj.us/health/eoh/hhazweb/micro_sp.pdf

Tabla 1-1 : Enfermedades y síntomas producidos por bacterias

Bacterias	Fuente	Periodo de incubación	Duración	Síntomas clínicos
<i>Salmonella typhi</i>	Heces, orina	7 - 28 días (14)	5 - 7 días (semanas – meses)	Fiebre, tos, náusea, dolor de cabeza, vómito, diarrea
<i>Salmonella sp.</i>	Heces	8 - 48 horas	3 - 5 días	Diarrea acuosa con sangre
<i>Shigellae sp.</i>	Heces	1 - 7 días	4 - 7 días	Disentería (diarrea con sangre), fiebres altas, síntomas tóxicos, retortijones, pujos intensos e incluso convulsiones.
<i>Vibrio cholerae</i>	Heces	9 - 72 horas	3 - 4 días	Diarrea acuosa, vómito, deshidratación
<i>V. cholerae</i> No.-01	Heces	1 - 5 días	3 - 4 días	Diarrea acuosa
<i>Eschericia coli</i> enterohemorrágica O157:H7	Heces	3 - 9 días	1 - 9 días	Diarrea acuosa con sangre y moco, dolor abdominal agudo, vómitos, no hay fiebre
<i>Eschericia coli</i> enteroinvasiva	Heces	8 - 24 horas	1 - 2 semanas	Diarrea, fiebre, cefalea, mialgias, dolor abdominal, a veces las heces son mucosas y con sangre
<i>Eschericia coli</i> enterotoxigena	Heces	5 - 48 horas	3 - 19 días	Dolores abdominales, diarrea acuosa, fiebre con escalofríos, náusea, mialgia
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Heces, orina	1- 11 días (24 - 48 horas)	1 - 21 días (9)	Dolor abdominal, diarrea con moco, sangre, fiebre, vómito
<i>Campylobacter jejuni</i>	Heces	2 - 5 días (42 - 72 horas)	7 - 10 días	Diarrea, dolores abdominales, fiebre y algunas veces heces fecales con sangre, dolor de cabeza
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	Heces	20 - 24 horas	1 - 2 días	Fiebre, escalofríos, dolor abdominal, náusea, diarrea o vómito
<i>Aeromonas sp.</i>	Heces	Desconocido	1 - 7 días	Diarrea, dolor abdominal, náuseas, dolor de cabeza y colitis, las heces son acuosas y no son sanguinolentas

Fuente: (Mondaca y Campos 2005) http://www.state.nj.us/health/eoh/hhazweb/micro_sp.pdf.

1.2.2 Agua potable

Agua potable. Es el agua cuyas rasgos físicos, químicos microbiológicos han sido tratadas con el fin de garantizar su capacidad para el consumo humano (Instituto Ecuatoriano de Normalización 2014). Entre los derechos humanos existe un derecho primordial que es el acceso a agua segura o potable y un componente esencial en la política de protección a la salud. Es decir que no debe poseer ningún riesgo significativo para la salud del usuario al ser ingerida durante toda la vida. (Tierra Fabricio 2013) <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/4438/1/56T00562%20UDCTFC.pdf>.

Calidad física

En cuanto a la calidad del agua potable en sus características físicas según la NTE INEN 1108:2014 los parámetros de análisis son: color, turbidez, olor y sabor. (Instituto Ecuatoriano de Normalización 2014)

- Color

El agua es incolora, pero debemos distinguirla a lo que llamamos color aparente, el que presenta el agua bruta y el color verdadero, que es el que presenta cuando se le ha separado la materia en suspensión puede ser después del tratamiento. (Reascos & Yar 2010) [file:///C:/Users/USER/Downloads/03%20REC%20123%20CONTENIDO%20\(10\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/03%20REC%20123%20CONTENIDO%20(10).pdf).

- Olor y sabor

Este parámetro se relaciona con los compuestos químicos que se encuentran presentes en el agua, estos compuestos pueden ser propios del agua o por contaminación ya sea por fertilizantes o fungicidas utilizadas por agricultores, o naturales presentes en la naturaleza propia del agua, el color y olor del agua se determina mediante los órganos organolépticos, el consumidor va ser el a que acepta o rechaza dependiendo del gusto que tenga. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos en ocasiones sin ningún olor.(Reascos & Yar 2010)
file:///C:/Users/USER/Downloads/03%20REC%20123%20CONTENIDO%20(10).pdf

- Turbiedad

Es un parámetro es utilizado para identificar la calidad de las aguas naturales y las aguas residuales tratadas con relación al material residual en suspensión coloidal si el agua no presenta turbidez esto no es indicativo que esté libre de microorganismos contaminantes. La turbidez se mide por la comparación entre la fuerza de la luz dispersa en una muestra y la luz dispersa por una suspensión de referencia bajo las mismas condiciones.(Reascos & Yar 2010)
file:///C:/Users/USER/Downloads/03%20REC%20123%20CONTENIDO%20(10).pdf.

En el agua existe numerosos compuestos químicos propios de su naturaleza los cuales deben ser medidos ya que en exceso puede producir daño en la salud del que lo consume, sin embargo pocos suponen un peligro inmediato para la salud en cualquier circunstancia determinada. El agua que va ser destinada al consumo Humano debe ser monitoreada, en

Calidad química caso de tener algún tipo de contaminación debe realizarse inmediatamente, la corrección de los parámetros afectados. Fluoruro es un parámetro que ala estar en altas concentraciones, de origen natural, puede generar manchas en los dientes y, en casos graves, fluorosis ósea incapacitante.(OMS 2004) <http://www.disaster-info.net/Agua/pdf/11-CloroResidual.pdf>.

El del flúor se da de la siguiente manera, el agua es contaminado con flúor en su naturaleza propia ya puede ser por desechos industriales o por emanación o contaminación del aire de los volcanes este cae en la lluvia contaminando así el agua, una vez contaminada el agua sigue su recorrido hasta llegar a la población consumidora, esta lo ingiere, ingresa a las mucosas gástricas, y reacciona con el ácido Clorhídrico formando así el ácido hidrofúorhídrico, el cual tiene efecto corrosivo directo sobre la mucosa gástrica, en concentraciones elevadas. Pasa al plasma, tiene un pico de concentración máxima a las 3 horas, y luego se dirige a los distintos tejidos por mecanismos de transporte pasivo. Se deposita en tiroides, aorta, riñones, esqueleto y dientes, siendo estos dos últimos sus principales depósitos. (Elena & Médica 2010)

http://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/sanidad_ambiental/es_1249/adjuntos/agua - documentos tecnicos/fluoracion_es.pdf.

La fluorosis dental: es el hipo mineralización es decir baja el nivel de minerales en los dientes, del esmalte dental por aumento de la porosidad. Se debe a una excesiva ingesta de flúor durante el desarrollo del esmalte antes de la erupción si el consumidor consumió desde su infancia el agua contaminada. La fluorosis presenta una analogía dosis-respuesta. En una forma leve presenta estrías o líneas a través de la superficie del diente. En la fluorosis moderada los dientes son altamente resistentes a la caries pero presentan manchas blancas opacas y en la forma severa el esmalte es quebradizo con manchas marrones, acompañándose de lesiones óseas esto va a depender de las concentraciones y de la ingesta de flúor. (Salud 2014) http://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/sanidad_ambiental/es_1249/adjuntos/agua - documentos tecnicos/fluoracion_es.pdf.

Fluorosis esquelética: Esta se da por el consumo de un largo plazo de agua contaminada con flúor en altas concentraciones, produciendo así la fluorosis ósea. La cantidad de flúor en los huesos está relacionada de manera inversa con la edad.

Mayor afectación es en la fase de crecimiento del esqueleto es decir en la etapa de la niñez, ya que una porción relativa alta de flúor se deposita en los huesos, su síntoma se presentara cuando la persona se encuentre entre los 40 a 50 años, se ha postulado que un alto nivel de flúor puede debilitar el hueso e incrementar el riesgo de fracturas bajo ciertas condiciones, y concentraciones de ≥ 4 mg F/L pueden aumentar las fracturas.(Salud 2014) http://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/sanidad_ambiental/es_1249/adjuntos/agua - documentos tecnicos/fluoracion_es.pdf.

Arsénico; El alto contenido de arsénico puede contraer a lo que es el riesgo de cáncer y lesiones cutáneas, ya que el agua de consumo puede contener arsénico en altas concentraciones de origen natural se debe realizar su análisis respectivo para evitar estas afecciones al consumidor. (OMS 2004) <http://www.disaster-info.net/Agua/pdf/11-CloroResidual.pdf>

Uranio y el Selenio: pueden también ocasionar problemas de salud cuando su concentración es alta.(OMS 2004) <http://www.disaster-info.net/Agua/pdf/11-CloroResidual.pdf>

Nitratos y Nitritos: La presencia de nitratos y nitritos en el agua se ha asociado con la Metahemoglobinemia, en los recién nacidos que no se alimentan de leche materna sino con biberón. La presencia de nitratos puede deberse a la aplicación por parte de los agricultores de fertilizantes o a la filtración de aguas residuales u otros residuos orgánicos a las aguas superficiales y subterráneas.

