



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

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICA, QUÍMICA Y
MICROBIOLÓGICA DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE
LA JUNTA DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA BOLÍVAR,
CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Presentado para optar el grado académico de:

BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

AUTORA: VITERI FIALLOS DORYS NATALIA

TUTOR: MSc. IGOR EDUARDO ASTUDILLO SKLIAROVA

RIOBAMBA –ECUADOR

2018

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICA, QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA JUNTA DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA BOLÍVAR, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA**, de responsabilidad de la señorita Dorys Natalia Viteri Fiallos, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

MSc. Igor Eduardo Astudillo Skliarova

DIRECTOR DE TRABAJO

DE TITULACIÓN

BQF. Verónica Paola Villota

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

©2018, Dorys Natalia Viteri 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 de Autor.

Yo, Dorys Natalia Viteri 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.

Dorys Natalia Viteri Fiallos

180441290-4

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a Dios por darme la motivación, la paciencia, la tolerancia y el ánimo suficiente para seguir luchando en el camino que me condujo hasta aquí.

Natalia

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme alcanzar este logro en mi vida.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y la Escuela de Bioquímica y Farmacia por darme esta oportunidad.

Al Dr. Carlos Espinoza por permitirme realizar este proyecto y al MSc. Igor Astudillo por su colaboración y paciencia en su finalización.

A la Junta de Agua Potable de la Parroquia Bolívar y en especial al Sr. Jorge Zuñiga por su ayuda en el desarrollo de este trabajo.

Para la Dra. Gina Álvarez encargada del Laboratorio de Aguas de la Facultad de Ciencias; y a su colaboradora por el inmenso apoyo brindado.

A mis padres Elva y Polit, por sus invaluable sacrificios, por su amor, por su apoyo y por enseñarme tanto.

A mis hermanas Patricia y Belén porque estar siempre conmigo, por apoyarme y por creer en mí.

A mis tíos, primos y a mi abuelita por acompañarme en este proceso.

A mis compañeros/as, especialmente a Jhoana y Sofia por ser tan maravillosas personas.

Natalia

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	XII
SUMMARY.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	3
CAPITULO I	
1.1. Antecedentes.....	5
1.2. Bases teóricas.....	6
<i>1.2.1. Agua.....</i>	<i>6</i>
<i>1.2.2. Agua tratada.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.3. Agua de consumo humano.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.4. Fuentes de agua.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.4.1 Agua subterránea.....</i>	<i>7</i>
<i>1.2.4.2 Agua superficial.....</i>	<i>8</i>
1.2.5. Sistema de Abastecimiento.....	8
1.2.6. Tratamiento de agua.....	9
<i>1.2.6.1. Aireación.....</i>	<i>9</i>
<i>1.2.6.2. Coagulación y floculación.....</i>	<i>9</i>
<i>1.2.6.3. Sedimentación.....</i>	<i>9</i>
<i>1.2.6.4. Filtración lenta en arena.....</i>	<i>10</i>
<i>1.2.6.5 Filtración rápida.....</i>	<i>10</i>
1.2.7. Calidad del agua.....	10
1.2.8 Parámetros de carácter físico.....	11
<i>1.2.8.1. pH.....</i>	<i>11</i>
<i>1.2.8.2. Conductividad.....</i>	<i>11</i>
<i>1.2.8.3. Turbidez.....</i>	<i>11</i>

1.2.8.4.	<i>Sólidos</i>	12
1.2.8.5.	<i>Color</i>	12
1.2.8.6.	<i>Olor y sabor</i>	13
1.2.8.7.	<i>Temperatura</i>	13
1.2.9	<i>Parámetros de carácter químico</i>	13
1.2.9.1.	<i>Dureza</i>	13
1.2.9.2.	<i>Fosfatos</i>	14
1.2.9.3.	<i>Cloruros</i>	14
1.2.9.4.	<i>Nitritos</i>	14
1.2.9.8.	<i>Hierro</i>	15
1.2.9.9.	<i>Manganeso</i>	16
1.2.9.10.	<i>Amonio</i>	16
1.2.10.	<i>Parámetros de carácter microbiológico</i>	16
1.2.11	<i>Aspectos Generales del muestreo</i>	17
1.2.11.2.	<i>Técnicas de muestreo</i>	17
1.2.11.3.	<i>Envases de las muestras</i>	17
1.2.12.	<i>Enfermedades de origen hídrico</i>	18
1.2.12.1.	<i>Gastroenteritis</i>	18
1.2.12.2.	<i>Amebiasis</i>	18
1.2.12.3.	<i>Shigelosis</i>	18
1.2.12.6.	<i>Dengue</i>	19
1.2.12.7.	<i>Cólera</i>	19
1.2.12.8.	<i>Hepatitis</i>	20

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLOGICO	21
2.1.	Tipo y diseño de investigación	21
2.2.	Unidad de Análisis	21

2.3. Población de estudio.....	21
2.4. Tamaño de la muestra.....	22
2.5. Selección de la muestra.....	22
2.6. Técnica de recolección de datos.	24
2.7. Análisis Físicos del Agua.....	24
2.7.1. <i>Color</i>	24
2.7.2. <i>pH, Temperatura y Conductividad</i>	25
2.7.3. <i>Determinación de turbiedad</i>	25
2.8. Análisis químico.....	25
2.8.1. <i>Determinación de dureza</i>	25
2.8.2. <i>Determinación de nitritos</i>	26
2.8.3. <i>Determinación de nitratos</i>	26
2.8.4. <i>Determinación de Flúor</i>	27
2.8.5. <i>Determinación de cloruros</i>	27
2.8.6. <i>Determinación de Fosfatos</i>	28
2.8.7. <i>Determinación de Cloruros</i>	28
2.8.8. <i>Determinación de amonios</i>	29
2.9. Análisis microbiológico de agua.....	29
2.9.1. <i>Determinación de coliformes totales y fecales por el método NMP/100 ml</i>	29

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
3.1. Análisis de parámetros químicos del agua.....	32
3.1.1. <i>Análisis de resultados de pH según la normativa NTE INEN 1108:2006</i>	32
3.1.2. <i>Análisis de resultados de color según la normativa OMS-1995</i>	34
3.1.3. <i>Análisis de resultados de conductividad según la normativa OMS-1995</i>	36
3.1.4. <i>Análisis de resultados de temperatura</i>	38
3.1.5. <i>Análisis de resultados de sólidos totales disueltos según la normativa INEN 1108:200</i>	

3.1.6. <i>Análisis de resultados de turbiedad según la normativa INEN 1108:2014.....</i>	42
3.2. Análisis de parámetros químicos del agua.....	43
3.2.1. <i>Análisis de resultados de nitratos según la normativa INEN 1108:2014.....</i>	44
3.2.2. <i>Análisis de resultados de nitritos según la normativa INEN 1108:2014.....</i>	46
3.2.3. <i>Análisis de resultados de amonios según la normativa INEN 1108:2014.....</i>	48
3.2.4. <i>Análisis de resultados de cloruros según la normativa INEN 1108:2014.....</i>	50
3.2.5. <i>Análisis de resultados de flúor según la normativa INEN 1108:2014.....</i>	52
3.2.6. <i>Análisis de resultados de fosfatos según la normativa INEN 1108:2014.....</i>	54
3.2.7. <i>Análisis de resultados de dureza según la normativa INEN 1108:2006.....</i>	56
3.3. Análisis de parámetros microbiológicos.....	57
3.4. Relación entre las variables físicas, químicas y microbiológicas del agua de la Junta de Agua Potable de la parroquia Bolívar.....	59

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2 Puntos de muestro.....	23
Tabla 1-3 pH según muestras analizadas.....	31
Tabla 2-3 Color según muestras analizadas.....	33
Tabla 3-3 Conductividad según muestras analizadas.....	35
Tabla 4-3 Temperatura según muestras analizadas.....	37
Tabla 5-3 Sólidos Totales Disueltos según muestras analizadas.....	39
Tabla 6-3 Turbiedad según muestras analizadas.....	41
Tabla 7-3 Nitratos según muestras analizadas.....	43
Tabla 8-3 Nitritos según muestras analizadas.....	45
Tabla 9-3 Amonios según muestras analizadas.....	47
Tabla 10-3 Cloruros según muestras analizadas.....	49
Tabla 11-3 Flúor según muestras analizadas.....	51
Tabla 12-3 Fosfatos según muestras analizadas.....	53
Tabla 13-3 Dureza según muestras analizadas.....	55
Tabla 14-3 Coliformes Totales según muestras analizadas.....	57
Tabla 15-3 Matriz de componente rotado.....	59

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3. Dispersión lineal del parámetro pH.	32
Gráfico 2-3. Dispersión lineal del parámetro color.	34
Gráfico 3-3. Dispersión lineal del parámetro conductividad.	36
Gráfico 4-3. Dispersión lineal del parámetro temperatura.	38
Gráfico 5-3. Dispersión lineal del parámetro sólidos totales disueltos.	40
Gráfico 6-3. Dispersión lineal del parámetro sólidos totales disueltos.	42
Gráfico 7-3. Dispersión lineal del parámetro nitratos.	44
Gráfico 8-3. Dispersión lineal del parámetro nitritos.	46
Gráfico 9-3. Dispersión lineal del parámetro amonios.	48
Gráfico 10-3. Dispersión lineal del parámetro flúor.	52
Gráfico 11-3. Dispersión lineal del parámetro fosfatos.	54
Gráfico 12-3. Dispersión lineal del parámetro dureza.	56
Gráfico 13-3. Dispersión lineal del análisis microbiológico.	58

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad física, química y microbiológica del agua para consumo humano de la Junta de Agua Potable de la Parroquia Bolívar, cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua, para poder determinar si es apta para el consumo humano. Se realizaron tres muestreos durante los meses de mayo y junio del 2017, cada uno con veinte y ocho puntos de muestreo que comprendían, dos vertientes, 7 tanques de almacenamiento y diecinueve viviendas de la cabecera parroquial. El muestreo se llevó a cabo siguiendo lo establecido en la norma NTE INEN 2176:2013 “Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo” Los parámetros determinados fueron físicos (temperatura, pH, conductividad y sólidos totales), químicos (nitritos, nitratos, fluoruros, fosfatos, amonios, cloruros y dureza) y microbiológicos (Coliformes fecales), como lo exige la norma NTE INEN 1108:2014 “Agua Potable. Requisitos”. Los resultados obtenidos indicaron que el 100% de las muestras cumplieron la normativa en los parámetros temperatura, sólidos totales disueltos, nitratos, nitritos, fosfatos, cloruros, amonios y dureza; respecto a color, pH y flúor se encontró que aproximadamente el 83% sí cumplen con la normativa, finalmente en el análisis microbiológico se determinó que el 71 % de las muestras no cumplieron con lo establecido en la norma vigente. Se concluyó que el agua de la parroquia Bolívar no es apta para el consumo humano principalmente por no cumplir con el requisito microbiológico. Se recomienda el uso de cloro en cantidades suficientes para contrarrestar la carga microbiana, así como una limpieza más frecuente de los tanques de almacenamiento.

Palabras claves: <BIOQUÍMICA>, <MICROBIOLOGÍA>, >, <CALIDAD DEL AGUA>, <CONTAMINACIÓN MICROBIANA>, <<NORMATIVA TÉCNICA (INEN), < BOLÍVAR (PARROQUIA)>, < PELILEO (CANTÓN)>.

SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the physical, chemical and microbiological quality of water for human consumption of the Potable Water Board of the Bolívar Parish, Pelileo canton, Tungurahua province, in order to determine if it is suitable for human consumption. Three samplings were carried out during the months of May and June 2017, each with twenty-eight sampling benchmark that included two slopes, seven storage tanks and the sampling was carried out following the established in the NTE INEN 2176: 2013 norm "Water. Water Quality Sampling. Sampling Techniques". The determined parameters were physical (temperature, pH, conductivity and total solids), chemical (nitrites, nitrates, fluorides, phosphates, ammoniums, chlorides and hardness) and microbiological (Fecal Coliforms), as required by NTE INEN 1108: 2014 norm. "Drinking water. Requirements". The results obtained indicated that 100% of the samples fulfilled with the regulations in the parameters of temperature, total dissolved solids, nitrates, nitrites, phosphates, chlorides, ammonium and hardness; Regarding to the colour, pH and fluorine it was found that approximately 83% comply with the regulations; finally, in the microbiological analysis it was determined that 71% of the samples did not comply with the provisions of the current standard. It was concluded that the water of the Bolívar parish is not suitable for human consumption mainly because it does not meet the microbiological requirement. It is recommended the use of chlorine in sufficient quantities to counteract the microbial load, as well as a more frequent cleaning of the storage tanks.

Keywords: <BIOCHEMISTRY>, <MICROBIOLOGY>,< WATER QUALITY>,< MICROBIAL CONTAMINATION>, <BOLÍVAR (PARISH)>,< PELILEO (CANTON)>.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso indispensable para el desarrollo de la vida al que toda persona debería tener acceso; sin embargo, para que sea apta para el consumo humano se requiere que cumpla con ciertas características; la necesidad de conocer las condiciones en las que se encontraba el agua dispensada en la Parroquia Bolívar fue lo que motivó el desarrollo del presente trabajo.