Plomo: El plomo presenta altas concentraciones en cobre zonas con aguas corrosivas o ácidas, la manejo de cañerías y accesorios o soldaduras de plomo puede generar concentraciones altas de

plomo en el agua de consumo, que ocasionan efectos neurológicos adversos(OMS 2004)
<http://www.disaster-info.net/Agua/pdf/11-CloroResidual.pdf>

Antimonio (Sb): Su límite máximo permitido del metaloide por la norma es de 0,02 mg/L; se encuentra generalmente en aguas superficiales así como también en aguas subterráneas la concentración normal es de 0,1 Pg/L a 0,2 Pg/L. Estas forman aleaciones con Cr, Pb y Sn de fuerte dureza.

Arsenio (As): Se encuentra distribuido en el planeta en forma de sulfuro de arsénico y arseniuros metálicos. Está formando del agua de consumo humano por disolución de minerales y menas naturales. El límite máximo permitido del metaloide por la norma es de 0,01 mg/L. la concentración de Arsenio en aguas naturales frecuentemente va de 1 Pg/L a 2Pg/L.(Tierra Fabricio 2013) <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4438/1/56T00562%20UDCTFC.pdf>.

Dureza: Esta determina la presencia de cationes Ca^{+2} y Mg^{+2} , y en menor cantidad Fe^{+2} y Mn^{+2} y otros alcalinotérreos. En la actualidad se tiende a prescindir del término “dureza” indicándose la cantidad de calcio y magnesio presente en un agua en mg/l(Reascos & Yar 2010)
[file:///C:/Users/USER/Downloads/03%20REC%20123%20CONTENIDO%20\(10\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/03%20REC%20123%20CONTENIDO%20(10).pdf).

Bario (Ba): Es un metal comúnmente presente en concentraciones por debajo a 100 Pg/L, pero en análisis de aguas subterráneas se han reportado concentraciones por encima de 1 mg/L. según la norma vigente el límite máximo permitido es de 0,07 mg/L.(Tierra Fabricio 2013)
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4438/1/56T00562%20UDCTFC.pdf>

Boro (B): Principalmente se encuentra en plantas comestibles y en forma natural en aguas subterráneas y superficiales debido a contaminación de detergentes. La concentración de este metal varía de 0,1 mg/L a 0,3 mg/L. Según la norma NTE INEN 1108:2014 los valores máximo es de 2,4mg/L(Instituto Ecuatoriano de Normalizacion 2014)

Cloro residual: Cloro remanente en el agua luego de al menos 30 minutos de contacto. Su valor máximo es de 0,3 a 1,5¹ mg/L.(Instituto Ecuatoriano de Normalizacion 2014)
<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1108.2011.pdf>.

Tabla 1-2: Características físicas, sustancias inorgánicas y radioactivas del agua.

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
Características físicas		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
Inorgánicos		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	2,4
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN ⁻	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 ¹⁾
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃ ⁻	mg/l	50
Nitritos, NO ₂ ⁻	mg/l	3,0
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,5
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,04
¹⁾ Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos * Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleídos: ²¹⁰ Po, ²²⁴ Ra, ²²⁶ Ra, ²³² Th, ²³⁴ U, ²³⁸ U, ²³⁹ Pu ** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleídos: ⁶⁰ Co, ⁸⁹ Sr, ⁹⁰ Sr, ¹²⁹ I, ¹³¹ I, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ²¹⁰ Pb, ²²⁸ Ra		

Fuente: NTE INEN 1108:2014(Instituto Ecuatoriano de Normalización 2014)

1.2.2.1 Calidad microbiológica

El agua potable debe cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos.

Tabla 1-3: 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	

Fuente: NTE INEN 1108:2014

Los coliformes fecales son un grupo de bacterias, que se originan en la región intestinal de los animales de sangre caliente, estas bacterias pertenecen a la familia de las entero bacterias, durante el análisis tiene la capacidad de fermentar lactosa de 35 a 37 Los géneros que componen el grupo de los coliformes son: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, y además, algunas especies de *Serratia*, *Citrobacter* y *Edwardsiella*.(Reascos & Yar 2010) file:///C:/Users/USER/Downloads/03%20REC%20123%20CONTENIDO%20(10).pdf.

Cryptosporidium: es un parasito intracelular se encuentra presente tanto en animales como en el hombre, su ciclo de vida es muy complejo, ya que presenta una reproducción sexual y asexual, estos tienen resistencia a los procesos de potabilización por lo que es necesario 80 mg/L de cloro para su eliminación, dosis muy superior a la permitida por la OMS (0,2 a 1,5 mg/L).(Sánchez-Pérez & Colaboradores. 2000) <http://www.scielosp.org/pdf/spm/v42n5/3990.pdf>.

Giardia: este parasito se encuentra contaminando los alimentos y sobretodo el líquido vital, agua que lo contamina con mayor frecuencia y de una forma más rápida que los alimentos. Este parasito tiene como sintomatología el hipo absorción intestinal y las diarreas. Estudios revelaron que al consumir 10 quistes o menos de *Giardia* genera riesgo de infección. Los quistes de *Giardia* resisten desinfectantes como el cloro que son altamente oxidantes, se necesita grandes concentraciones y durante un tiempo determinado (25 a 30 minutos, 1mg/L de cloro libre) de la acción del desinfectante. Pero los rayos ultra violeta a dosis bajas desactiva la *Giardia*. (Tierra Fabricio 2013) <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4438/1/56T00562%20UDCTFC.pdf>.

CAPÍTULO II

2 MARCO METODOLÓGICO.

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

La población de estudio son las muestras de agua provenientes de: vertientes, tanque antes del tratamiento y después del tratamiento, tanque de almacenamiento y domicilios de la Parroquia de Totoras, del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua.

Se determinó trece puntos de muestreo, los cuales corresponden a los siguientes lugares:

Tabla 2-1: Puntos de muestreo

Punto de muestreo	Codificación	Lugar del punto de muestreo
Vertientes Vertiente A= vertiente grande Vertiente B = vertiente pequeña.	VA (VA1, VA2) VB (VB1,VB2)	La esperanza de Montalvo
Casas antes del tratamiento	CAT1 CAT2	Barrio Palahua
Tanque de almacenamiento Antes del Tratamiento	AT1 AT2	Barrio Palahua
Tanque después del Tratamiento	DT1 DT2	Barrio Palahua
Tanque de distribución y almacenamiento	TD1 TD2	Barrio Palahua
Domicilio Alto Palahua	DAP1 DAP2	Barrio Palahua
Domicilio Centro	DMC1 DMC2	Barrio Centro
Domicilio Bajo Mirador	DBM1 DBM2	Barrio El Mirador

Tratamiento: sedimentación, floculación y cloración.

Elaborado por: Landa, S. 2016

Se realizó tres muestreos durante el período Junio- julio del 2016, el primer muestreo se llevó a cabo el 02 de junio del 2016, el segundo muestreo se realizó el 20 y 21 de junio del 2016 y el tercer muestreo tuvo lugar el 11 y 12 de Julio del 2016. Las muestras fueron recolectadas por duplicado.

2.2. Flujograma del trabajo.

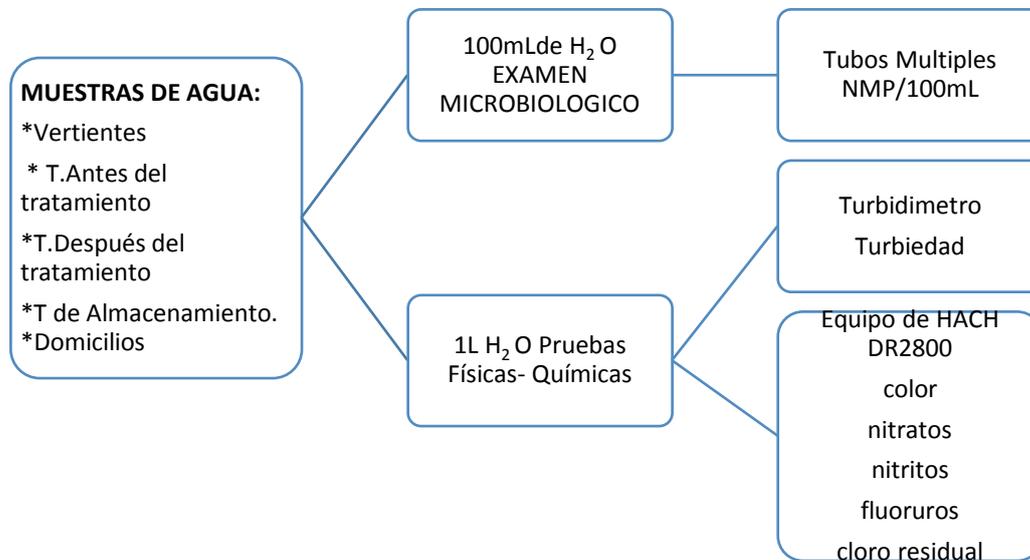


Figura 2-1: Esquema procedimiento de análisis.