Según la organización mundial de la salud cerca de 842 000 personas mueren cada año por diarrea como consecuencia de la insalubridad del agua, situación que es ampliamente prevenible con las precauciones y el saneamiento necesario. (OMS, 2017)

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos un 76,1% de la población ecuatoriana tiene acceso al agua potable y 23,49% carece de este, en lo que se refiere a calidad en una escala del uno al cinco el agua potable a nivel nacional tiene una calificación de 3,5. (INEC, 2017)

Actualmente las investigaciones respecto a la calidad del agua se orientan a evaluar los parámetros asociados con la salud del consumidor y a la aceptabilidad que el consumidor refiere basándose sólo en las características organolépticas; también hay investigaciones relacionadas a la minería y el impacto de ésta en las propiedades del agua.

Respecto al lugar de estudio, las investigaciones sobre el tema son inexistentes y la realización de esta investigación responderá a la interrogante de si las condiciones en las que se distribuye el agua son las correctas, si el tratamiento que se le da es eficiente y si es necesario tomar medidas correctivas.

En el capítulo I se incluye el marco teórico en el que se busca responder las incógnitas planteadas respecto al tema y la importancia de cada uno de los parámetros analizados los cuales inciden directamente en la calidad del agua y en la salud de las personas que la consumen.

En el capítulo II se indica la metodología, ésta incluye los parámetros analizados que fueron, físicos: pH, temperatura, turbiedad, conductividad y sólidos totales disueltos. Los parámetros químicos analizados fueron: color, dureza, nitratos, nitritos, fosfatos, amonios y flúor y los parámetros microbiológicos analizados fueron coliformes totales y fecales, todas estas pruebas están basadas en la Norma INEN 1108.

En el capítulo III se incluyen los resultados en donde se detallan y discuten los hallazgos encontrados siendo estos comparados con investigaciones realizadas que obtuvieron resultados semejantes o a su vez muy diferentes y se evalúa como estos pueden o podrían afectar a futuro.

JUSTIFICACIÓN

El agua es un recurso no renovable que requiere una evaluación constante para verificar si sus constituyentes cumplen con los parámetros establecidos en la norma NTE INEN 1108:2014, por lo cual es necesaria una revisión más amplia de los diferentes componentes del agua, sus concentraciones y cómo éstas pueden o podrían afectar en caso de verse alterados sabiendo que la calidad del agua potable es una cuestión que preocupa en países de todo el mundo, especialmente en aquellos que se encuentran en vías de desarrollo; por su repercusión en la salud de la población.

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”, 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. (INEC, 2013)

Según la Organización de las Naciones Unidas “El deterioro de la calidad del agua se ha convertido en motivo de preocupación a nivel mundial con el crecimiento de la población humana ya que la alteración de la calidad del agua afecta directamente a la cantidad de agua disponible para consumo. (ONU, 2016)

El Plan Nacional de Desarrollo en su Eje 1: Derechos para Todos, Durante Toda la Vida menciona “la protección y conservación de las áreas de provisión de recursos hídricos deben ser una prioridad para la gestión pública, considerando que la cantidad y calidad del agua condicionan la vida en todas sus formas”. (Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021)

La Junta Administradora de Agua Potable de la Parroquia Bolívar es una organización que distribuye agua a cinco barrios y tres caseríos lo que comprende una población aproximada de 5000 habitantes. En toda esta zona la investigación de la calidad del agua se realiza únicamente dos veces al año, sumado a esto algunos pobladores afirman que las enfermedades

gastrointestinales recurrentes en niños del lugar podrían ser atribuidas a la mala calidad del agua.

Al realizarse esta investigación se obtendrá un panorama de la situación en torno a la calidad del agua consumida en esta zona con el fin de brindar recomendaciones que permitan contrarlar el manejo del recurso hídrico y su tratamiento.

CAPITULO I

1.1 ANTECEDENTES

En América Latina se afirma que cerca de la mitad de la población tiene alguna limitación en cuanto a la calidad del agua lo cual se ha convertido en un reto para todos los países de la zona pues lo que se busca es la universalización del este recurso y de su buen estado ya que esto beneficiaría al Estado pues los recursos que se invertirían en salud sería menores.

El INEC realizó un estudio en el 2016 sobre la calidad del agua que consumen los ecuatorianos, en este se mostró que un 79.3 % de agua, a nivel nacional, no está contaminada y un 20.7 % sí. En el sector urbano, el 84.6 % no está contaminada y del 15.4 % de agua contaminada, el 28.6 % está embotellada o envasada.

En cuanto a estudios realizados en la provincia, según una investigación realizada en la parroquia Pasa en el año 2015 cuyo objetivo era determinar la presencia de coliformes fecales en el agua de consumo humano y su relación con las enfermedades diarreicas agudas en los hogares se demostró que hay una relación directa entre el consumo de agua no potable y la incidencia de cuadros diarreicos debido a la abundante presencia de coliformes fecales que superan en un 100 % a la cantidad permitida en la Norma Técnica NTE INEN 1108 Quinta revisión 2014-01. (Moposita, 2015, p. 134-135)

En un estudio realizado en el 2016 cuyo objetivo fue evaluar la calidad física, química y microbiológica del agua de consumo humano de la Parroquia de Totoras, se determinó que el 100 % de las muestras exceden el límite máximo permitido para fluoruros lo que afecta directamente en la salud bucal de los pobladores ocasionando desgastes en el esmalte dentario. (Landa, 2016, p.31)

Otro estudio que buscaba analizar de igual manera la calidad física, química y microbiológica del agua de consumo humano de la Parroquia San Luis encontró que el agua consumida en esa localidad presenta contaminación microbiana superior a los parámetros permitidos en la Norma Técnica NTE INEN 1108 Quinta revisión 2014-01, por lo que se considera no apta para el consumo humano. (Tierra, 2015, p.48-50)

En la misma provincia de Tungurahua, en este caso en la parroquia Quisapincha se realizó otro estudio de la calidad del agua de consumo, en este se refiere que el contenido de fosfatos y hierro fue elevado por lo que se menciona que el tratamiento no está siendo totalmente efectivo y que las tuberías ya han cumplido con su período de vida útil por lo que están más bien contribuyendo a la contaminación. (Ortiz, 2016, p.69)

1.2 BASES TEÓRICAS

1.2.1 Agua

El agua desde el punto de vista químico es la unión de dos moléculas de hidrogeno y una molécula de oxígeno a través de enlaces covalentes; dependiendo de la presión y temperatura a la que se encuentra; se forman los estados: sólido, líquido o gaseoso. Es un recurso indispensable para el desarrollo de la vida y juega un papel importante en gran parte de las actividades siendo de especial mención la agricultura a la cual se estima que se destina un 70% de agua dulce existente. (Carvajal y González, 2012, pp. 63-65)

Tanto el planeta entero como el cuerpo humano están constituidos mayormente por agua, lo que nos demuestra su gran importancia y más aún al ser un recurso no renovable. El acceso a este recurso, si bien se ha incrementado en las últimas décadas, aún sigue siendo limitado en algunas regiones, según la FAO uno de cada cinco países alrededor del mundo tiene problemas de escasez y ese problema solo se relaciona con la disponibilidad, si hablamos de calidad del agua los problemas son aún mayores. (FAO, 2017)

1.2.2 Agua tratada

El agua tratada es aquella a la que se le han realizado modificaciones en sus características para adaptarlas a ciertas necesidades, por ejemplo, en el caso del agua para consumo humano en la que se adiciona cloro para reducir la carga microbiana. Debido al aumento poblacional y a la industrialización, los problemas por contaminación del agua han aumentado y por lo tanto las enfermedades también, por lo cual es necesaria una gestión adecuada de este recurso; se requieren una planta de tratamiento eficiente y capaz de desarrollar procesos como coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. (Camacho, 2011, pp.153)

1.2.3 Agua de consumo humano

El agua de consumo humano es aquella que es empleada en diferentes aspectos relacionados con la alimentación ya sea para beber, preparar alimentos, inclusión en la industria alimentaria e incluso en la limpieza de utensilios o equipos para preparar alimentos.

La Norma INEN 1108 la define como: *“Es el agua cuyas características físicas, químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano”*

1.2.4 Fuentes de agua

1.2.4.1. Agua subterránea

El agua subterránea es aquella que se encuentra a una cierta profundidad de la superficie, provienen de las napas o capas freáticas, es decir, de partes del suelo llenas de agua. Están incluidos aquí manantiales, pozos y nacientes; se encuentran generalmente libres de contaminación microbiana y son adecuadas para el consumo humano.

1.2.4.2. Agua superficial

Es aquella agua que se encuentra en la superficie del suelo, proviene de lagos, estanques, cuencas, afluentes y/o ríos. Es de fácil contaminación ya que se encuentra muy expuesta por lo que si se la va a emplear para consumo deben realizarse análisis previos para verificar las condiciones en las que se encuentra. (Herraíz, A. 2009, pp. 98-101)

1.2.5 Sistema de Abastecimiento

Un sistema de abastecimiento se compone de un conjunto de obras destinadas a captar, conducir, tratar y distribuir el agua proveniente de fuentes ya sean subterráneas o superficiales hasta los hogares. Para su elaboración se debe de tomar en cuenta que los materiales que se va a emplear no impliquen riesgo de contaminación y, en consecuencia, un daño a la salud del consumidor.

Un sistema de abastecimiento está estructurado por:

- Obras de captación y toma
- Planta potabilizadora
- Tanque de almacenamiento
- Tubería de conducción
- Estaciones de bombeo

Los procesos que se realizan conforme a esto son:

CONDUCCIÓN. Es el transporte de agua desde la fuente hasta los tanques de tratamiento mediante estructuras que constituirán la “línea de conducción”.

TRATAMIENTO. Son los procesos a los cuales se somete el agua para asegurar que es apta para el consumo humano.

REGULARIZACIÓN. Consiste en controlar el régimen de abastecimiento de agua.

LÍNEA DE ALIMENTACIÓN. Es el conjunto de tuberías que transportan el agua desde los tanques hasta la red de distribución.

RED DE DISTRIBUCIÓN. Es el sistema encargado de transportar el agua hasta los respectivos domicilios u otros sitios que lo requieran las 24 horas del día. (Jimenez, J. 2010, p. 16-22)

1.2.6 Tratamiento de agua

1.2.6.1 Aireación

Consiste en poner en contacto íntimo el agua con el aire con el fin de aumentar el contenido de oxígeno, reducir el contenido de dióxido de carbono y remover los compuestos altamente volátiles que modifican las características del agua como el olor o el sabor. Se realiza especialmente en aguas subterráneas.

1.2.6.2 Coagulación y floculación

Consiste en la formación de flóculos a partir de material coloidal contaminante que posteriormente será eliminado por sedimentación o filtración. Mediante este proceso se desechan aquellas sustancias que provocan cambios en la turbiedad y el color, es de especial uso para aquellas aguas provenientes de fuentes superficiales.

1.2.6.3 Sedimentación

La sedimentación consiste en el asentamiento de partículas suspendidas en el agua cuando esta es retenida o fluye muy lentamente, dichas partículas formaran una capa de lodo al fondo del tanque por lo que es necesaria una limpieza constante.

1.2.6.4 Filtración lenta en arena

Consiste en el paso del agua a través de una superficie porosa en este caso la arena, su propósito principal es la eliminación de microorganismos patógenos como *Entamoeba histolítica* o *Ascaris lumbricoides*. Con este tipo de tratamiento es necesaria una limpieza periódica del filtro ya que tienden a acumularse las sustancias, especialmente si se trata de agua con abundantes partículas en suspensión.

1.2.6.5 Filtración rápida

Es un proceso similar en fundamento a la filtración lenta en arena; sin embargo, en este caso se emplea arena más gruesa, se pueden retener sustancias como el hierro o el manganeso y adicional a esto se requiere un proceso de aireación.

Estos filtros se clasifican en: filtros a presión, filtros de flujo ascendente y filtros de medios múltiples. (Orellana, J. 2005, p.55-77)

1.2.7 Calidad del agua

La calidad de agua depende de la presencia y cantidad de componentes tanto orgánicos como inorgánicos presentes en la misma y puede variar en dependencia de las estaciones. En el caso del agua potable el parámetro más importante a considerar es la carga microbiológica. (Aguilar, A.2010a, p.11)

1.2.8 Parámetros de carácter físico

1.2.8.1. pH

El pH es una medida de la cantidad de iones hidronio presentes en el agua, depende de la temperatura. Evalúa si una sustancia se encuentra en estado de alcalinidad, acidez o neutralidad y estas propiedades determinan la capacidad de taponamiento de dicha sustancia. Se define como el logaritmo a la inversa de los iones hidronio. La OMS señala que el valor adecuado oscila entre 6,5 y 8,5, pero puede variar en dependencia de la disponibilidad de un sistema de abastecimiento.

1.2.8.2. Conductividad

Es la capacidad que tiene el agua de conducir la corriente eléctrica debido a la presencia de iones disueltos, también se la define como el inverso de la resistencia que opone el agua al paso de la corriente eléctrica.

1.2.8.3. Turbidez

Se define a la turbidez como la percepción óptica acerca del grado de transparencia del agua, la cual puede verse alterada por la presencia de partículas que interfieren en el paso de los rayos de luz. La turbidez influye en aspectos como: la filtrabilidad, desinfección y estética.

Respecto a la filtrabilidad, se incrementan los costos por filtración debido a la presencia de abundantes partículas en suspensión lo que se traduce en un valor de turbidez alto, de igual manera se requiere desinfección adecuada respecto a la condición en la que se encuentra y esto influye también en la percepción aceptación que tiene el consumidor.

La turbidez se mide mediante un nefelómetro en UTN, es decir unidades de turbidez nefelométrica. Este parámetro es importante porque en caso de ser alto puede estimular la proliferación de microorganismos y limitar la eficiencia del proceso de desinfección.

1.2.8.4. Sólidos

Los sólidos hacen referencia a la cantidad de materia disuelta o suspendida en el agua es decir el material residual que queda después de someter el agua a determinada temperatura, esto afecta tanto la calidad del agua como la percepción que tiene el consumidor de esta. Son un indicador importante de la eficiencia del tratamiento. Al no tratarse ni de gases ni de agua se clasifican en dos grupos: *Sólidos totales disueltos* y *sólidos en suspensión*.

Sólidos totales disueltos. Es el conjunto de minerales, cationes, aniones y sales disueltas en el agua, es decir sustancias capaces de atravesar una membrana con poros de 2.0 μm o menos.

Sólidos en suspensión. Se refiere a aquellas partículas sumamente finas que alteran la turbidez del agua, son capaces de atravesar una membrana con poros de 0.2 micrones y se pueden separar por medio de filtración o decantación.

1.2.8.5. Color

El agua normalmente debería carecer de color, pero si no es el caso, para que desaparezca este es necesario eliminar la turbidez de manera que no se encuentren suspendidas partículas como hierro, manganeso e incluso sustancias en estado de descomposición. Se pueden encontrar dos tipos de color:

Color verdadero. Es aquel que se da cuando se han eliminado las partículas en suspensión.

Color aparente. Es el color que adquiere el agua en conjunto con las sustancias diluidas y suspendidas.

1.2.8.6. Olor y sabor

El olor y el sabor en el agua están relacionados con la presencia de sustancias contaminantes ya que por definición el agua es inodora e incolora. Las sustancias a las que se les atribuye la modificación de estas propiedades son: materia orgánica en descomposición, ácido sulfhídrico, cloruro de sodio, sulfato de sodio, magnesio, hierro y manganeso, fenoles, hongos, algas, etc.

1.2.8.7. Temperatura

La temperatura es una propiedad importante ya que interviene en la velocidad de descomposición de la materia orgánica, la precipitación de partículas, la absorción de oxígeno, la formación de depósitos y la desinfección. Además, influye en las determinaciones que se realizan en el laboratorio, es importante mencionar que si se toma la temperatura en el sitio de muestreo los resultados son más fiables. (Aguilar, A.2010b, p.11)

1.2.9 Parámetros de carácter químico

1.2.9.1. Dureza

La dureza hace referencia al contenido de minerales de diferentes tipos siendo de mayor predominancia carbonatos y bicarbonatos especialmente de calcio. Este parámetro es de especial importancia porque no solo modifica el sabor si esta elevado, sino que también evita la formación de espumas con el jabón.

1.2.9.2. Fosfatos

Los fosfatos se encuentran naturalmente en pequeñas concentraciones en el agua, cuando se tratan de contaminaciones pueden provenir de fertilizantes, excreciones y/o productos de limpieza.

Los compuestos de fósforo pueden modificar las características organolépticas del agua para consumo y dificultar el tratamiento ya que intervienen en la floculación y coagulación.

1.2.9.3. Cloruros

Los cloruros presentes en el agua proceden de fuentes naturales en pequeñas cantidades, también pueden deberse a la presencia de aguas residuales o desechos industriales. En cantidades superiores a 250 mg/ml pueden dañar al sistema de distribución y en proporciones mayores a 600 mg/ml son claramente detectables en el sabor.

1.2.9.4. Nitritos

Los nitritos son compuestos comunes en bajas cantidades en el agua, un valor elevado puede deberse a contaminación fecal reciente, desechos domésticos o contaminación industrial, cuando ingresan al cuerpo humano reaccionan con aminas y amidas secundarias y terciarias convirtiéndose en nitrosamidas con potencial tóxico y/o cancerígeno.

1.2.9.5. Nitratos

Los nitratos representan la forma más oxidada del nitrógeno, tanto en aguas subterráneas como en aguas superficiales se encuentran en concentraciones no mayores a 10 mg/ml. Una

concentración elevada implicaría contaminación por desechos industriales, mezcla con fertilizantes o residuos humanos como consecuencia de la oxidación de amoníaco.

1.2.9.6. Sulfatos

Los sulfatos se encuentran de forma natural en el agua producto del desgaste de materiales propios del terreno, son necesarios en la dieta humana en pequeñas cantidades siendo su principal fuente los alimentos, aunque en países en vías de desarrollo provienen generalmente del agua. No se han encontrado peligros potenciales a altas concentraciones sin embargo en cantidades mayores a 1000 y 1200 mg/l producen un efecto laxante.

1.2.9.7. Flúor

El flúor se encuentra en cantidades pequeñas en aguas subterráneas, especialmente, aunque depende de la roca a través de la cual fluye, no supera los 10 mg/ml. En concentraciones mayores a 0,9 mg/l ya es capaz de causar una leve fluorosis dental y en concentraciones mucho mayores puede llegar a provocar efectos graves en el tejido óseo.

1.2.9.8. Hierro

El hierro en aguas dulces se encuentra en concentraciones entre 0,5 y 50 mg/ml, se estima que en concentraciones superiores a 1 mg/L afecta notablemente la potabilidad del agua. En aguas provenientes de pozos profundos se pueden encontrar pequeñas cantidades de hierro que en contacto con el oxígeno del ambiente producen una coloración amarillenta hasta rojiza. Si se encuentra en altas concentraciones le dan al agua un sabor desagradable, si se usan para lavar ropa pueden llegar a desteñirla.

1.2.9.9. Manganeso

El manganeso al igual que el hierro procede de yacimientos minerales con estos dos elementos, normalmente no producen toxicidad, el problema comienza cuando se ponen en contacto con oxígeno u oxidantes como el cloro que producen precipitados que se adhieren tanto a la ropa como a superficies cromadas y les otorgan un tinte azul oscuro.

1.2.9.10. Amonio

En aguas tanto subterráneas como superficiales se encuentran normalmente en una concentración no mayor a 0,2 mg/l, valores superiores a este son un claro indicador de contaminación ya que implican una degradación incompleta de materia orgánica. No se han determinado repercusiones en la salud por su presencia sin embargo están asociados a problemas en la desinfección y aceptación por parte del consumidor. (OMS, 2006)

1.2.10 Parámetros de carácter microbiológico

1.2.10.1. Coliformes

Los coliformes incluyen el grupo de coliformes totales (coliformes de cualquier origen) y coliformes fecales (coliformes de origen intestinal), se trata de microorganismos aerobios o anaerobios facultativos con capacidad de fermentar lactosa. Si el recuento en agua es abundante implica una mala desinfección y mala limpieza de los tanques de almacenamiento y representan un potencial riesgo para la salud. (Ríos S. Agudelo R. y Gutiérrez L., 2017.p. 240-242)

1.2.11 Aspectos Generales del muestreo

1.2.11.1. Elaboración de un programa de muestreo

Para realizar un muestreo adecuado es necesario tomar en cuenta factores como: el punto de muestreo, los envases requeridos, la técnica de muestreo, la conservación y el transporte ya que la muestra debe ser representativa de un todo.

1.2.11.2. Técnicas de muestreo

Aspectos como la elección adecuada del punto de muestreo, la correcta manipulación de las muestras y la forma de tomar la muestra condicionan la calidad de los resultados ya que muchas veces no se requiere mayor sofisticación, solo un conocimiento adecuado.

1.2.11.3. Envases de las muestras

Para el análisis de calidad física y química de agua los envases más adecuados son botellas de polietileno o frascos de borosilicato. En el caso de envases para análisis microbiológico estos deben ser necesariamente estériles, de vidrio o plástico de la mejor calidad y una capacidad de hasta 300 ml.

1.2.11.4. Frecuencia de la muestra

La frecuencia del muestreo se determinará en función del objetivo de la investigación, la precisión que se desea alcanzar y el presupuesto con el que se cuenta. (Ramirez, C. 2007, p.6-11)

1.2.12 Enfermedades de origen hídrico

1.2.12.1. Gastroenteritis

La gastroenteritis hace referencia a un conjunto de infecciones causadas por microorganismos presentes tanto en el agua como en los alimentos, esta patología cursa con náuseas, vómito, malestar general y diarrea. En adultos las repercusiones pueden no ser tan graves sin embargo en niños y adultos vulnerables la deshidratación puede tener consecuencias fatales.

Tanto virus como bacterias pueden ser responsables de este padecimiento; la bacteria más común en provocar estos síntomas es la *Escherichia coli*. Incluso metales pesados presentes en el agua pueden provocar gastroenteritis como es el caso del plomo, arsénico o mercurio. (Lucero, Y. 2014, p. 463-465)

1.2.12.2. Amebiasis

La amebiasis es una infección causada por *Entamoeba coli*, un parásito que se transmite por contaminación fecal por lo cual está directamente asociado a una mala higiene tanto personal como con los alimentos. En el mundo se reportan anualmente entre 40.000 y 50.000 muertes por esta causa. Se manifiesta con diarrea, estreñimiento y retorcijones abdominales. (Bonilla, L. 2013, p. 610-612)

1.2.12.3. Shigelosis

La shigelosis es una enfermedad causada por la bacteria *Shigella*, se transmite cuando hay contacto con heces de una persona infectada. Normalmente cursa sin grandes complicaciones sin embargo puede resultar muy peligrosa en niños desnutridos y personas con el sistema inmunitario comprometido. (León-Ramírez, 2002. pp. 22-23)

1.2.12.4. *Giardiasis*

Las malas condiciones higienico-sanitarias son de igual manera las causantes de este tipo de infecciones. Esta patología es causada por el parásito *Giardia lamblia*, puede encontrarse tanto en agua como en alimentos contaminados e incluso en superficies en contacto con personas infectadas. (Uribarren, T. 2013. <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/parasitologia/giardiasis.html>)

1.2.12.5. *Salmonelosis o Fiebre tifoidea*

La Salmonelosis es una enfermedad causada por la bacteria *Salmonella* y cursa con diarrea, fiebre y calambres abdominales, generalmente cumple su ciclo de 4 a 7 días y avanza sin grandes complicaciones e incluso sin tratamiento, sin embargo algunas personas pueden requerir hospitalización y un estricto tratamiento con antibióticos. (Jimenez, R. Arenas, C. Doblaz, A. Rivero A, y Torre- Cisneros, J.2010, p 3497-3498)

1.2.12.6. *Dengue*

El dengue es una enfermedad de clima tropical, se transmite por la picadura del mosquito *Aedes aegypti* el cual es el vector del virus, su forma más severa es el dengue hemorrágico y puede resultar letal sino se trata adecuadamente. No existe una vacuna para prevenir esta enfermedad sin embargo la principal medida preventiva requiere de la eliminación de toda agua estancada. (OPS, 2015)

1.2.12.7. *Cólera*

El cólera es una enfermedad intestinal causada por *Vibrio cholerae*, representa una amenaza mundial ya que produce enfermedad diarreica aguda, vómitos y entumecimiento de las piernas a través de una toxina que provoca que el intestino secrete grandes cantidades de agua y líquido.

Esta enfermedad puede transmitirse rápidamente en áreas con un tratamiento inadecuado del agua potable, especialmente en zonas de clima cálido, es de mayor incidencia en niños y en una de cada 20 personas puede provocar estados graves. (GARCÍA-LÁZARO, M. ALMODÓVAR PULIDO, M. RIVERO, A. TORRE-CISNEROS, A.2010. p. 3489-3490.)

1.2.12.8. Hepatitis

La hepatitis es una patología que afecta al hígado, provocada por el virus de la hepatitis, su transmisión es de tipo fecal-oral por eso se propaga rápidamente en lugares donde las medidas higiénico-sanitarias son deficientes. Sus síntomas se manifiestan más en adultos que en niños y puede tener una duración de hasta 6 meses. (OMS, 2017)

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLOGICO

2.1 Tipo y diseño de investigación

Esta investigación según su enfoque de estudio es cualitativa y cuantitativa ya que evalúa la presencia de microorganismos y las concentraciones de ciertos compuestos presentes, comparándolos con rangos establecidos en la norma pertinente.

Es de tipo no experimental correlacional ya que se encamina a observar, medir y comparar los resultados obtenidos, más no se manipula un factor de estudio.

2.2 Unidad de Análisis

La unidad de análisis corresponde a las muestras de agua cruda y agua potable tomadas en los diferentes puntos de la red de distribución de JAAPB.

- 100 ml. de agua para pruebas microbiológicas
- 500 ml. de agua para pruebas físico-químicas.

2.3 Población de estudio

La población de estudio la comprende 351 experimentos correspondientes a 13 pruebas realizadas a 27 muestras por triplicado.

2.4 Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra corresponde al número de experimentos que se van a realizar, en este caso 27.