Realizado por: LANDA, S. 2016

PUNTOS DE MUESTREO

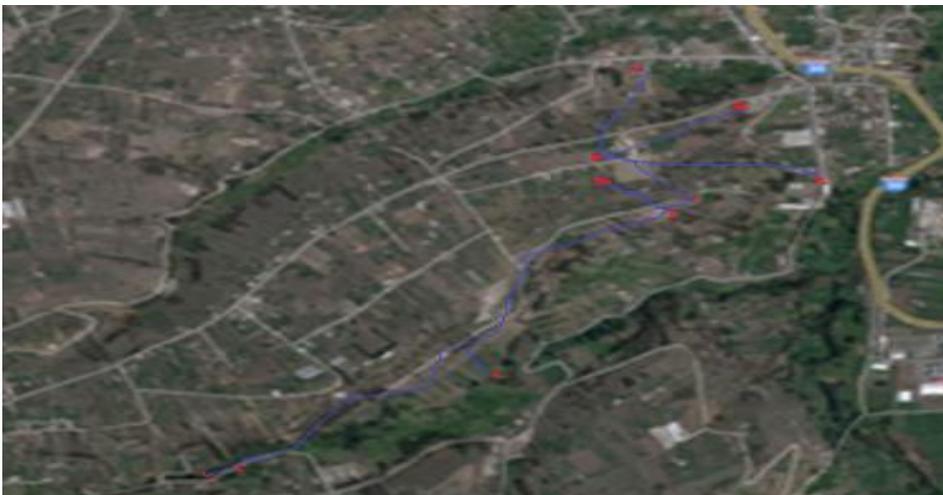


Figura 2-2. Mapa de los puntos de muestreo.

Elaborado por: Landa, S. 2016

2.2.1. Técnica de muestreo.

Para el muestreo se usó recipientes de polietileno de alta densidad en las determinaciones físicas y químicas, como lo sugiere la NTE INEN 2176:1998 Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo, y además recipientes estériles libres de sustancias tóxicas (Instituto Ecuatoriano de Normalización, NTE INEN 2176(1998) <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1108.2011.pdf>)

Para el análisis microbiológico considerando que, el agua de la parroquia de Totoras es agua potable se debe tratar las muestras para destruir los restos de cloro y transportarlas para analizarlas inmediatamente después del acopio. Por lo general, para destruir los residuos de cloro se utilizó tiosulfato de sodio al 10% 0,1cm³ por cada 120 cm³ de muestra. Los frascos deben ser codificados. (Instituto Ecuatoriano de Normalización 1984) <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1108.2011.pdf>

Se tomó en cuenta el procedimiento descrito por la NTE INEN 2169:1998 para el manejo y conservación de muestras, se utilizó un cooler con gel packs para la conservación de la muestra en el transcurso del muestreo hasta el momento de análisis en el laboratorio. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, NTE INEN 2169:98 1998) <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1108.2011.pdf>

Se escogió un grifo que suministre agua directamente de una tubería de la red de distribución, desinfectando la boca del grifo con una torunda de alcohol y posteriormente abrir completamente el grifo y dejar que el agua fluya por 2 o 3 minutos.

Tomar el frasco de su base, sacar el tapón y no tocar las paredes internas ni su boca para evitar contaminación. Su volumen no debe ser inferior a 100 mL y procurar no llenar el frasco por completo. Excepto en las muestras que se van a determinar parámetros físicos y químicos, llenar los frascos completamente y taparlos de tal forma que no exista aire sobre la muestra.

El examen bacteriológico de la muestra debe iniciar inmediatamente. Se transportó la muestra en un cooler con gel packs, su temperatura debe ser menor a 4°C a 5°C y el análisis debe iniciar en un tiempo no mayor a 6 horas. De acuerdo a la NTE INEN 1105:1984 Aguas. Muestreo para examen microbiológico. (Instituto Ecuatoriano de Normalización 1984) <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1108.2011.pdf>

2.3. Análisis de las muestras.

2.3.1. Análisis físico

2.3.1.1. Determinación de olor, sabor

Este parámetro se determina mediante los caracteres organolépticos de la población ya que estos están relacionados con las papilas linguales y las olfativas. Los sabores del agua se da por dos orígenes naturales en estos incluye gases, sales y compuestos orgánicos, y artificiales, son compuestos derivado de las sustancias acuáticas. (Reglamentación Técnico-Sanitaria para aguas potables 2010) http://www4.ujaen.es/~mjayora/docencia_archivos/Quimica_analitica_ambiental/tema_10.pdf.

2.3.1.2. Determinación del color por el método Espectrofotometría.

En el equipo HACH DR2800, seleccionar en la pantalla: Programa almacenados. Seleccionar el test: 125 Color 465nm. Luego colocar 10 mL de agua destilada en una celda, limpiar bien con toallas absorbentes el exterior de la misma y seleccionar en la pantalla “CERO”. Luego colocar 10 ml de la muestra en una celda, limpiar el exterior de la misma y seleccionar en la pantalla “MEDICIÓN” Tomar la lectura que indica el equipo dado en PtCo (Platino Cobalto).(Company 2000) file:///C:/Users/USER/Downloads/Water Analysis Manual-Spanish-Manual de Analisis de Agua (2).pdf.

2.3.1.3. Determinación de Turbidez por el método Espectrofotometría.

Encender el Turbidímetro. Colocar en la celda la muestra hasta la marca indicada limpiar bien la celdaponer, dentro de la porta celdas y cerrar. Tomar la lectura, dado en NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

2.3.2. Análisis Químico

2.3.2.1. Determinación de cloro libre residual por el método Volumetría.

Colocar 10mL de muestra en una celda en la otra colocar 10 mL de muestra pero a esta se le adiciona la bolsa de cloro libre total. Se tapa las dos celdas el receptáculo y se agitó para mezclar. Se comparó los colores entre las dos celdas y anoto los valores observados. Para un buen resultado, se comparó los colores entre los primeros diez (10) segundos. Se registró los resultados, expresados en mg/L.(OMS 2009) http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf.

2.3.2.2. Determinación de nitratos por el método espectrofotometría.

En el equipo HACH DR2800, seleccionar en la pantalla: Programa almacenados. Seleccionar el test: 351 N Nitrato RB. Preparar la muestra: Colocar 10 ml de la muestra en una celda. Añadir el contenido de un sobre de reactivo de NitraVer 5 en polvo.

Pulsar en la pantalla el símbolo de temporizador y realizar el procedimiento indicado. Agitar con rotación durante tres minutos (si existen nitratos en la muestra la solución tomará un color ámbar), reposo por dos minutos, agitación por 30 segundos y finalmente reposo por 15 minutos. Luego preparar el blanco: Colocar 10 mL de agua destilada en una celda. Esperar que suene el temporizador, limpiar bien el exterior de la cubeta que corresponde al blanco y colocarla en el soporte, porta cubetas, con la marca de llenado hacia el frente. Seleccionar en la pantalla: Cero. Se observa la medición 0,00 mg/L Limpiar bien el exterior de la cubeta que contiene la muestra y colocarla en el soporte, porta cubetas, con la marca de llenado hacia el frente. Seleccionar en la pantalla: Medición. Tomar la lectura que indica el equipo, dado en mg/L.(Company 2000) file:///C:/Users/USER/Downloads/Water Analysis Manual-Spanish-Manual de Analisis de Agua (2).pdf.

2.3.2.3. Determinación de nitritos por el método espectrofotometría.

En el equipo HACH DR2800, seleccionar en la pantalla: Programa almacenados. Seleccionar el test: 375 N Nitrito RB AV. Preparar la muestra: Colocar 10 ml de la muestra en una celda. Añadir

el contenido de un sobre de reactivo de Nitriver en polvo. Agitar con rotación. Si existen nitritos en la muestra, la solución tomará un color ámbar. Seleccionar en la pantalla el símbolo de temporizador y pulsar Ok. Esperar el tiempo determinado por el temporizador, 20 minutos. Período de reacción. Preparar el blanco: Colocar 10 mL de agua destilada en una celda. Al sonar el temporizador, limpiar bien el exterior de la cubeta que corresponde al blanco y colocarla en el soporte, porta cubetas, con la marca de llenado hacia el frente. Seleccionar en la pantalla: Cero. Se observará la medición 0,00 mg/L

Limpiar bien el exterior de la cubeta que corresponde a la muestra y colocarla en el soporte, porta cubetas, con la marca de llenado hacia el frente. Seleccionar en la pantalla: Medición. Tomar la lectura que indica el equipo, dado en mg/L(Company 2000) file:///C:/Users/USER/Downloads/Water Analysis Manual-Spanish-Manual de Analisis de Agua (2).pdf.

2.3.2.4. Determinación de fluoruros por el método espectrofotometría.

En el equipo HACH DR2800, seleccionar en la pantalla: Programa almacenados. Seleccionar el test: 190 Fluoruros. Preparar el blanco: Colocar 10 mL de agua destilada en una celda y añadir 2 mL del reactivo SPADNS.

Preparar la muestra: Colocar 10 ml de la muestra en una celda y añadir 2 mL del reactivo SPADNS.

Seleccionar en la pantalla el símbolo de temporizador y pulsar Ok. Esperar el período de reacción, 1 minuto.

Después del tiempo establecido por el temporizador limpiar bien el exterior de la cubeta que corresponde al blanco y colocarla en el soporte, porta cubetas, con la marca de llenado hacia el frente.