2.5 Selección de la muestra

El agua distribuida por la Junta de Agua Potable de la parroquia Bolívar provee agua a dos caseríos del cantón Pelileo que son: Quinchibana Alto y Huasimpamba y a la parroquia propiamente dicha que consta de 4 barrios y un caserío. La parroquia Bolívar se encuentra ubicada a 6 km del cantón Pelileo y a una altura máxima de 3400 m.s.n.m, con una población aproximada de 3350 habitantes. El agua consumida en esta localidad parte de tres vertientes de donde es recolectada y llevada a la planta de tratamiento que consta de tres tanques, el tanque N°1 abastece a 395 hogares de la Parroquia Bolívar, el tanque N°2 abastece a 230 hogares del Caserío Huambalito y el tanque N°3 abastece a 307 hogares del caserío Huasimpamba y 87 hogares del caserío Quinchibana. En total podemos decir que el agua de esta red abastece a una población aproximada de 5000 personas.

El agua luego de ser recogida de las vertientes es llevada a los tres tanques de tratamiento donde es clorada y filtrada, para posteriormente ser distribuida a sus localidades correspondientes. El caudal total del agua es de 8.5, de los cuales 3.5 corresponden a la parroquia Bolívar, 1.5 al caserío Huambalito, 3.25 al caserío Huasimpamba y 0.18 al caserío Quinchibana.

Las muestras se tomaron a conveniencia de puntos estratégicos de la red de distribución es decir desde las tres vertientes, pasando por puntos anteriores y posteriores al tanque de recepción (1+1), a los tanques de tratamiento (4+4), cinco muestras correspondientes a la subred que abastece a la Parroquia Bolívar, tres muestras de la subred que abastece al Caserío Huambalito, dos muestras de la subred que abastece al caserío Quinchibana y cinco muestras correspondientes a domicilios en el Caserío Huasimpamba.

Tabla 1-2. Puntos de muestro

Punto de muestreo	Codificación	Lugar del punto de muestreo
Vertiente A	VA	Cerro “El zigtse”
Vertiente B	VB	Cerro “El zigtse”
Vertiente C	VC	Cerro “El arrayán”
Tanque de recepción	TR1 TR2	Canal
Tanques de tratamiento Bolívar	TT1 TT2	Canal
Tanques de tratamiento Huambalito	TT3 TT4	Barrio Bellavista
Tanques de tratamiento Huasimpamba	TT5 TT6	Barrio Bellavista
Tanques de tratamiento Quinchibana	TT7 TT8	Caserío Quinchibana alto
Domicilios Subred Parroquia Bolívar	DB1 DB2 DB3 DB4 DB5	Barrio Central Barrio San Alfonso Barrio Oriente Barrio Bellavista Barrio Bellavista
Domicilios Subred Huambalito	DH1	Caserío Huambalito

		DH2	Caserío Huambalito
		DH3	Barrio la Puntilla
Domicilio Quinchibana	Subred	DQ1	Caserío Quinchibana
		DQ2	
Domicilio Huasimpamba	Subred	DHB1	Caserío Huasimpamba
		DHB2	
		DHB3	
		DHB4	
		DHB5	

Realizado por: Viteri, D. 2017

2.6 Técnica de recolección de datos.

Las muestras fueron recolectadas en la Parroquia Bolívar durante los meses de mayo y junio, los días domingo en la tarde y conservadas a bajas temperaturas en envases apropiados para ser inmediatamente transportadas al día siguiente al Laboratorio de Análisis Bioquímicos y Bacteriológicos de la ESPOCH donde fueron analizadas.

2.7 Análisis Físicos del Agua

2.9.1. Color

- ✓ En el fotómetro HACH DR2800, se procede a seleccionar la opción PROGRAMAS ALMACENADOS

- ✓ Se selecciona la prueba: COLOR 465nm
- ✓ Se añaden 10 ml de agua destilada a la celda previamente limpiada, se coloca en el equipo y se selecciona "CERO" en la pantalla.
- ✓ Se colocan la muestra en la celda previamente limpiada, se coloca y se selecciona "MEDICIÓN" en la pantalla.
- ✓ Se toma la lectura realizada por el equipo en Unidades de Color

2.9.2. pH, Temperatura y Conductividad

- ✓ Se enciende el equipo HACH sension1-sension5 presionando la opción ON/OFF, se procede a lavar los electrodos con agua destilada.
- ✓ Se llena un envase estéril con las $\frac{3}{4}$ partes del agua a analizar, se introduce el equipo agitando de manera suave y se seleccionan las mediciones a realizar presionando la opción SET/HOLD.
- ✓ Esperar hasta que el reloj digital desaparezca en la pantalla para que el resultado sea fiable
- ✓ Sacar el electrodo, lavarlo con agua destilada y guardarlo.

2.9.3. Determinación de turbiedad

- ✓ Se enciende el equipo para la determinación de turbiedad.
- ✓ Colocar la muestra hasta la marca indicada en la celda.
- ✓ Poner la celda en el porta-celdas y cerrar.
- ✓ Tomar la lectura en UTN (unidad nefelométrica de turbidez)

2.8 Análisis químico

2.10.1. Determinación de dureza

- ✓ Colocar 25 ml. De la muestra en un Erlenmeyer.
- ✓ Añadir 1 ml de KCN, 2 ml de buffer pH 10 y una pizca de negro de eritrocromo
- ✓ Titular con EDTA 0,02 M
- ✓ Determinar la cantidad de titulante consumido observando el viraje de rojo a azul.

2.10.2. Determinación de nitritos

- ✓ Encender el equipo, seleccionar en la pantalla PROGRAMAS ALMACENADOS, luego la opción: 371 N-Nitritos
- ✓ Se selecciona en la pantalla el signo de temporizador, OK y comienza el tiempo de agitación de 20 min.
- ✓ Mientras tanto se añade un sobre del reactivo para nitritos Nitriver en 10 ml de la muestra, se agita ligeramente hasta que aparece una coloración rosada.
- ✓ Pasado el tiempo de agitación se coloca agua destilada correspondiente al blanco en la celda, se coloca la celda en el porta-celdas y se selecciona la opción CERO con lo que aparece la concentración de 0.00 mg/l NO⁻²
- ✓ Continuar las mediciones colocando la muestra en la celda y ubicándola con la marca hacia la derecha, presionar medición y aparece la lectura en X mg/l NO⁻².
- ✓ Si se va a realizar la medición de varias muestras, es necesario calibrar el equipo cada 5 muestras para garantizar la fiabilidad de los resultados.

2.10.3. Determinación de nitratos.

- ✓ Encender el equipo, seleccionar en la pantalla PROGRAMAS ALMACENADOS, luego la opción: 351 N Nitrato RB.
- ✓ Se selecciona en la pantalla el signo de temporizador, OK y comienza el tiempo de agitación de 3 min.
- ✓ Mientras tanto se añade un sobre del reactivo para nitritos Nitriver 5 en polvo en 10 ml de la muestra, se agita ligeramente hasta que aparece una coloración ámbar.
- ✓ Pasado el tiempo de agitación se coloca agua destilada correspondiente al blanco en la celda, se coloca la celda en el porta-celdas y se selecciona la opción CERO con lo que aparece la concentración de 0.00 mg/l NO⁻².
- ✓ Continuar las mediciones colocando la muestra en la celda y ubicándola con la marca hacia la derecha, presionar medición y aparece la lectura en X mg/l NO⁻².
- ✓ Si se va a realizar la medición de varias muestras, es necesario calibrar el equipo cada 5 muestras para garantizar la fiabilidad de los resultados.

2.10.4. Determinación de Flúor.

- ✓ Encender el equipo HACH DR2800, en la pantalla seleccionar programas almacenados y la opción 190 Flúor.
- ✓ Solución Blanco: 10 ml. De agua destilada + 2 ml. De reactivo SPADNS
- ✓ Muestra: 10 ml de muestra + 2 ml. De reactivo SPADNS.
- ✓ Comenzar el tiempo de agitación de 1 min. Seleccionando la opción de temporizador.
- ✓ Pasado el tiempo de agitación se coloca la solución correspondiente al blanco en la celda, se coloca la celda en el porta-celdas y se selecciona la opción CERO con lo que aparece la concentración de 0.00 mg/l NO⁻².

- ✓ Continuar las mediciones colocando la muestra en la celda y ubicándola con la marca hacia el frente, presionar medición y aparece la lectura en X mg/l NO⁻².

2.10.5. Determinación de cloruros

- ✓ Colocar 25 ml. De la muestra en un Erlenmeyer
- ✓ Añadir 4 gotas de solución indicadora K₂Cr₂O₇
- ✓ Titular con Ag NO₃ 0,01 N.
- ✓ Determinar la cantidad de titulante consumido observando el viraje de amarillo a naranja/rojo.

2.10.6. Determinación de Fosfatos

- ✓ **Solución Blanco:** Agua destilada
- ✓ **Preparación del patrón:** Preparar la solución patrón de 0,05 mg/ml a partir de la solución madre, colocar aproximadamente 50 ml de esta en un balón aforado de 100 ml, agregar 4 ml. de amonio molibdato y 0,5 ml. De cloruro estañoso, aforar a 100 ml con la misma solución.
- ✓ **Preparación de las muestras:** Colocar aproximadamente 50 ml de la muestra, agregar 4 ml. De amonio molibdato y 0,5 ml. De cloruro estañoso, aforar a 100 ml con la misma muestra.
- ✓ Ajustar la longitud de onda para realizar las mediciones (650 nm) con la solución blanco verificando que la transmitancia sea 100 y la absorbancia en 0.
- ✓ Colocar la solución patrón en la celda hasta la marca, introducir y cerrar el porta-celdas, ajustar la concentración a 0,05 mg/ml.
- ✓ Continuar con la lectura de las muestras.

2.10.7. Determinación de Cloruros

- ✓ **Método:** Titulación
- ✓ Colocar 25 ml. de la muestra en un Erlenmeyer
- ✓ Agregar 3 gotas de dicromato de potasio
- ✓ Titulas con Ag NO₃ 0,01 N.
- ✓ Anotar el volumen al cual la coloración cambia de amarillo a naranja ladrillo.

2.10.8. Determinación de amonios.

- ✓ **Blanco:** Agua destilada
- ✓ **Solución Patrón.** Preparar la solución patrón de 0,03 mg/ml a partir de la solución madre, colocar aproximadamente 25 ml de esta en un balón aforado de 50 ml, agregar 1 ml. De NaK tartrato y 2 ml. De solución de Nessler, aforar a 50 ml. con la misma solución.
- ✓ **Preparación de las muestras:** Colocar aproximadamente 50 ml de la muestra, agregar 1 ml. De NaK tartrato y 2 ml. De solución de Nessler, aforar a 50 ml. con la misma muestra.
- ✓ Ajustar la longitud de onda para realizar las mediciones (465 nm.) con la solución blanco verificando que la transmitancia sea 100 y la absorbancia en 0.
- ✓ Colocar la solución patrón en la celda hasta la marca, introducir y cerrar el porta-celdas, ajustar la concentración a 0,03 mg/ml.
- ✓ Continuar con la lectura de las muestras.

2.9 Análisis microbiológico de agua

2.11.1. Determinación de coliformes totales y fecales por el método NMP/100 ml.

Materiales y reactivos.

Tubos de precipitación de boca ancha

Tubos Durham

Caldo bilis verde brillante

Agua de peptona

Frascos limpios de por lo menos 100 ml.

Procedimiento

- ✓ Preparar caldo bilis verde brillante al 2%, colocar 10 ml. En el tubo de precipitación, poner el tubo durham y esterilizar por 15 min.
- ✓ Preparar y esterilizar agua de peptona, en un frasco limpio colocar 90 ml de agua de peptona y agregar 10 ml de la muestra, mezclar.
- ✓ Tomar 1 ml de la muestra en agua de peptona en el caldo bilis verde brillante.
- ✓ Realizar 3 diluciones, dejar incubar por 48 H. a 36°C.
- ✓ Si se observa cambio de color en el tubo o formación de gas sembrar la muestra en agar eosina azul de metileno y dejar incubar por 24 H. a 36°C.
- ✓ Si hay crecimiento realizar una Tinción Gram.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis físicos del agua

Tabla 1-3. pH según muestras analizadas

Numero de muestra	Lugar de muestro	Límite mínimo permitido según NTE INEN 1108:2006	Media del valor determinado	Límite máximo permitido según NTE INEN 1108:2006
1	VA	6,5	6,75	8,5
2	VB	6,5	6,57	8,5
3	VC	6,5	6,51	8,5
4	TR1	6,5	6,83	8,5
5	TR2	6,5	6,86	8,5
6	TT1	6,5	6,49	8,5
7	TT3	6,5	6,76	8,5
8	TT7	6,5	6,65	8,5
9	TT5	6,5	6,69	8,5
10	TT2	6,56,5	6,74	8,5
11	DB1	6,5	6,91	8,5
12	DB2	6,5	6,69	8,5
13	DB3	6,5	6,93	8,5
14	DB4	6,5	6,48	8,5
15	DB5	6,5	6,57	8,5
16	TT4	6,5	6,64	8,5
17	DH1	6,5	6,69	8,5
18	DH2	6,5	6,59	8,5
19	DH3	6,5	6,43	8,5
20	TT8	6,5	6,76	8,5
21	DQ1	6,5	6,66	8,5
22	DQ2	6,5	6,66	8,5

23	TT6	6,5	6,73	8,5
24	DH1	6,5	6,59	8,5
25	DH2	6,5	6,57	8,5
26	DH3	6,5	6,80	8,5
27	DH4	6,5	6,46	8,5
28	DH5	6,5	6,66	8,5

Realizado por: Viteri, D. 2017

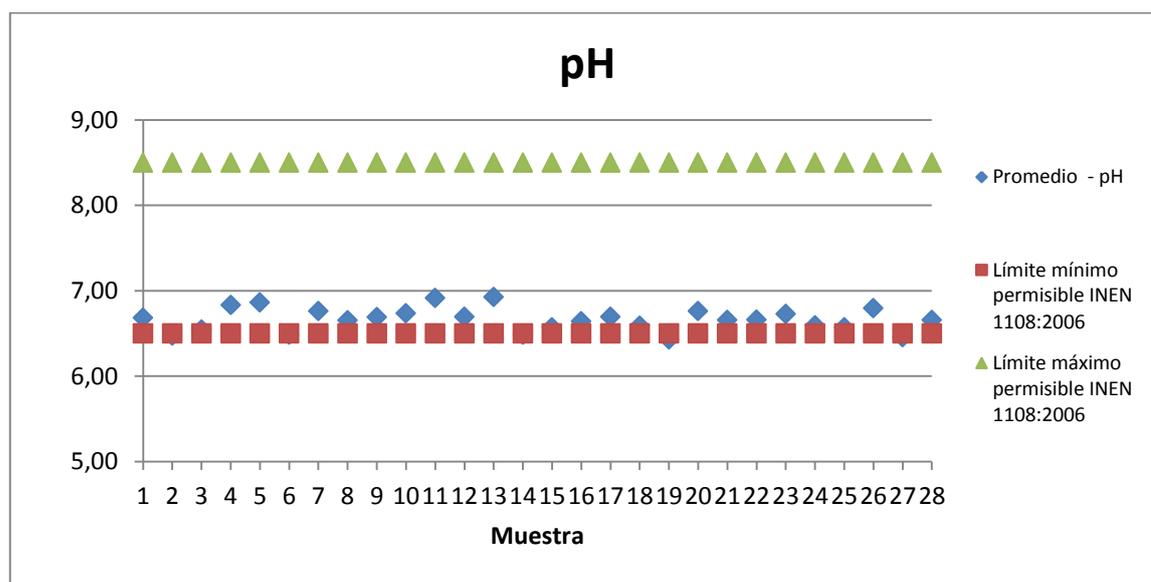


Gráfico 1-3. Dispersión lineal del parámetro pH.

Realizado por: Viteri, D. 2017

3.1.1 Análisis de resultados de pH según la normativa NTE INEN 1108:2006

En la tabla 1-3 podemos observar los resultados encontrados en los análisis realizados en el período mayo-junio donde se evidencia que tres resultados se encontraron fuera de los límites permitidos, de estos valores el inferior fue de 6,43 perteneciente a un domicilio y el valor más alto fue de 6,93 perteneciente de igual manera a un domicilio, estos resultados se asemejan a los obtenidos por Pérez (2013) en su estudio de aguas de Costa Rica quien menciona que el valor más bajo en su estudio fue 6,44 y recalca que valores tan bajos pueden ser peligrosos ya que se asocian a ciertos niveles de toxicidad por corrosión de metales además de una pobre eficiencia del tratamiento. En el caso de las vertientes, ambas presentan un pH entre 6,5 y 6,75 lo cual concuerda con lo enunciado por Marín quien sugiere que el pH de aguas superficiales oscila

entre 6 y 8,5 pudiendo llegar a valores más bajos en aguas subterráneas como es el caso. El 85 % de los resultados obtenidos son aceptables dentro de los límites de la norma, sin embargo el 14% tienden a la acidez lo cual no es adecuado ya que representan un peligro potencial para la salud pues a la larga puede ocasionar problemas del sistema nervioso hasta anemia sumado al hecho de que tiene un sabor desagradable para el consumidor.

Tabla 2-3. Color según muestras analizadas.

Numero de muestra	Lugar de muestro	Media del valor determinado	Límite máximo permitido según OMS-1995 (Pt-Co)
1	VA	17,33	15
2	VB	14,00	15
3	VC	9,67	15
4	TR1	28,00	15
5	TR2	20,67	15
6	TT1	20,33	15
7	TT3	9,00	15
8	TT7	16,33	15
9	TT5	20,33	15
10	TT2	23,67	15
11	DB1	9,33	15
12	DB2	7,67	15
13	DB3	6,33	15
14	DB4	9,00	15
15	DB5	9,33	15
16	TT4	9,00	15
17	DH1	15,33	15
18	DH2	14,00	15
19	DH3	13,33	15
20	TT8	9,67	15
21	DQ1	17,33	15
22	DQ2	11,00	15
23	TT6	8,33	15

24	DH1	14,00	15
25	DH2	13,67	15
26	DH3	12,00	15
27	DH4	13,33	15
28	DH5	15,00	15

Realizado por: Viteri, D. 2017

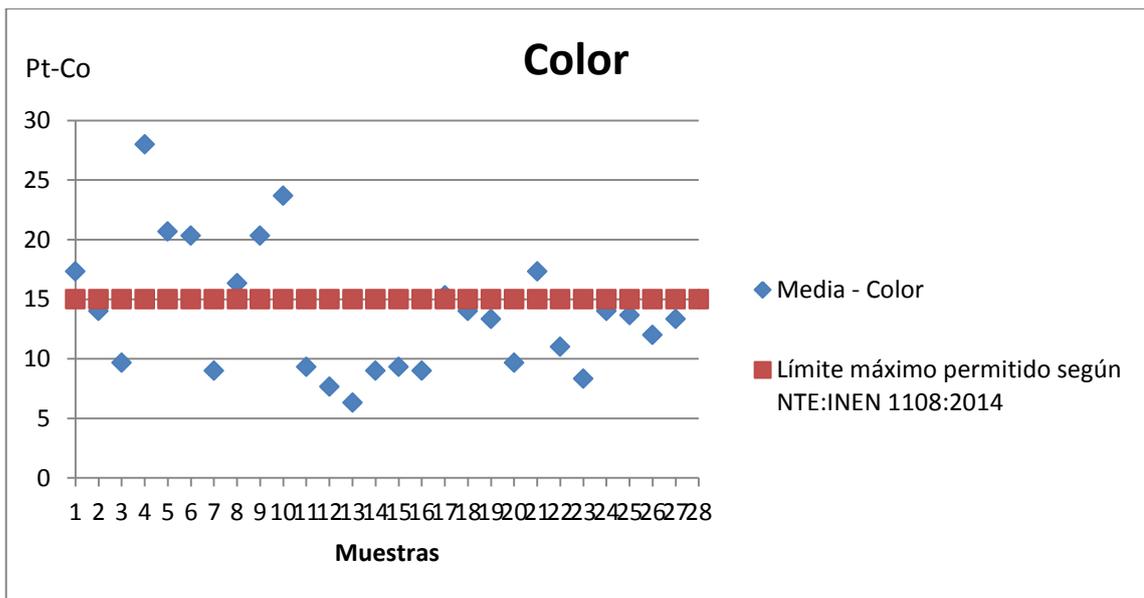


Gráfico 2-3. Dispersión lineal del parámetro color.

Realizado por: Viteri, D. 2017

3.1.2 Análisis de resultados de color según la normativa OMS-1995

En la tabla y en la figura 2-3 se observa los resultados de los análisis obtenidos en el período Mayo – Junio, de los cuales el 33 % de los valores se encuentran fuera del límite máximo permitido que es 15, el valor más alto fue de 28,00 y se lo obtuvo en el tanque de recepción, este resultado podría estar asociado a la presencia de materia orgánica y sales e incluso a la presencia de materia en el fondo del tanque. El valor más bajo encontrado fue de 6,33 en un domicilio de la parroquia Bolívar lo cual es adecuado. Respecto a las vertientes se puede observar que existen resultados de 14 y 17,33 que implica que hay contaminación en caso de VB, los contaminantes más frecuentemente encontrados pueden ser hierro, magnesio, materia orgánica y residuos industriales coloridos, debido a que dicha vertiente se encuentra en una zona de difícil acceso, los contaminantes pueden ser principalmente atribuidos a la lluvia de la época en la que

se tomaron las muestras, estos resultados se asemejan a los obtenidos por Zhen (2009) el cual obtuvo valores entre 15 y 30 en aguas analizadas en época de transición de seca a lluviosa. En el caso de los domicilios, la alteración de este parámetro puede ser atribuida a que no hay una protección adecuada del recurso hídrico a lo largo de la red de distribución sin embargo este resultado no tiene gran impacto visual ya que Marín (2003) menciona que solo cuando hay resultados superiores a 15 el consumidor es capaz de decir que el agua no es incolora.

Tabla 3-3. Conductividad según muestras analizadas.

Numero de muestra	Lugar de muestro	Media del valor determinado	Límite máximo permitido según OMS-1995 (Us/cm)
1	VA	115,33	1500
2	VB	85,67	1500
3	VC	158,00	1500
4	TR1	105,00	1500
5	TR2	110,00	1500
6	TT1	119,33	1500
7	TT3	122,67	1500
8	TT7	112,33	1500
9	TT5	110,00	1500
10	TT2	107,00	1500
11	DB1	109,00	1500
12	DB2	114,67	1500
13	DB3	120,67	1500
14	DB4	111,33	1500
15	DB5	113,00	1500
16	TT4	116,33	1500
17	DH1	116,00	1500
18	DH2	118,67	1500
19	DH3	115,67	1500
20	TT8	120,00	1500
21	DQ1	114,33	1500

22	DQ2	109,67	1500
23	TT6	106,67	1500
24	DH1	114,67	1500
25	DH2	114,33	1500
26	DH3	115,00	1500
27	DH4	120,33	1500
28	DH5	118,00	1500

Realizado por: Viteri, D. 2017

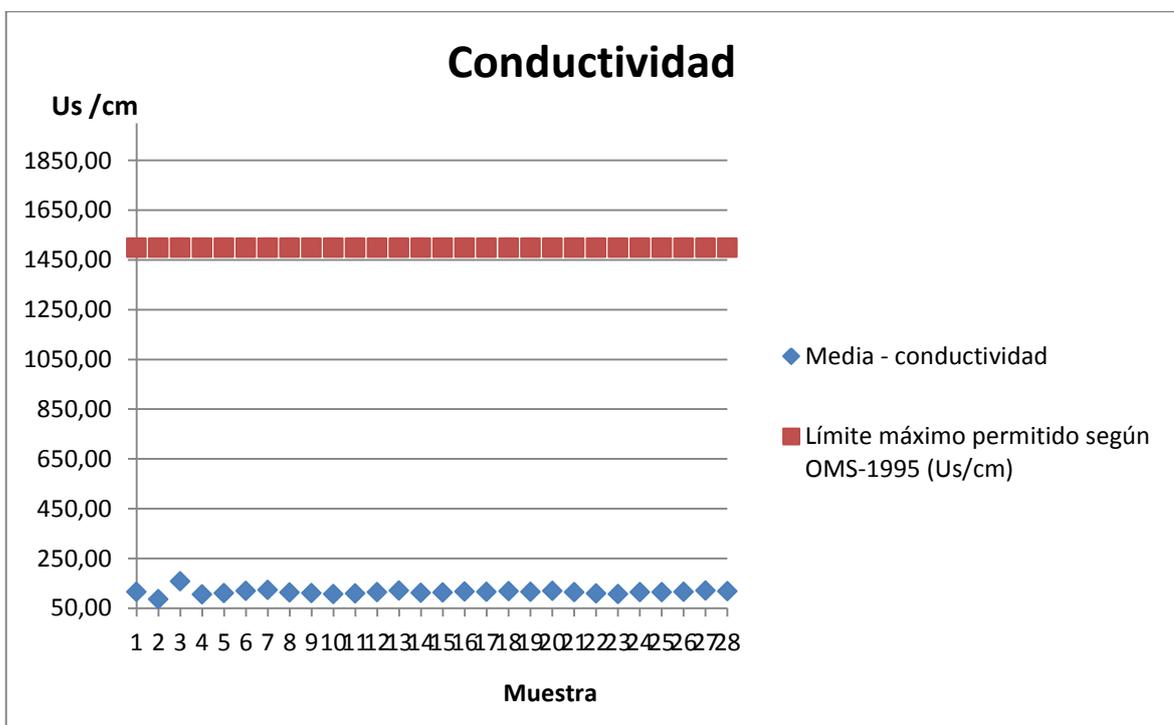


Gráfico 3-3. Dispersión lineal del parámetro conductividad.

Realizado por: Viteri, D. 2017

3.1.3 Análisis de resultados de conductividad según la normativa OMS-1995

En la tabla 3-3 y en la figura 3-3 se observan los resultados obtenidos, de los cuales todos se encuentran debajo del límite máximo establecido por la norma lo que nos indica que la cantidad de iones capaces de transmitir la corriente eléctrica es muy baja lo cual se relaciona directamente con la concentración de sólidos disueltos que de igual manera son muy bajos. El

valor más alto encontrado fue 158,00 perteneciente a la vertiente el Arrayán, este valor ligeramente alto con respecto a los demás se puede atribuir a la lluvia al momento de la recolección de la muestra; el valor más bajo encontrado fue de 110 que se encontró en un tanque de recepción. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Rodríguez (2009) donde todos los valores se encontraron dentro de los límites permitidos lo cual nos permite enunciar que el agua en términos de calidad es excelente como se muestra a continuación.