Seleccionar en la pantalla: Cero. Se observa la medición 0,00 mg/L

Limpiar bien el exterior de la cubeta que corresponde a la muestra y colocarla en el soporte, porta cubetas, con la marca de llenado hacia el frente(Company 2000) file:///C:/Users/USER/Downloads/Water Analysis Manual-Spanish-Manual de Analisis de Agua (2).pdf..

2.3.3. Análisis microbiológico

2.3.3.1. Determinación de Coliformes totales y fecales por el método Tubos múltiples NMP/100ml.

Prueba confirmativa para coliformes totales.

Se utiliza como medio de cultivo caldo lactosa verde brillante bilis 2% (C.LV.B) Codificar todos los tubos, colocar 10ml de caldo lactosa bilis verde brillante al 2% , colocar los tubos dulhans esterilizar el medio, en otro frasco colocar 90ml de agua de peptona y esterilizar por lo menos 15

minutos, después de tener los medios completamente estériles colocar 10ml de muestra en el frasco de agua de peptona de esta mezcla coger 1ml y colocar en el caldo bilis verde brillante, realizar 5 diluciones, dejar en incubación durante 48 horas , si después de ese tiempo cambia la muestra de color, en los tubos sembrar en eosina azul de metileno dejar en incubación durante 24 horas, si hay crecimiento realizar una tinción Gram para confirmar observando en el microscopio. Los bacilos Gram-negativos, coloreados de rojo y pueden aparecer en pares o raramente en pequeñas cadenas(Yvan & Criado) <http://iplcperu.org/cursospracticos/wp-content/uploads/2015/01/coloracio-GRAM.pdf>.

2332. *Determinación de Coliformes totales y fecales por el método placas Petrifilm™*

El equipo (mesa de trabajo) y las puntas para micro pipeta de 1000 µL estaban totalmente estériles. Se codificaron las placas 3M Petrifilm™ almacenadas a una temperatura menor a 80C (menor 46°F) en refrigeración. Se homogenizaron la muestra de agua vigorosamente. Se levantó la película superior de la placa y con un micro pipeta de 1000 µL se colocó 1mL de muestra en el centro de la película inferior. Se bajó con cuidado y sin dejar caer la película superior para evitar que atrape burbujas de aire. Se colocó el dispersor con el lado liso hacia abajo en la película superior sobre el inóculo. Se presionó suavemente el dispersor para distribuir el inóculo sobre el área circular sin girarlo ni deslizarlo. Se levantó el dispersor. Se esperó que la placa solidifique en un tiempo mínimo de 3 minutos. Se incubó las placas carilla arriba en grupos de no más de 20 piezas por 24 h ± 2h a 35 0C ± 10C. Se contó las colonias después del período de incubación, las colonias de color rojizo corresponden a Coliformes totales y las colonias de color lila y que presentan burbujas corresponden a Coliformes fecales o *Escherichia colir*.(Laboratories 3M Santé) http://solutions.productos3m.es/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?locale=en_WW&lmd=1307530120000&assetId=1273685360597&assetType=MMM_Image&blobAttribute=ImageFile.

CAPÍTULO III

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis, interpretación y discusión de resultados

3.1.1 Análisis físico del agua

Tabla 3-1: Resultados de los análisis físicos del agua.

LUGAR DE MUESTREO	RESULTADOS DE PARAMETROS FISICOS			TURBIDEZ 5 NTU
	COLOR 15 Pt-Co	OLOR	SABOR	
1 Vertiente 1 grande VA	1 ± 0,15	no objetable	no objetable	0,052 ± 0,0
2 Vertiente 2 pequeña VB	1 ± 0,11	no objetable	no objetable	0,073 ± 0,0
3 Casa antes del tratamiento 1. CAT1	3,8 ± 0,20	no objetable	no objetable	0,074 ± 0,0
4 Casa antes del tratamiento 2. CAT2	3,6 ± 0,40	no objetable	no objetable	0,074 ± 0,0
5 muestra Antes del tratamiento AT	6 ± 0,15	no objetable	no objetable	0,024 ± 0,0
6 muestra después del tratamiento DT	6,4 ± 0,12	no objetable	no objetable	0,038 ± 0,0
7 Tanque de almacenamiento para la distribución. TA	6,5 ± 0,1	no objetable	no objetable	0,038 ± 0,0
8 Domicilio 1 alto Palahua con tratamiento. DAP1	6,2 ± 0,11	no objetable	no objetable	0,031 ± 0,0
9 Domicilio 2 alto Palahua con tratamiento. DAP2	6,2 ± 0	no objetable	no objetable	0,033 ± 0,0
10 Domicilio 1 medio centro DMC1	6,3 ± 0,15	no objetable	no objetable	0,023 ± 0,0

11 Domicilio 2 medio centro DMC2	6.3 ± 0,15	no objetable	no objetable	0,026 ± 0,0
12 Domicilio 1 bajo mirador DBM1	6,36 ± 0,05	no objetable	no objetable	0.048 ± 0,0
13 Domicilio 2 bajo DBM2	6,4 ± 0,15	no objetable	no objetable	0,05 ± 0,0

Elaborado por: Landa. S. 2016

*Máximo permitido Pt-Co (platino-cobalto)

* Máximo permitido NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*)

En la Tabla 3-1 se presentan, los resultados obtenidos de los análisis durante el período Junio – Julio 2016, dichos datos se compararon con los límite máximo permitido por la norma NTE INEN 1108:2014 Agua Potable. Requisitos, en la que se indica el valor máximo para el parámetro del color es 15 Pt-Co, los trece puntos en donde se realizó el muestreo por duplicado presentan valores dentro de los límites de referencia.

El color del agua se debe a la presencia de minerales como hierro y manganeso, materia orgánica y residuos coloridos de las industrias (Ing et al. 2005). El color no es un parámetro que califique al agua como potable, pero puede ser rechazado por los consumidores, ya que el agua puede adquirir diferente color durante el proceso de tratamiento. En la presente investigación se asume que este parámetro se encuentra dentro del límite permitido porque existe una adecuada protección en todo el sistema de agua potable, desde las vertientes hasta que llega a los domicilios.

Para los parámetros olor y sabor, cumple con el requerimiento de la norma establecida, por lo cual se consideró para su medición las características organolépticas tanto linguales como las olfativas ya que el agua puede llegar a tener olores y sabores característicos de la naturaleza como pueden ser también artificiales esto por el tratamiento que está recibiendo. Según el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Totoras los sabores y olores del agua de consumo humano son aceptados por la población ya que ellos indican estar conformes con dichos parámetros. Según la norma NTE INEN 1108:2014 Agua Potable. Requisitos los límites máximos de olor y sabor es no objetable es decir que va a depender del sentido organoléptico de cada persona.

En lo que se refiere al parámetro Turbiedad se puede observar en la Tabla 3-1, que los resultados obtenidos se encuentra dentro del límite máximo permitido por la norma NTE INEN 1108.2014 que es 5 NTU. Se relacionó este parámetro con la investigación del sistema de abastecimiento de agua potable del cantón Santa Isabel-Cuenca, por Tacuri J. (2012), los resultados no concuerdan con esta investigación, ya que este parámetro está fuera de los límites permisibles por la norma, esto se debe a las abundantes lluvias que existe en la zona lo cual hace que el agua se contamine

con la cantidad de sólidos disueltos que son arrastrados a las fuentes. Como lo indica la tabla 3-1 el 100% de las muestras están dentro del límite máximo permitido, establecidos por la norma NTE INEN 1108:2014.

3.1.2. Análisis químico del agua.

Los análisis químicos del agua se realizó en el Laboratorio de aguas de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, para los ensayos nitrito, nitrato y flúor se empleó el equipo HACH DR 2800, el parámetro cloro libre residual fue medido in situ con ayuda del equipo Pool and Spa Test Kit.

Tabla 3-2: Resultados de los análisis químicos del agua

LUGAR DE MUESTREO	RESULTADOS DE PARÁMETROS QUÍMICOS			
	COLOR RESIDUAL * 0,3 a 1,5 1mg/l	NITRATOS *50 mg/l	NITRITOS *3,0 mg/l	FLUOR *1,5 mg/l
1 Vertiente 1 grande VA		4,5 ± 0,50	0,017 ± 0,0	2,95 ± 0,03
2 Vertiente 2 pequeña VB		4.4 ± 0,21	0,022 ± 0,00	3,32 ± 0,04
3 Domicilio antes del tratamiento.DAT1		4,5 ± 0,42	0,015 ± 0,00	3,29 ± 0,06
4. Domicilio antes del tratamiento.DAT2		4,4 ± 0	0,017 ± 0,00	3,3 ± 0,26
5 Tanque Antes del tratamiento AT		4,6 ± 0,15	0,014 ± 0,00	3,29 ± 0,01
6 Tanque después del tratamiento. DT	0,48 ± 0,02	4,1 ± 0,2	0,016 ± 0,00	3,18 ± 0,02
7 Tanque de almacenamiento para la distribución. TA	0,43 ± 0,06	4,7 ± 0,36	0,012 ± 0,00	3,4 ± 0,26
8 Domicilio 1 alto Palahua con tratamiento. DAP1	0,33 ± 0,01	4,4 ± 0,44	0,013 ± 0,00	3,33 ± 0,03