Cuadro No. 1
Calidades del agua de irrigación de acuerdo con su conductividad.

Grado	Conductividad máxima en $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C
Excelente	menor de 250
Buena	250-750
Permisible	750-2000
Dudosa	2000-3000
Inservible	mayor de 3000

Fuente: (Jenkins, 1983)

Tabla 4-3. Temperatura según muestras analizadas.

Numero de muestra	Lugar de muestro	Media del valor determinado ($^\circ\text{C}$)
1	VA	11,30
2	VB	8,97
3	VC	10,07
4	TR1	10,40
5	TR2	11,37
6	TT1	11,43
7	TT3	12,17
8	TT7	13,50
9	TT5	11,87
10	TT2	13,23
11	DB1	14,80
12	DB2	13,93
13	DB3	15,10
14	DB4	14,03
15	DB5	15,43

16	TT4	15,87
17	DH1	17,63
18	DH2	16,87
19	DH3	16,57
20	TT8	15,70
21	DQ1	14,90
22	DQ2	14,63
23	TT6	16,67
24	DH1	16,53
25	DH2	16,13
26	DH3	17,23
27	DH4	16,83
28	DH5	17,33

Realizado por: Viteri, D. 2017

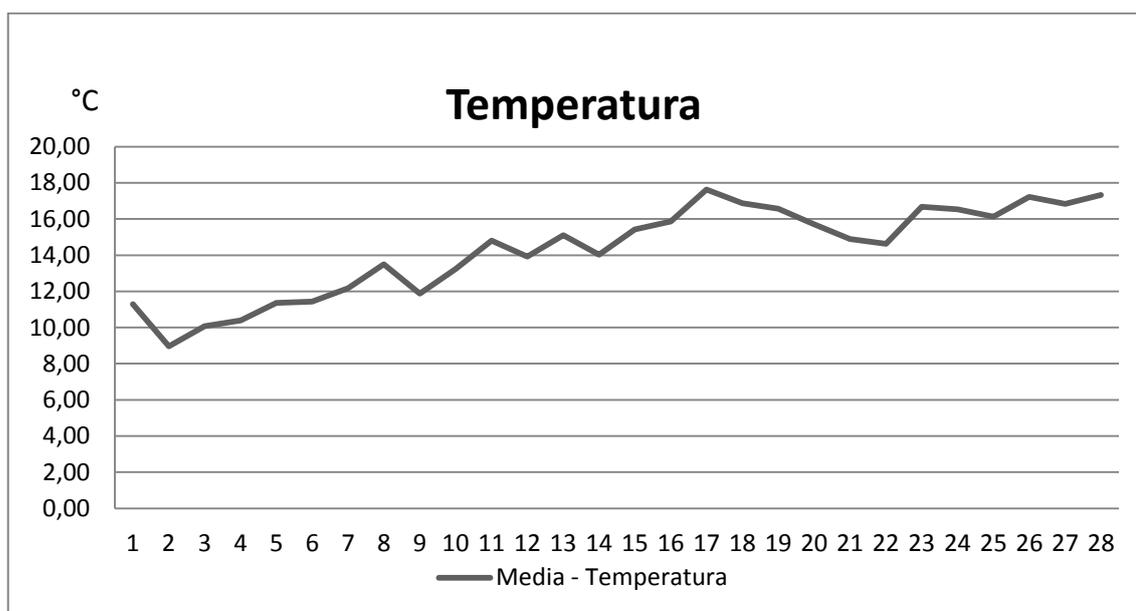


Gráfico 4-3. Dispersión lineal del parámetro temperatura.

Realizado por: Viteri, D. 2017

3.1.4 Análisis de resultados de temperatura

Como se observa en la tabla 4-3 los valores de temperatura oscilaron entre valores de 8 y 17°C, si bien la norma no refiere un límite para la temperatura, una guía sobre “Normas para la calidad del agua potable en las Américas” sugiere como valor límite para el agua potable de 30°C; siendo que la temperatura es un factor muy importante ya que incide directamente en la

proliferación de microorganismos, en la formación de precipitados y en la eficiencia de la desinfección del agua. El valor más bajo encontrado fue de 10,7°C en la vertiente el Arrayán lo cual es coherente y se relaciona con la baja temperatura ambiental, la exposición de la fuente y el hecho de que es una zona aislada y de difícil acceso; los valores van aumentando hasta llegar a los domicilios siendo el valor más alto de 17,63 correspondiente a un domicilio. Según Catalán (1969), la temperatura de las aguas subterráneas depende de las características del terreno que drenan, pudiendo ser influenciada, entre otras causas, por la naturaleza de las rocas, siendo además función de la profundidad. Rodríguez (2009) en su estudio realizado en comunidades de Costa Rica encontró resultados que variaban entre 18 y 25°C, y esto se atribuyó a factores como la ubicación, la altura y el medio donde se ubican las fuentes influyen en la temperatura del agua.

Tabla 5-3. Sólidos Totales Disueltos según muestras analizadas.

Numero de muestra	Lugar de muestro	Media del valor determinado	Límite máximo permitido según NTE:INEN 1108:2006 (mg/L)
1	VA	59,33	1000
2	VB	61,67	1000
3	VC	80,33	1000
4	TR1	51,67	1000
5	TR2	54,00	1000
6	TT1	62,67	1000
7	TT3	64,67	1000
8	TT7	68,33	1000
9	TT5	58,67	1000
10	TT2	62,33	1000
11	DB1	62,00	1000
12	DB2	65,67	1000
13	DB3	65,33	1000
14	DB4	63,00	1000
15	DB5	61,33	1000
16	TT4	66,33	1000

17	DH1	68,67	1000
18	DH2	66,00	1000
19	DH3	61,00	1000
20	TT8	67,33	1000
21	DQ1	62,67	1000
22	DQ2	62,00	1000
23	TT6	64,33	1000
24	DH1	69,33	1000
25	DH2	77,00	1000
26	DH3	68,67	1000
27	DH4	67,00	1000
28	DH5	69,33	1000

Realizado por: Viteri, D. 2017

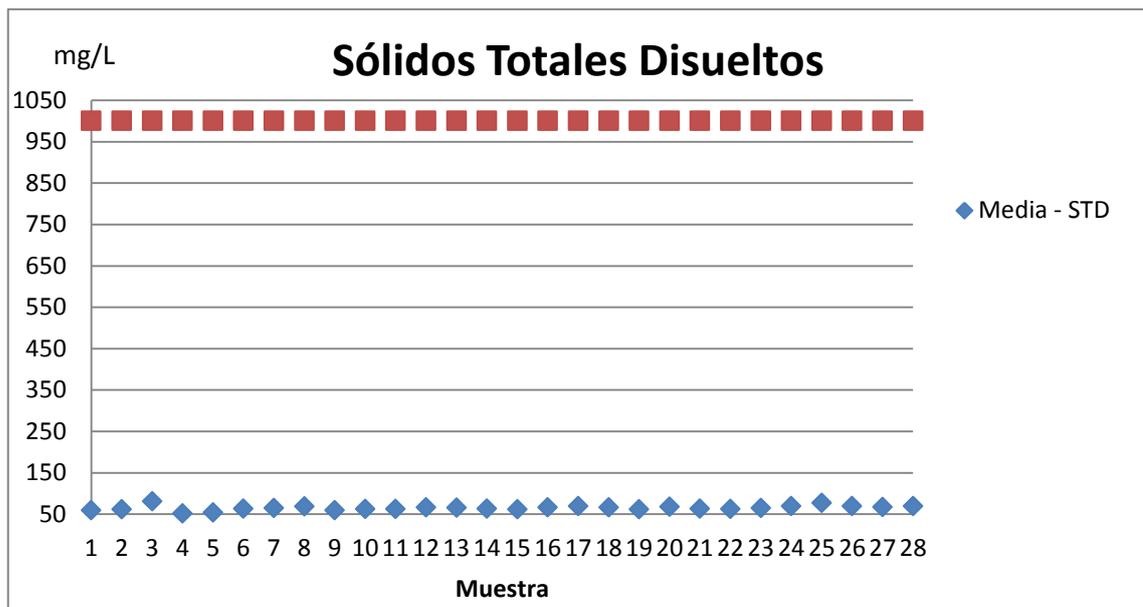


Gráfico 5-3. Dispersión lineal del parámetro sólidos totales disueltos.

Realizado por: Viteri, D. 2017

3.1.5 Análisis de resultados de sólidos totales disueltos según la normativa INEN 1108:2006

En la tabla 5-3 observamos los resultados obtenidos de los cuales el 100% está dentro del parámetro establecido por la norma que es 1000 mg/L, esto nos indica que la calidad de agua de la fuente es aceptable y que no se ve alterada a lo largo de toda la red de distribución hasta llegar a los domicilios siendo que los sólidos totales disueltos representan minerales, metales y sales que no pueden ser eliminados por los filtros comunes. Estos resultados son muy favorables ya que según la OMS (2016) valores altos estarían relacionados con la presencia de compuestos como cloruros, carbonatos, sulfatos, magnesio y calcio que se asocian a la corrosión y formación de incrustaciones a lo largo del sistema de distribución de agua. Valores extremadamente bajos por el contrario podrían no ser aceptables para el consumidor debido a que le hacen al agua desagradable y en el peor de los casos llegar a ser corrosiva. Un estudio realizado por Simanca (2010) en la comunidad de Montería, Colombia encontró que la media de STD en dicha localidad fue de 66,4 mg/L lo cual es significativamente similar a esta investigación pues los valores encontrados no superan los 100 mg/L.

Tabla 6-3. Turbiedad según muestras analizadas.

Numero de muestra	Lugar de muestro	Media del valor determinado	Límite máximo permitido según NTE:INEN 1108:2006 (NTU)
1	VA	0,58	5
2	VB	0,46	5
3	VC	0,26	5
4	TR1	0,37	5
5	TR2	0,53	5
6	TT1	0,70	5
7	TT3	0,53	5
8	TT7	0,73	5
9	TT5	0,57	5
10	TT2	0,90	5
11	DB1	0,49	5

12	DB2	0,48	5
13	DB3	0,51	5
14	DB4	0,52	5
15	DB5	0,55	5
16	TT4	0,73	5
17	DH1	0,47	5
18	DH2	0,52	5
19	DH3	0,48	5
20	TT8	0,48	5
21	DQ1	0,40	5
22	DQ2	0,58	5
23	TT6	0,62	5
24	DH1	0,39	5
25	DH2	0,38	5
26	DH3	0,49	5
27	DH4	0,47	5
28	DH5	0,36	5

Realizado por: Viteri, D. 2017

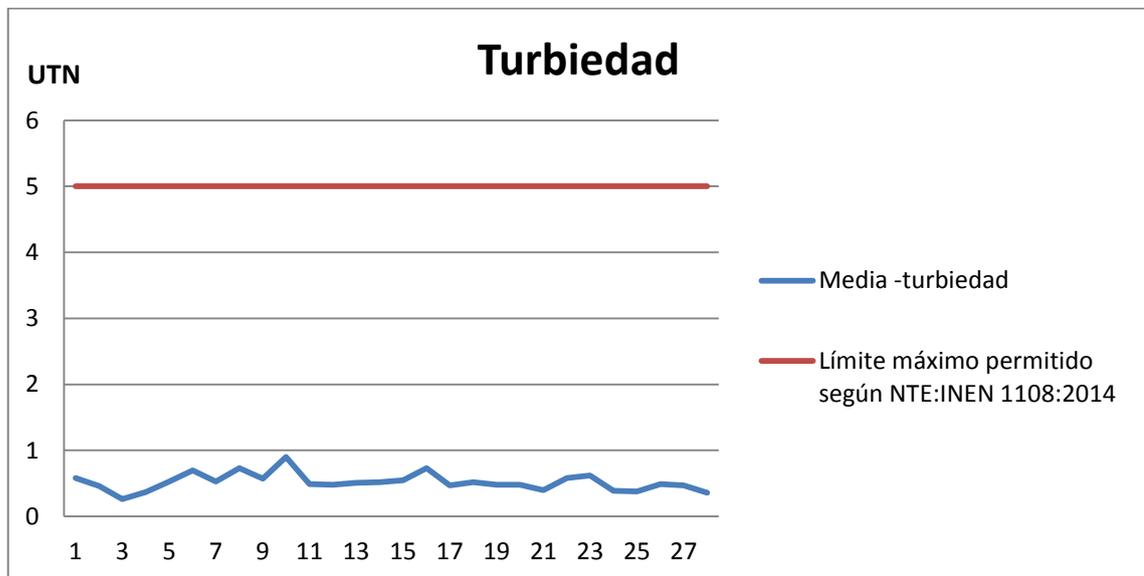


Gráfico 6-3. Dispersión lineal del parámetro sólidos totales disueltos.