9	Domicilio 2 alto Palahua con tratamiento. DAP2	0,31 ± 0,01	4,3 ± 0,00	0,015 ± 0,00	3,31 ± 0,02
10	Domicilio medio centro DMC1	0,29 ± 0,02	5,4 ± 0,20	0,014 ± 0,01	3,21 ± 0,03
11	Domicilio medio centro DMC2	0,28 ± 0,02	4,8 ± 0,20	0,014 ± 0,00	3,18 ± 0,05
12	Domicilio bajo mirador1. DBM1	0,19 ± 0,02	4,6 ± 0,10	0,015 ± 0,00	3,01 ± 0,01
13	Domicilio bajo mirador1. DBM2	0,20 ± 0,02	4,7 ± 0,20	0,014 ± 0,00	3,03 ± 0,02

*Límites permisibles según la norma NTE INEN 1108:2014

Elaborado por: Landa, S. 2016

La tabla 3-2 muestra los resultados de los parámetros químicos. El cloro libre residual fue realizado en los ocho puntos de muestreo, se evidenció que los cuatro puntos que corresponde al tanque después del tratamiento, tanque de almacenamiento y dos redes de Paragua alto, se encuentran dentro de los límites permisibles según la norma NTE INEN 1108:2014 cloro libre residual 0,3-1,5 mg/L. En lo que se refiere a los otros cuatro puntos de muestreo, dos redes centro y dos redes del mirador, se encuentran fuera de los límites permisibles por la norma. Según los resultados obtenidos conforme se realiza la distribución del agua tratada por las redes domiciliarias, la proporción de cloro libre residual va disminuyendo pero no desaparece ya que en las redes lejanas al tratamiento se encontró restos de cloro residual en bajas concentraciones. Los resultados de la investigación fueron comparados con estudios similares realizados en parroquia Baños, cantón Cuenca, provincia de Azuay entre los cuales no existe una concordancia puesto que el promedio de cloro en el agua tratada fue de 0,78mg/l y el valor en las Redes de Distribución Domiciliar es de 0.87 mg/L, algo ilógico, se cree que esos resultados fueron erróneos por parte del analista.

Para el parámetro de nitratos, la tabla 3-2 evidencia que todas las muestras se encuentran dentro del límite permisible por la norma NTE INEN 1108:2014 AGUA POTABLE REQUISITOS, Nitratos 50mg/L. Las vertientes nacen bajo una montaña, el ojo del agua está protegida por una caseta dentro de ella se conecta con la tubería, cerca de las vertientes no existe tierras utilizados para la agricultura por esta razón la contaminación por nitratos es poco probable y se ratifica con los valores obtenidos en todas las muestras. (Rene 2005). Al comparar el parámetro nitratos con el estudio realizado en el Cantón Cotacachi de la Provincia de Imbabura por la Ing. Yar Brenda, se encuentra resultados similares, ya que sus niveles están dentro del límite máximo permitido por la normativa, su promedio es de 0,30 mg/L, según Yar son tierras dedicadas a la agricultura

pero no se evidencia contaminación por nitratos, utilizado para enriquecer y mejorar la producción agrícola, beneficiando a la calidad del agua.

Los valores de los nitritos se encuentran bajo los límites permisibles según la norma ecuatoriana NTE INEN 1108:2014 nitritos límite máximo permitido, 3,0 mg/ L valores que concuerdan con la investigación realizada por Tierra F. (2015) en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba en la parroquia de San Luis, el cual determinó 0,018 mg/ L de nitrito, mientras que el promedio con respecto a los valores obtenidos fue de 0,006mg/ L. Son resultados alentadores ya que los nitritos en concentraciones elevadas reaccionan dentro de nuestro organismo con las aminas secundarias y las amidas terciarias formando las nitrosas de alto poder cancerígeno y tóxico para el ser humano especialmente para los niños menores de cuatro meses. (Catalan y Catalan 1999)

Analizando el parámetro flúor podemos visualizar en la misma tabla, que todos los puntos de muestreo durante la investigación se encuentran en altas concentraciones, ya que este sobrepasaba el límite permisible de la norma NTE INEN 1108:2014 REQUISITOS AGUA POTABLE. Flúor límite máximo permitido 1,5 mg/ L; las cuales indica que el valor mínimo fue 2,95mg/L en las vertientes y valor máximo 3,4 mg/L en el tanque de almacenamiento para la distribución, este es un problema para la salud de la población ya que el flúor en exceso es la causa de fluorosis dental, fluorosis esquelética y osteoporosis, estudios realizados en la Universidad Central del Ecuador, Facultad de odontología, realiza un análisis de fluorosis dental en estudiantes de 8 a 12 años de la escuela fiscal mixta “Luis vivero Espinoza” de la Parroquia Totoras en la ciudad de Ambato año lectivo 2010-2011, se estableció un 4% de niños presentan fluorosis cuestionable, 19% fluorosis muy leve, 21% fluorosis leve, 37% fluorosis moderada, 16% fluorosis severa, concluye diciendo que existe una severa exposición a fluoruros a través del agua para consumo humano, ya que es la causante de fluorosis dental. (Gomes Ruth 2011).

El flúor es beneficioso para la salud ya que ayuda a evitar las caries, pero en cantidades de 1mg/l como límite máximo, al exceder este límite se corre el riesgo de contraer fluorosis dental especialmente en niños menores de siete años, otro efecto de flúor en la salud es la fluorosis esquelética (Gomez Gladys, Dulce y Martín). El nivel de flúor está influenciado por varios factores como puede ser la edad, la ingesta diaria de flúor, este se moviliza desde el hueso a través de la remodelación del hueso, en el tejido blando no se acumula flúor pero se puede encontrar en concentraciones altas en el riñón debido a la reabsorción parcial (Salud 2014).

3.1.3. Análisis microbiológico del agua, coliforme fecales

Este análisis se realizó en el laboratorio de análisis Bioquímicos y Bacteriológicos de la Facultad de Ciencias. Se realizó por el método de tubos múltiples NMP/100ml y para su comprobación se utilizó placas 3M Petrifilm™.

Tabla 3-3: Promedio de los parámetros microbiológico coliforme fecales y totales.

Lugar de muestreo	Tubos múltiples NMP/100 ml	Placas 3M Petrifilm™
Vertiente 1 grande VA	0	0
Vertiente 2 pequeña VB	0	0
Domicilio antes del tratamiento.DAT	0	0
Tanque Antes del tratamiento. TAT	0	0
Tanque después del tratamiento TDT	0	0
Tanque de almacenamiento para la distribución. TA	0	0
Domicilio alto Palahua con tratamiento. DAP	0	0
Domicilio alto Palahua con tratamiento. DAP	0	0
Domicilio medio centro después del tratamiento. DMC1	0	0
Domicilio medio centro después del tratamiento. DMC2		
Domicilio bajo mirado. DBM1	0	0
Domicilio bajo Mirador. DBM2	0	0

Elaborado por: Landa, S. 2016.

Como podemos observar la Tabla 3-3 evidencia que no se encontró la presencia de coliformes fecales y totales en ninguna muestra y que para su confirmación se utilizaron placas 3M Petrifilm™ cumpliendo con la norma NTE INEN 1108:2014 Tubos múltiples NMP/100ml < 1,1 ninguno debe ser positivo . Se puede relacionar este parámetro con el flúor que se encuentra en altas cantidades. El flúor en concentraciones altas tiene acción bactericida sobre las bacterias cariogénicas y de otro tipo, esto se confirma con estudios que indican que el ion fluoruro que

proviene de la sal de NaF en 1000 ppm es bactericida, en 250 ppm es bacteriostático y en 10 ppm es antienzimático.(Gusman 2002) Por esta razón el flúor ayuda a evitar el crecimiento de bacterias en el agua de consumo así como también la correcta protección desde las vertientes hasta las redes domiciliarias, evitando así que animales de sangre caliente lo contamine, también es importante el mantenimiento que le dan a las vertientes cada mes. Los resultados fueron comprados con los análisis realizados en la parroquia de San Luis del Cantón Riobamba, solo concuerda con los resultados de las vertientes ya que no encontraron coliformes fecales, en el resto del sistema si hubo la presencia de estas por la contaminación presentada durante el recorrido.

De acuerdo a Smith et al., (1996) una de las fuentes de contaminación por coliforme fecales son los sitios donde hay mayor cantidad de pastoreo, y en la zona en donde los animales pueden beber el agua. Además, según estos autores, la supervivencia de los coliformes fecales es más probable en aguas profundas de lento movimiento y altamente polucionadas(Torres y Navia 2010).