Realizado por: Viteri, D. 2017

3.1.6 Análisis de resultados de turbiedad según la normativa INEN 1108:2014

La tabla 6-3 muestra los resultados de turbiedad obtenidos en el período marzo-junio de 2017, de los cuales el 100% cumplen con lo establecido en la norma vigente NTE INEN 1108. Como se observa en la figura 6-3 la distribución está muy por debajo del límite permitido lo que indica que la calidad del agua en cuanto a este parámetro es aceptable. Este resultado es altamente beneficioso debido a que de acuerdo con un estudio realizado por Mann (2007) hay cierta relación entre una turbidez elevada y la presencia de enfermedades gastrointestinales. Los resultados se asemejan a los obtenidos por Caranqui (2015) en su evaluación de la calidad del agua siendo el valor más alto en ese caso de 0,66 UNT.

3.2. Análisis de parámetros químicos del agua

Tabla 7-3. Nitratos según muestras analizadas.

Numero de muestra	Lugar de muestro	Media del valor determinado	Límite máximo permitido según NTE:INEN 1108:2014 (mg/L)
1	VA	0,57	50
2	VB	0,67	50
3	VC	0,63	50
4	TR1	0,47	50
5	TR2	0,47	50
6	TT1	0,50	50
7	TT3	0,60	50
8	TT7	0,57	50
9	TT5	0,60	50
10	TT2	0,50	50
11	DB1	0,57	50
12	DB2	0,47	50
13	DB3	0,57	50
14	DB4	0,47	50
15	DB5	0,57	50

16	TT4	0,47	50
17	DH1	0,57	50
18	DH2	0,60	50
19	DH3	0,60	50
20	TT8	0,53	50
21	DQ1	0,47	50
22	DQ2	0,47	50
23	TT6	0,57	50
24	DH1	0,63	50
25	DH2	0,29	50
26	DH3	0,50	50
27	DH4	0,47	50
28	DH5	0,50	50

Realizado por: Viteri, D. 2017

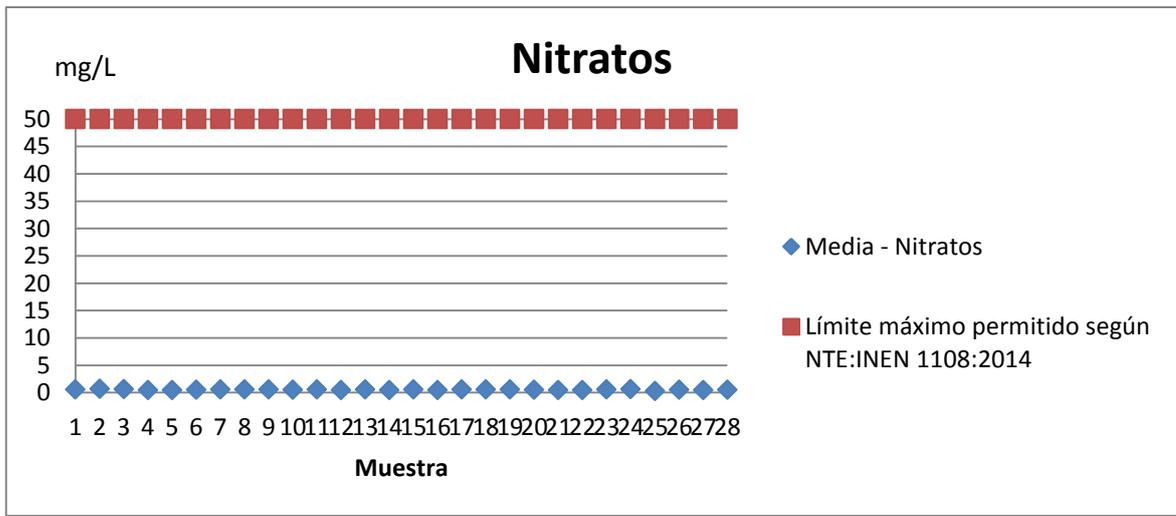


Gráfico 7-3. Dispersión lineal del parámetro nitratos.

Realizado por: Viteri, D. 2017

3.2.1 Análisis de resultados de nitratos según la normativa INEN 1108:2014

La tabla 7-3 muestra los resultados para nitratos obtenidos en el período marzo-junio de 2017, de los cuales el 100% cumplen con lo establecido en la norma vigente NTE INEN 1108. Como se observa en la figura 7-3 la distribución está muy por debajo del límite permitido lo que indica

que la concentración de nitratos es apta para el consumo humano, estos resultados nos dan una idea de la calidad de agua proveniente de las vertientes, de igual manera indica que hubo poca influencia de factores externos en una posible contaminación con nitratos ya que Prát&Oliveras (2015) en su estudio de la contaminación por nitratos en fuentes naturales de la comarca de Osana mencionan que la lluvia es un factor coadyuvante de la contaminación e inciden indirectamente en la concentración de nitratos en aguas subterráneas, de igual manera se ha comprobado que la intensa actividad agrícola así como la concentración de ganadería aumentan el contenido de nitratos y la carga microbiológica. Fernández (2007) en su estudio sobre los nitratos y el agua subterránea en España menciona que uno de los factores de riesgo en la contaminación por nitratos en el uso abundante de pesticidas para la agricultura lo cual pudiera haber afectado a las muestras que se analizaron sin embargo no hubo relación.

Tabla 8-3. Nitritos según muestras analizadas.

Numero de muestra	Lugar de muestro	Media del valor determinado	Límite máximo permitido según NTE:INEN 1108:2014(mg/L)
1	VA	0,007	3
2	VB	0,004	3
3	VC	0,017	3
4	TR1	0,004	3
5	TR2	0,006	3
6	TT1	0,004	3
7	TT3	0,008	3
8	TT7	0,005	3
9	TT5	0,008	3
10	TT2	0,014	3
11	DB1	0,004	3
12	DB2	0,006	3
13	DB3	0,007	3
14	DB4	0,006	3
15	DB5	0,064	3
16	TT4	0,004	3
17	DH1	0,003	3

18	DH2	0,005	3
19	DH3	0,036	3
20	TT8	0,012	3
21	DQ1	0,005	3
22	DQ2	0,005	3
23	TT6	0,004	3
24	DH1	0,004	3
25	DH2	0,007	3
26	DH3	0,004	3
27	DH4	0,006	3
28	DH5	0,006	3

Realizado por: Viteri, D. 2017

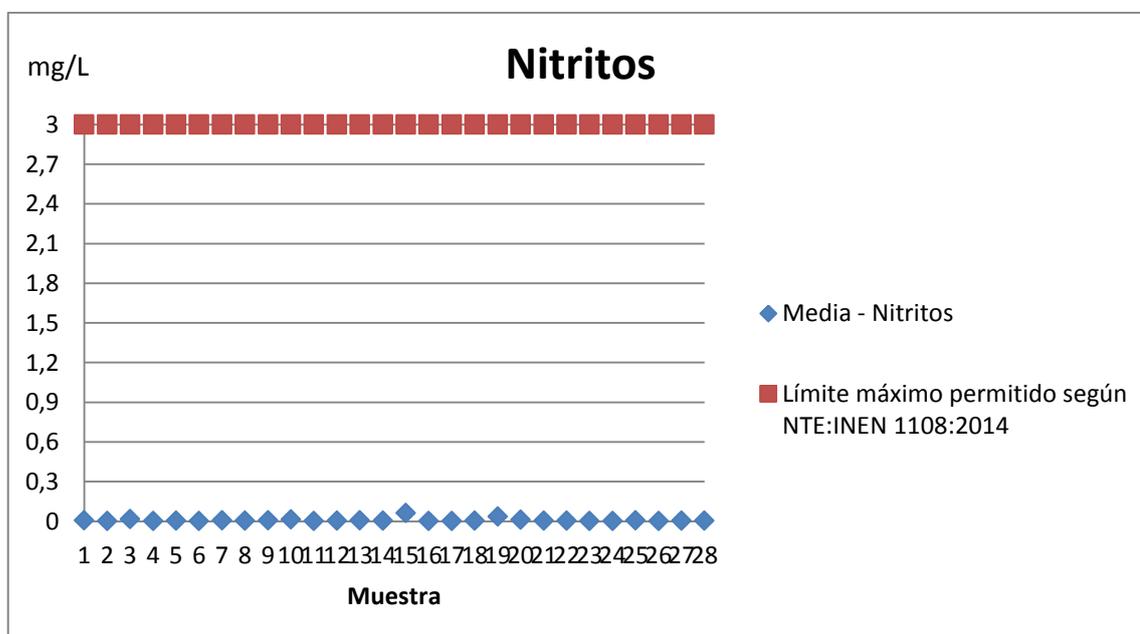


Gráfico 8-3. Dispersión lineal del parámetro nitritos.

Realizado por: Viteri, D. 2017

3.2.2 *Análisis de resultados de nitritos según la normativa INEN 1108:2014*

La tabla 8-3 indica los resultados de concentración de nitritos, obtenido en el período marzo-junio de 2017, de los cuales el 100% cumplen con lo establecido en la norma vigente NTE INEN 1108. Como se observa en la figura 7-3 la distribución está muy por debajo del límite máximo permitido lo que indica que la concentración de nitritos es apta para el consumo humano, lo cual es una ventaja importante puesto que como Cárdenas & Sánchez (2012) indican

este compuesto nitrogenado es aún más peligroso que el nitrato debido a la alta toxicidad y el riesgo de cáncer que provocan, siendo así, los resultados encontrados no coinciden con lo encontrado por Rosas (2011) en donde se menciona que las aguas superficiales analizadas mostraban elevadas concentraciones de nitritos atribuidos a la presencia de vertidos naturales e industriales. Comparando este estudio con el realizado por Ortiz (2015) en la parroquia Quisapincha se denota que hay resultados muy bajos y en ambos lugares indican que a pesar de tratarse de zonas especialmente agrícolas no tienen problemas por contaminación de este tipo.

Tabla 9-3. Amonios según muestras analizadas.

Numero de muestra	Lugar de muestro	Media del valor determinado	Límite máximo permitido según NTE:INEN 1108:2014 (mg/L)
1	VA	0,18	1
2	VB	0,19	1
3	VC	0,15	1
4	TR1	0,21	1
5	TR2	0,20	1
6	TT1	0,21	1
7	TT3	0,17	1
8	TT7	0,14	1
9	TT5	0,19	1
10	TT2	0,06	1
11	DB1	0,13	1
12	DB2	0,16	1
13	DB3	0,11	1
14	DB4	0,09	1
15	DB5	0,10	1
16	TT4	0,17	1
17	DH1	0,19	1
18	DH2	0,20	1
19	DH3	0,15	1

20	TT8	0,10	1
21	DQ1	0,13	1
22	DQ2	0,12	1
23	TT6	0,15	1
24	DH1	0,18	1
25	DH2	0,14	1
26	DH3	0,18	1
27	DH4	0,20	1
28	DH5	0,20	1

Realizado por: Viteri, D. 2017

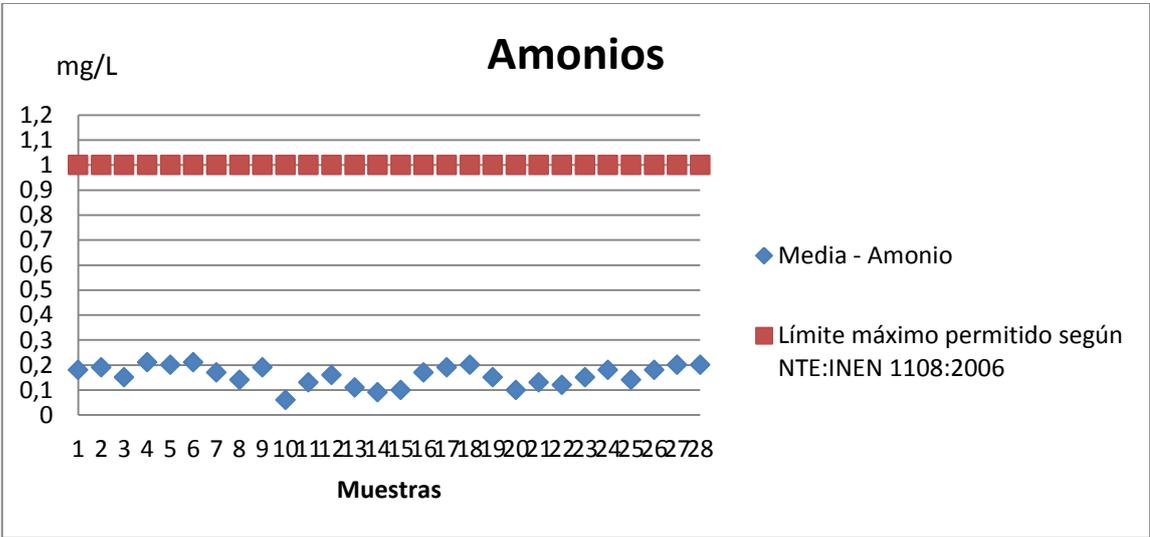


Gráfico 9-3. Dispersión lineal del parámetro amonios.