CONCLUSIONES:

- Se recolectó 78 muestras de agua de 13 puntos específicos: dos vertientes, un tanque antes del tratamiento, después del tratamiento, tanque de almacenamiento y ocho domicilios ubicados en la parroquia de Totoras, durante el periodo Junio –Julio 2016, siguiendo los procedimientos descritos para muestreo de acuerdo a la NTE INEN 1105:1983. Aguas. Muestreo para examen microbiológico, y la NTE INEN 2176:1998 Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.
- Las muestras de agua recolectadas cumplen según lo establecido por la norma NTE INEN 1108:2014 Agua potable. Requisitos, los parámetros físicos como el color, olor sabor y turbiedad cumplen en un 100%; los parámetros químicos como cloro residual el 80 % cumple con los límites establecidos (0,3 a 1,5 mg/L), nitratos y nitritos el 100% está dentro del límite permitido. El parámetro fluoruros determina que el 100% de las muestras no cumplen con las especificaciones descritas por la norma.
- Al analizar el parámetro microbiológico por el método de tubos múltiples NMP/100ml y confirmación en 3M Petrifilm TM, el agua de consumo de la parroquia de Totoras presenta un 100% de cumplimiento frente a la normativa de referencia.
- El agua de la Parroquia de Totoras, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua no es apta para el consumo humano, ya que no cumple con todas las especificaciones que exige la norma NTE INEN 1108:2014 Agua Potable. Requisitos.

RECOMENDACIONES:

Se recomienda mejorar el sistema de potabilización de agua de la parroquia de Totoras, ya que no está cumpliendo en su totalidad con el objetivo deseado. Las altas concentraciones de flúor hacen que el agua no sea apta para el consumo humano, por lo cual se recomienda realizar un tratamiento que pueda bajar dichas concentraciones sin causar daño a la salud del consumidor. Uno de los métodos aplicables puede ser la coagulación con sulfato de aluminio, ya este ayudara a bajar las concentraciones del flúor de 3,6mg/l a 1,4 mg/l tan solo al añadir 250 mg/l de sulfato de aluminio. (Valenzuela, Ramírez-hernández y Sol 2011)

Debemos ser cuidadosos al momento de realizar los muestreos así evitaremos contaminar las muestras antes de la llegada al laboratorio, al instante analizar las muestras, seguir los pasos establecidos por las diferentes normas, y guías para el análisis evitando tener resultados falso positivos.

Se recomienda realizar los otros análisis químicos que no fueron analizados así obtendremos resultados completos y poder calificar la calidad del agua, en base a todos los parámetros ya que se realizó los que se consideraba importantes.

Se recomienda a la población consumir agua embotellada que sea segura especialmente a los niños menores de 6 años, evitando así el consumo del agua analizada ya que el flúor se encuentra en altas concentraciones, así evitaremos riesgos en la salud.

Capacitar a los operadores en el manejo de equipos para la determinación de cloro libre residual, así se controlará si el dosificador de cloro gas está funcionando correctamente desde el tratamiento hasta el último punto donde llega el agua.

Realizar un control de mantenimiento permanente de tuberías, filtros, tanques de almacenamiento y redes de distribución, con el fin de garantizar las condiciones de potabilización realizadas, así evitaremos la contaminación de microorganismos especialmente en lo que se refiere a coliformes fecales y totales.

BIBLIOGRAFÍA

ASELA, M.,et.al. *Calidad de agua y enfermedades.* vol. 15(5),Cuba. pp. 8.

CÁTALAN, L., et.al. *Nitritos.*[en línea].1996. [consulta 25 de junio del 2016]
Disponible:<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6978/04ComponentesAguas05.pdf;jsessionid=098AA49BE1397FB23CB86A2F2A33CFB8?sequence=8>.

COMPANY, H.,. *Manual de análisis de aguas* [en línea]. 2000. [consulta: 2 de julio del 2016].
Disponible en: [file:///C:/Users/USER/Downloads/Water Analysis Manual-Spanish-Manual de Analisis de Agua \(2\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/Water%20Analysis%20Manual-Spanish-Manual%20de%20Análisis%20de%20Agua%20(2).pdf).

ECUADOR. :Instituto Ecuatoriano de Normalizacion. Norma Técnica Ecuatoriana NTE
INEN 1108:2014 Agua Potable.Requisitos. Quito- Ecuador 2014, pp.1-6

ECUADOR. Instituto ecuatoriano de normalizacion, Norma Técnica Ecuatoriana. NTE
INEN 1105:1983. Aguas. Muestreo para el examen microbiologico.Quito Ecuador.
2012. pp1-4.

ECUADOR. Instituto ecuatoriano de normalizacion.Norma Técnica Ecuatoriana. NTE
INEN 2169:1998. Agua. Calidad del agua. Muesreo. Manejo y conservacion de las
muestras.Quito-Ecuador. 2013. pp. 1-8

ECUADOR. Instituto ecuatoriano de normalizacion,Norma Técnica Ecuatoriana. NTE
INEN 2176:1998. Agua calidad de agua muestreo . Tecnicasde muestreo. Quito -Ecuador
2013 pp. 1-10.

ELENA, M.,et.al. *Fluor y agua de consumo – Su relación con la salud – Controversias sobre
la necesidad de fluorar el agua de consumo.* [en línea].2006.[consultado: 23 de julio
2016].Disponible en:
http://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/sanidad_ambiental/es_1249/adjuntos/agua - documentos tecnicos/fluoracion_es.pdf.

FACTS, . *Microorganismos en el agua potable*. [en línea], pp. 8 [13 de junio 2016]. Disponible en: http://www.state.nj.us/health/eoh/hhazweb/micro_sp.pdf.

GARCÍA, C.,et,al *Control y Vigilancia de la calidad del agua de consumo humano*. [en línea]. [Consulta: 18 mayo 2016]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/cd-cagua/ref/text/09.pdf>.

GOMES RUTH. *fluorosis dental en estudiantes de 8 a 12 años de la escuela fiscal mixta «luis vivero espinoza»de la parroquia totoras en la ciudad de ambato año lectivo 2010-2011*. [en línea].2011.[consultado:15 de octubre 2016] Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/355/4/T-UCE-0015-19.pdf>.

GOMEZ GLADYS.,et.al. *Flúor y Fluorosis Dental*. [en línea].2002.[consultado: 12 octubre 2016] Disponible en: <http://www3.gobiernodecanarias.org/sanidad/scs/content/c7371f7e-3ed8-11de-ac1c-2ff2cc426c4d/FluoryFluorosisWeb.pdf>.

GUSMAN, A., *Concentracion de fluoruros contenidos dendriticos en función a la temperatura*. [en línea].2002 [12 octubre 2016]. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/salud/atuncar_g_m/t_completo.pdf.

IDROVO, D.,et.al. *Diseño, construcción, operación, mantenimiento y evaluacion del sistema de agua potable*. , pp. 243.

ING, D.,et.al. *Características del agua potable. Ingeniería sanitaria* [en línea], pp. 1-7 [consultado:12 de junio 2016]. Disponible en:https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_03_Caracteristicas_del_Agua_Potable.pdf.

LABORATORIES 3M SANTÉ, *Placas Alta Sensibilidad para Recuento de Coliformes*. [en línea]. 2007.[Consultado: 2 de junio del 2016] pp. 3-6. Disponible en: http://solutions.productos3m.es/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?locale=en_WW&lmd=1307530120000&assetId=1273685360597&assetType=MMM_Image&blobAttribute=ImageFile.

LÓPEZ CIPRIANO. *Análisis básico de parámetros físico-químicos y bacteriológicos del agua potable de Telpaneca, Madriz Nicaragua* [en línea] .2007. [consultado:27 de mayo del 2016] Disponible en: <http://165.98.12.83/366/1/encuentro76articulo4.pdf>.

MEYBECK, M.,et. al. *Water quality* [en línea].1996.[consultado:5 de junio del 2016] Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqmchap2.pdf.

MONDACA, M., et.al. *Riesgo de Enfermedades Transmitidas Por El Agua En Zonas Rurales* [en línea].2005.[consultado:22 de junio del 2016]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd57/riesgo.pdf>.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Guías para la calidad del agua potable*. 2006. pp. 10-404.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Medición del cloro residual en el agua*. 2009. pp.1- 4.

PACHECO, Julia.,& PÉREZ, Rosela. *Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán, México*.Ingeniería. Vol 8(2). 2004. Mexico.pp.165-169.

REASCOS, Blanca & YAR, Brenda. *Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del canton Cotacachi y propuesta de medidas correctivas*.(Tesis).(Ingeniero en Recursos Naturales) . Universidad Técnica del Norte.Facultad de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y Renovables. Ibarra-Ecuador. 1010.pp 22-27.

REGLAMENTACIÓN TÉCNICO-SANITARIA PARA AGUAS POTABLES *Análisis de aguas*. [en línea].2010.[consultado 3 de junio del 2016].Disponible en: [http://www4.ujaen.es/~mjayora/docencia_archivos/Quimica analitica ambiental/tema 10.pdf](http://www4.ujaen.es/~mjayora/docencia_archivos/Quimica_analitica_ambiental/tema10.pdf).

RENE, M. *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 El Limón , San Jerónimo , Honduras* . [en línea].2005.[consultado: 22 de junio del 2016]. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0602E/A0602E.PDF>.

ROBLES, E., et.al. *Calida Bacteriológica y físicquímica del agua de aguifero tepalcingo Axochiapan, Morelos, México*. [en línea]. 2013.[consultado:28 de mayo del 2016] Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/3236/323627689002.pdf>.

SALUD, D. *Fluoración del agua de consumo*. [en línea].2014.[consultado:27 de julio del 2011] Disponible en: http://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/sanidad_ambiental/es_1249/adjuntos/agua - documentos tecnicos/fluoracion_es.pdf.

SÁNCHEZ,Hecto y MENDEZ, José. *Calidad bacteriológica del agua para consumo humano en zonas de alta marginación de Chiapas*. Salud Pública de México. vol. 42(5).2000.Mexico. pp. 397-406.

SOLARTE, Y.,et.al. *Transmisión de protozoarios patógenos a través del agua para consumo humano*. *Colombia médica*. vol. 37(1). 2006.Colombia. pp. 74-82.

TIERRA FABRICIO. *Evaluacion de la calidad Fisica Quimica y microbiologica del agua de consumo humano de la parroquia de San Luis del cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo*.(Tesis). (Bioquímico Farmaceutico). Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela Bioquimica y Farmacia.Riobamba- Ecuador. 2013. pp.49-5.

TORRES, S., et.al. *Calidad físico-química y microbiológica del agua del municipio de Bojacá , Cundinamarca. , vol. 8(14) 2010.Cundinamarca. pp. 206-212.*

VALENZUELA, L., et,al. *Alternativas para la Eliminación Doméstica de Fluor en el Agua de Consumo Humano.Mexico. vol. 22(2) 2011. Mexico. pp. 23-32.*

YVAN, M. &CRIADO, V. *coloracion o tincion de gram* [en línea]2015[consultado 21 de junio del 2016], Disponible en:
<http://iplcperu.org/cursospracticos/wpcontent/uploads/2015/01/coloracio-GRAM.pdf>.

ANEXOS

Anexo A: 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 World Association) y WEF (Water Environment Federation). *Métodos Estandarizados para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales* (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater) en su última edición.

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

4. DEFINICIONES

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

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

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

4.1.3 **Límite máximo permitido.** Representa un requisito de calidad del agua potable que fija dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico del momento un límite sobre el cual el agua deja de ser apta para consumo humano. Para la verificación del cumplimiento, los resultados se deben analizar con el mismo número de cifras significativas establecidas en los requisitos de esta norma y aplicando las reglas para redondear números. (ver NTE INEN 052).

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

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

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

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

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

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

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

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

4.1.12 Sistema de abastecimiento de agua potable. El sistema incluye las obras y trabajos auxiliares construidos para la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y sistema de distribución.

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

5. REQUISITOS

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

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

TABLA 1. Características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas

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

* 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: ²¹⁰Po, ²²⁶Ra, ²²⁸Ra, ²³²Th, ²³⁴U, ²³⁸U, ²³⁸Pu
 ** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ⁶⁰Co, ⁸⁸Sr, ⁹⁰Sr, ¹³⁴I, ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb, ²²⁶Ra

TABLA 2. Sustancias orgánicas

	UNIDAD	Límite 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	0,0006
1,2Dibromoetano	mg/l	0,0004
1,4- Dioxano	mg/l	0,05
Acido Nitrilotriacético	mg/l	0,2

TABLA 3. Plaguicidas

	UNIDAD	Límite 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
Aldrín y Dieldrín	mg/l	0,00003
Carbofuran	mg/l	0,007
Clorpirifós	mg/l	0,03
DDT y metabolitos	mg/l	0,001
1,2-Dibromo-3-cloropropano	mg/l	0,001
1,3-Dicloropropano	mg/l	0,02
Dimetoato	mg/l	0,006
Endrín	mg/l	0,0006
Terbutilazina	mg/l	0,007
Clordano	mg/l	0,0002
Hidroxiatrazina	mg/l	0,2

TABLA 4. Residuos de desinfectantes

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

TABLA 5. Subproductos de desinfección

	UNIDAD	Límite máximo permitido
2,4,6-triclorofenol	mg/l	0,2
Trihalometanos totales	mg/l	0,5
Si pasa de 0,5 mg/l investigar:	mg/l	0,08
• 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 ² ó 10 tubos de 10 cm ² ninguno es positivo	
** < 1 significa que no se observan colonias	
(1) ver el anexo 1, para el número de unidades (muestras) a tomar de acuerdo con la población servida	

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

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

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

7. MÉTODOS DE ENSAYO

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

APÉNDICE Y
(Informativo)

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

Tabla Y.1

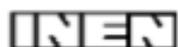
POBLACIÓN	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS POR AÑO
< 5 000	12
5 000 – 100 000	12 POR CADA 5 000 PERSONAS
> 100 000 – 500 000	120 MAS 12 POR CADA 10 000 PERSONAS
> 500 000	600 MAS 12 POR CADA 100 000 PERSONAS

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

APÉNDICE Z
BIBLIOGRAFÍA

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

Anexo B: NTE INEN 2176:1998 Agua calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.



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.
AL 01.06-203
ODU: 614.777:620.113
CIIU: 42.420.4200
ICS: 13.060.01

Norma Técnica
Ecuatoriana
Opcional

AGUA
CALIDAD DEL AGUA.
MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO.

NTE INEN
2 176:1998
1998-08

1. OBJETO

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.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a las técnicas de muestreo generales.

2.2 No se aplica a los procedimientos para situaciones especiales de muestreo.

3. DEFINICIONES

3.1 Para el propósito de esta norma, se aplican las siguientes definiciones:

3.1.1 *Muestra compuesta.* 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.

3.1.2 *Muestra instantánea, puntual, individual.* Es la muestra tomada al azar (con relación al tiempo y/o lugar de un volumen de agua).

3.1.3 *Muestreador.* Es el equipo usado para obtener una muestra de agua, para el análisis de varias características predefinidas.

3.1.4 *Muestreo.* Es el proceso de tomar una porción, lo más representativa, de un volumen de agua para el análisis de varias características definidas.

4. TIPOS DE MUESTRA

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.

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 2 168).

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.

4.1.3 Las técnicas de muestreo varían de acuerdo a situaciones específicas. Los diferentes tipos de muestreo son descritos en el capítulo 5.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Agua, calidad, muestreo, equipo de muestreo, condiciones generales

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 polución 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 poluentes 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.

(Continúa)

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, aún cuando el rango de flujo y la concentración de poluentes 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 período 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.

(Continúa)

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.

6.1.1.3 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.

6.1.1.4 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.

(Continúa)

6.1.2 Líneas de muestreo

6.1.2.1 Las líneas de muestreo son generalmente usadas en muestreos automáticos para proporcionar muestras a los analizadores continuos o monitores. Durante el tiempo de permanencia, la muestra puede considerarse como almacenada en un recipiente acoplado a la línea de muestreo. Por eso, las guías para la selección del material de los recipientes se aplican también a las líneas de muestreo.

6.2 Tipos de recipiente para muestras

6.2.1 Recipientes normales

6.2.1.1 Son adecuadas las botellas de polietileno y las de vidrio borosilicatado para la toma de muestras en las que se realizará el análisis de los parámetros físicos y químicos de las aguas naturales. Otros materiales químicamente más inertes, por ejemplo: politetrafluoroetileno (PTFE), son preferidos pero su uso no está muy extendido en los análisis de rutina. La tapa de tornillo, en las botellas de boca angosta y ancha se debe acoplar con tapas y tapones de plástico inerte o tapones de vidrio esmerilado (propenso a trabarse con las soluciones alcalinas). Si las muestras son transportadas en caja al laboratorio para los análisis, la tapa de la caja debe ser construida para prevenir el aflojamiento de los tapones, lo que puede producir derramamientos y/o contaminación de la muestra.

6.2.2 Recipientes especiales

6.2.2.1 A las consideraciones ya mencionadas se suma el almacenamiento de muestras que contienen materiales foto sensitivos, incluidas las algas, que requieren ser protegidas de la exposición a la luz. En estos casos, se recomiendan los recipientes de materiales opacos o de vidrio no actínico, y deben ser colocados en cajas a prueba de luz durante el almacenamiento por largos períodos. La recolección y el análisis de las muestras que contengan gases disueltos o constituyentes que puedan alterarse por aireación plantea un problema específico. Las botellas de boca angosta para análisis de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) deben tener tapones de vidrio esmerilado para minimizar la inclusión de aire, y se requiere de un sellante especial durante el transporte.

6.2.3 Recipientes para el análisis de contaminantes orgánicos, en trazas

6.2.3.1 Las botellas para muestras en las que se analizarán contaminantes orgánicos en trazas, deben ser de vidrio, debido a que los recipientes plásticos interfieren con la alta sensibilidad del análisis. La tapa debe ser de vidrio o de politetrafluoroetileno (PTFE).

6.2.4 Recipientes para el análisis microbiológico

6.2.4.1 Los recipientes para las muestras en las que se realizará el análisis microbiológico deben resistir las altas temperaturas de esterilización. Durante la esterilización o en el almacenamiento de muestras los materiales no deben producir o liberar químicos que puedan inhibir la viabilidad microbiológica, liberar químicos tóxicos o químicos que aceleren el crecimiento. Las muestras deben permanecer selladas hasta que sean abiertas en el laboratorio y deben estar tapadas para prevenir la contaminación.

6.2.4.2 Los recipientes deben ser de vidrio o de plástico de la mejor calidad y estar libres de sustancias tóxicas. Para análisis de rutina es suficiente que tengan una capacidad de 300 cm³. Los recipientes se deben tapar con tapas de vidrio esmerilado o tapas de tornillo, y si es necesario con bandas elásticas de silicona, que resistan esterilizaciones repetidas a 160°C.

(Continúa)

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:

- a) reducir el tiempo de contacto entre la muestra y el muestreador;
- b) usar materiales que no permitan la contaminación en la muestra;
- c) 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);
- d) 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 escogida*, 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:

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

(Continúa)

6.3.2.4 Cucharones de mordazas (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 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 esta 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 micropolutantes.

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.

(Continúa)

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.

(Continúa)

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.

(Continúa)

ANEXO A
(Normativo)

Características de un equipo de muestreo automático

A.1 Los siguientes datos son una guía para el diseño o selección del equipo de muestreo automático o para los componentes del sistema de muestreo. El usuario debe determinar la importancia relativa de cada característica estableciendo las necesidades para su aplicación en un muestreo específico.

- a) Construcción rígida y con los componentes funcionales necesarios para realizar el muestreo.
- b) Mínimo número de partes expuestas o sumergidas en el agua.
- c) Resistencia al agua y a la corrosión.
- d) Relativamente de diseño simple y de fácil mantenimiento y operación.
- e) Fácil de purgar los recipientes de muestra y las líneas de abastecimiento para recibir agua fresca.
- f) Libre de atascamiento por sólidos.
- g) Precisión en el volumen suministrado.
- h) Proveer de una buena correlación de los datos analíticos con los de las muestras recogidas manualmente.
- i) Recipientes para muestras fáciles de destapar, limpiar y volver a tapar.
- j) Cuando se recogen separadamente muestras representativas individuales, el volumen debe ser de 0,5 litros. Todas las muestras deben almacenarse en la oscuridad, las muestras sensibles al tiempo/temperatura deben almacenarse a 4°C por un período no menor a 24 h.
- k) En el caso de muestreadores portátiles estos deben ser: herméticos, ligeros, fáciles de ser asegurados, resistentes a las inclemencias del ambiente y estar en condiciones de operar bajo un amplio rango de condiciones ambientales.
- l) Capaz de proveer muestras compuestas o integradas.
- m) Velocidad de entrada del líquido ajustable para prevenir la separación de fases, cuando sea necesario.
- n) Una entrada base con un diámetro interno mínimo de 12 mm y un tabique aerodinámico para prevenir atascamientos y acumulación de sólidos.
- o) Capacidad de dispensar repetidamente alícuotas dentro de las botellas.
- p) Para el muestreo en el campo debe ser capaz de: operar en corriente ac/dc, tener una fuente de energía para proveer de al menos una hora de trabajo de muestreo. Tener garantía en caso de explosión, descarga neumática y de los elementos de control que tienen que ser utilizados.

(Continúa)

APÉNDICE Z**Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

Norma Técnica Ecuatoriana NTE NTE INEN 2 169:1998	<i>Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras para análisis.</i>
ISO 5667-4:1980,	<i>Water quality - Sampling - y partes siguientes.</i>
ISO 6107-2:1989,	<i>Water quality - Vocabulary - Part 2.</i>
ISO 7828:1985,	<i>Water quality - Methods of biological sampling - Guidance on handnet sampling of aquatic benthic macroinvertebrates.</i>
ISO 8265:1988,	<i>Water quality - Design and use of quantitative samplers for benthic macroinvertebrates on stony substrata in shallow freshwaters.</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

ISO 5667-2 *Water Quality - Sampling - Part 2: Guidance on sampling techniques.* Second Edition 1991-07-15.

Anexo C: NTE INEN 2169:1998 Agua calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras.



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
ODU: 614.777.620.113
CIU: 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
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;">3. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>3.3 Las causas de variación son numerosas, algunas de ellas son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">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 $[Mg_2(PO_4)_2]$; 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. <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <p>DESCRIPTORES: Agua, calidad, muestreo, muestras para el análisis, preservación, manejo, condiciones generales.</p>		

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.

(Continúa)

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 policarbonato 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 taponarlos 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 obscuro, 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 retornar 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) ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{HgC}_6\text{H}_5$).

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 arribo 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.

(Continúa)

Norma Técnica Ecuatoriana	AGUAS. MUESTREO PARA EXAMEN MICROBIOLÓGICO	INEN 1 105 1983-12
<p style="text-align: center;">0. INTRODUCCION</p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;">2. EQUIPO</p> <p>2.1 Frascos adecuados para la recolección de la muestra, esterilizables y protegidos convenientemente.</p> <p>2.2 Aparato de muestreo. Que permita sujetar la botella y extraer mecánicamente el tapón bajo el agua.</p> <p>2.3 Aparato de esterilización; uno de los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">a) estufa de aire caliente, con temperatura regulable entre 160 a 180°C;b) autoclave para esterilizar a 121°C;c) esterilizador a gas. <p style="text-align: center;">3. REACTIVOS</p> <p>3.1 Tiosulfato de sodio. Solución al 10% de Na₂S₂O₃.</p> <p>3.2 Sal tetrasódica del ácido etilendiamino tetra acético. EDTA. Solución al 15%.</p> <p style="text-align: center;">4. CONSIDERACIONES GENERALES</p> <p>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.</p> <p>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 caldo 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.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno El-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

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 período de tránsito al laboratorio es de 24 horas o más. La sal tetrasódica del ácido etiléndiamino tetracético 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 natas superficiales.

5.7 Para estudios amplos en los cuales 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 cause.

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.

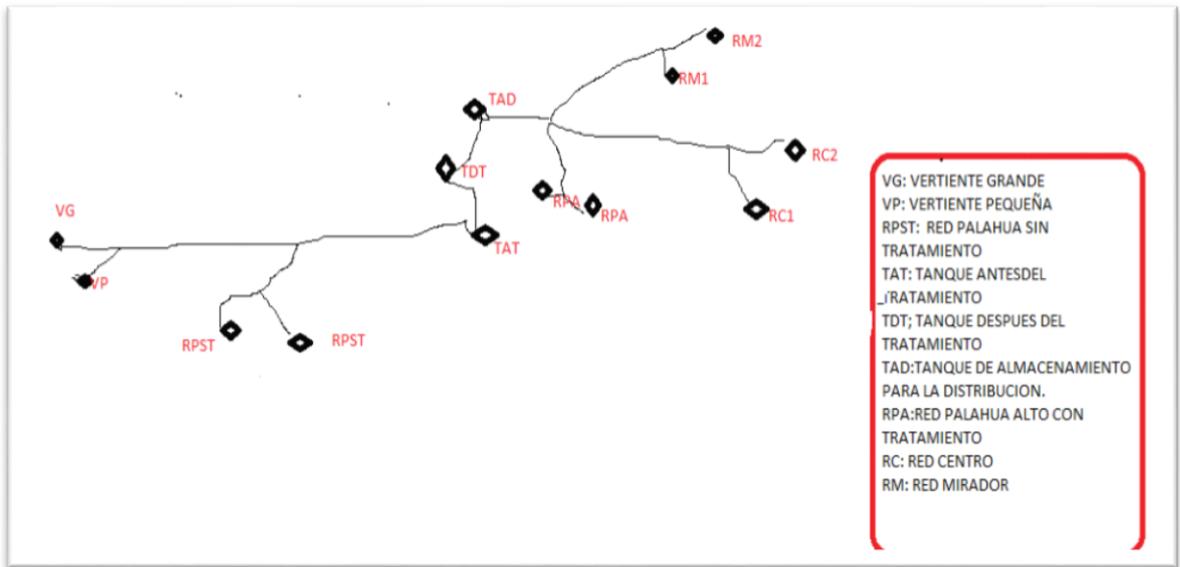
(Continua)

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.

Anexo E: Puntos de muestreo para el análisis del agua potable de la parroquia de Totoras.



Realizado por: LANDA, S. 2016

Anexo F: Fotografía de Muestreos

Vertientes:

Foto1



Foto 2



Foto 3



Tanque antes del tratamiento

Foto 1



Foto 2



Tanque después del tratamiento.

Foto 1



Foto 2



Tanque de almacenamiento.



Domicilios:

Foto 1



Foto 2



Foto 3



Anexo G: Fotografías Análisis físico y químico

Preparación de las muestras para el análisis.



Análisis de color



Determinación de cloro libre residual .



Preparación y medición de nitritos y nitratos.



Preparación y análisis de flúor.



Análisis de turbidez.



Anexo H: Análisis Microbiológico.

Siembra de la muestras en Tubos múltiples y placas Petri fill

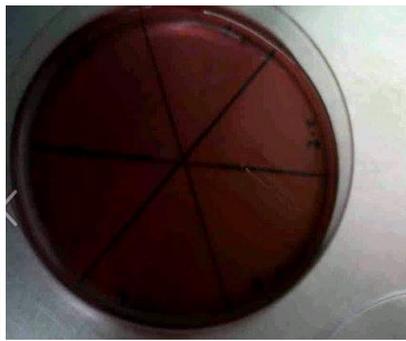


Ausencia de coliformes Fecales y totales en tubos múltiples.





Siembra en placas con eosina azul de metileno.



Comprobación en placas Petri fill

Ausencia de coliformes totales y fecales