Realizado por: Viteri, D. 2017

3.2.3 *Análisis de resultados de amonios según la normativa INEN 1108:2014*

La tabla 8-3 indica los resultados de concentración en amonio, obtenido en el período marzo-junio de 2017, de los cuales el 100% cumplen con lo establecido en la norma vigente NTE INEN 1108. Como se observa en la figura 7-3 la distribución está muy por debajo del límite máximo permitido lo que indica que la concentración de amonios es adecuada para el consumo humano, estos resultados son semejantes a los obtenidos por Ortiz (2015) en su evaluación realizada en la parroquia Quisapincha e implican que no hay contaminación reciente a lo largo de la red de distribución; se evidencia que a medida que el agua va avanzando desde la vertiente hacia los domicilios hay variaciones en la concentración siendo importante el hecho de que no

aumentan drásticamente ya que esto implicaría también contaminación microbiológica significativa.

Tabla 10-3. Cloruros según muestras analizadas.

Numero de muestra	Lugar de muestro	Media del valor determinado	Límite máximo permitido según OMS 1995 (mg/L)
1	VA	0,34	250
2	VB	0,13	250
3	VC	0,23	250
4	TR1	0,13	250
5	TR2	0,19	250
6	TT1	0,19	250
7	TT3	0,15	250
8	TT7	0,16	250
9	TT5	0,26	250
10	TT2	0,28	250
11	DB1	0,23	250
12	DB2	0,25	250
13	DB3	0,18	250
14	DB4	0,20	250
15	DB5	0,31	250
16	TT4	0,24	250
17	DH1	0,17	250
18	DH2	0,16	250
19	DH3	0,25	250
20	TT8	0,21	250
21	DQ1	0,23	250
22	DQ2	0,24	250
23	TT6	0,22	250
24	DH1	0,16	250
25	DH2	0,30	250

26	DH3	0,27	250
27	DH4	0,25	250
28	DH5	0,25	250

Realizado por: Viteri, D. 2017

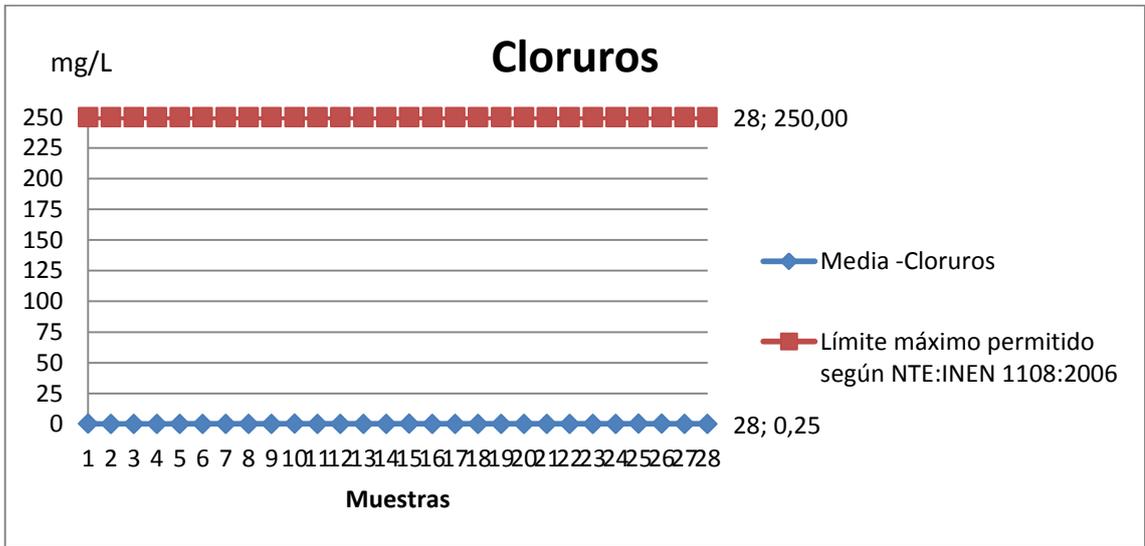


Gráfico 10-3. Dispersión lineal del parámetro cloruros.

Realizado por: Viteri, D. 2017

3.2.4 Análisis de resultados de cloruros según la normativa INEN 1108:2014

La tabla 8-3 indica los resultados de concentración en cloruros, obtenido en el período marzo-junio de 2017, de los cuales el 100% cumplen con lo establecido en la norma vigente NTE INEN 1108. Como se observa en la figura 7-3 la distribución está muy por debajo del límite máximo permitido lo que indica que la concentración es apta para el consumo siendo estos resultados similares a los obtenidos por Escobar (2016) en donde el resultado más elevado fue de 0.47mg/l, es importante mencionar que valores superiores a 250 mg/ L pueden cambiar notablemente el sabor del agua como lo menciona la OMS en su guía sobre la calidad del agua.

Tabla 21-3. Flúor según muestras analizadas.

Numero de muestra	Lugar de muestro	Media del valor determinado	Límite máximo permitido según NTE:INEN 1108:2014 (mg/L)
1	VA	0,30	1,5
2	VB	0,74	1,5
3	VC	0,06	1,5
4	TR1	0,07	1,5
5	TR2	0,11	1,5
6	TT1	0,05	1,5
7	TT3	0,23	1,5
8	TT7	0,07	1,5
9	TT5	0,05	1,5
10	TT2	0,08	1,5
11	DB1	0,05	1,5
12	DB2	0,16	1,5
13	DB3	0,15	1,5
14	DB4	0,14	1,5
15	DB5	0,09	1,5
16	TT4	0,13	1,5
17	DH1	0,15	1,5
18	DH2	0,19	1,5
19	DH3	0,09	1,5
20	TT8	1,02	1,5
21	DQ1	0,12	1,5
22	DQ2	0,09	1,5
23	TT6	0,10	1,5
24	DH1	0,13	1,5
25	DH2	0,15	1,5
26	DH3	0,18	1,5
27	DH4	0,18	1,5
28	DH5	0,13	1,5

Realizado por: Viteri, D. 2017

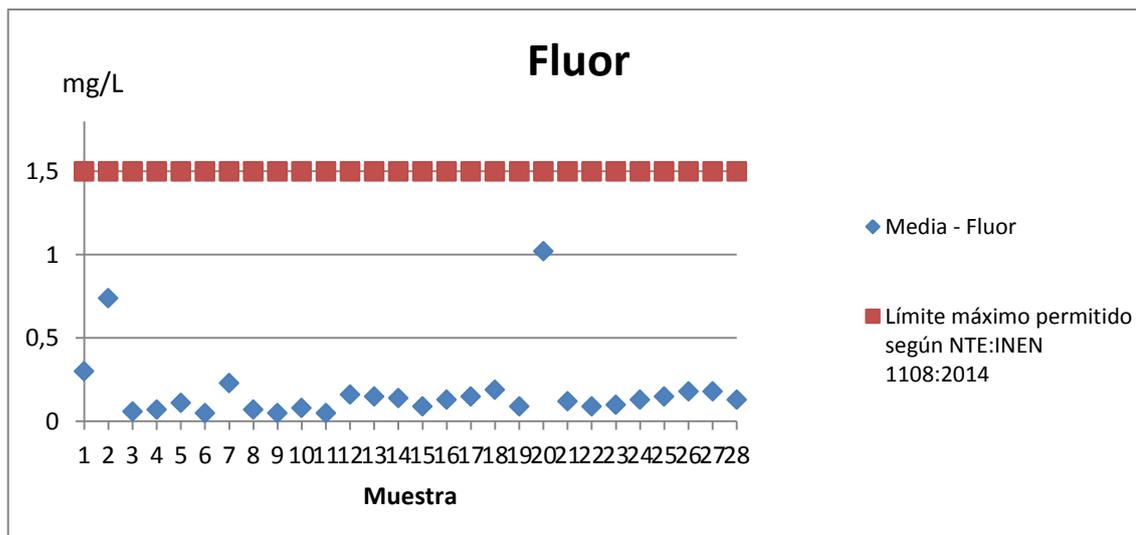


Gráfico 11-3. Dispersión lineal del parámetro flúor.

Realizado por: Viteri, D. 2017

3.2.5 *Análisis de resultados de flúor según la normativa INEN 1108:2014*

La tabla 8-3 indica los resultados de concentración de flúor, obtenido en el período marzo-junio de 2017, de los cuales el 100% cumplen con lo establecido en la norma vigente NTE INEN 1108. Como se observa en la figura 7-3 la distribución está muy por debajo del límite máximo permitido lo que indica que la concentración es apta para el consumo humano sin embargo hay dos resultados de especial atención y son los pertenecientes a las vertientes, Alvarez (2015) menciona que concentraciones elevadas de este elemento podrían estar asociadas con la presencia de rocas ígneas de carácter félsico, el tiempo de permanencia del agua en la roca, la temperatura de circulación y el pH en el que se encuentran, los resultados son favorables y se diferencian de estudios como el realizado por Galicia & colaboradores (2011) en Tlahuac, ciudad de México donde fue incluso necesaria la suspensión del consumo de algunas fuentes por representar un peligro significativo en la salud del consumidor.

Tabla 12-3. Fosfatos según muestras analizadas.

Numero de muestra	Lugar de muestro	Media del valor determinado	Límite máximo permitido según NTE:INEN 1108:2014 (mg/L)
1	VA	0,15	0,3
2	VB	0,16	0,3
3	VC	0,11	0,3
4	TR1	0,13	0,3
5	TR2	0,14	0,3
6	TT1	0,14	0,3
7	TT3	0,16	0,3
8	TT7	0,13	0,3
9	TT5	0,14	0,3
10	TT2	0,17	0,3
11	DB1	0,42	0,3
12	DB2	0,16	0,3
13	DB3	0,16	0,3
14	DB4	0,16	0,3
1	DB5	0,14	0,3
16	TT4	0,15	0,3
17	DH1	0,15	0,3
18	DH2	0,14	0,3
19	DH3	0,36	0,3
20	TT8	0,14	0,3
21	DQ1	0,13	0,3
22	DQ2	0,13	0,3
23	TT6	0,15	0,3
24	DH1	0,14	0,3
25	DH2	0,15	0,3
26	DH3	0,15	0,3
27	DH4	0,15	0,3
28	DH5	0,15	0,3

Realizado por: Viteri, D. 2017

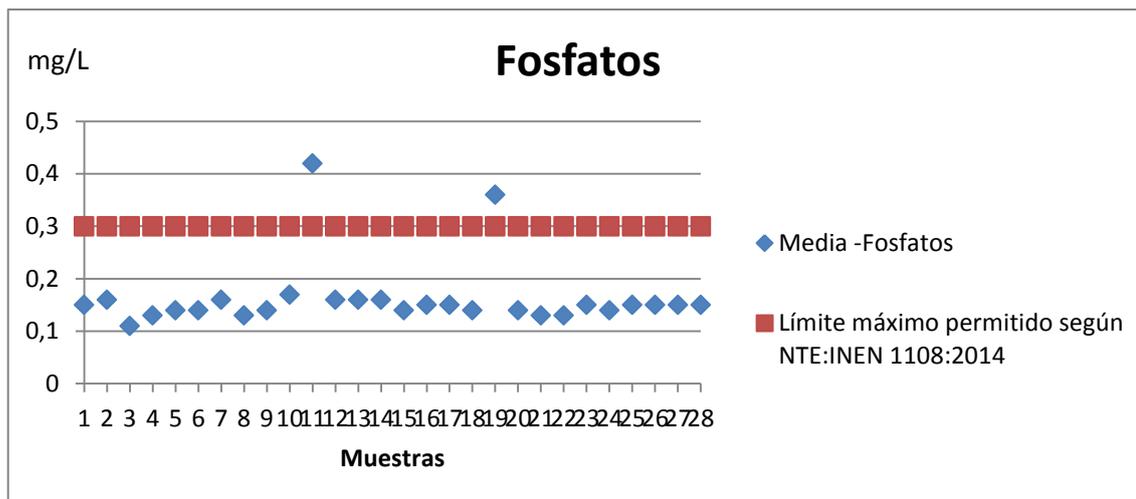


Gráfico 12-3. Dispersión lineal del parámetro fosfatos.

Realizado por: Viteri, D. 2017

3.2.6 *Análisis de resultados de fosfatos según la normativa INEN 1108:2014*

La tabla 11-3 indica los resultados en concentración de fosfatos, obtenido en el período marzo-junio de 2017, de los cuales aproximadamente el 93% cumplen con lo establecido en la norma vigente NTE INEN 1108. Como se observa en la figura 7-3 la distribución de la mayor parte de los resultados está muy por debajo del límite máximo permitido lo cual es una ventaja importante puesto que los fosfatos estimulan la reproducción geométrica de microorganismos como lo menciona Díaz, W., Gonzaga, B., & Contreras, aunque se encontraron dos resultados por encima del límite permitido que pueden estar asociados a una toma de muestra inadecuada puesto que pertenecen a domicilios y no se asocian con los demás resultados pertenecientes a la misma red de distribución.

Tabla 13-3. Dureza según muestras analizadas.

Numero de muestra	Lugar de muestro	Media del valor determinado	Límite máximo permitido según NTE:INEN 1108:2006 (mg/L)
1	VA	43,84	300
2	VB	43,84	300
3	VC	172,44	300
4	TR1	49,69	300
5	TR2	74,53	300
6	TT1	62,84	300
7	TT3	105,22	300
8	TT7	105,22	300
9	TT5	111,06	300
10	TT2	90,60	300
11	DB1	70,14	300
12	DB2	58,45	300
13	DB3	84,76	300
14	DB4	64,30	300
15	DB5	70,14	300
16	TT4	75,99	300
17	DH1	67,22	300
18	DH2	80,37	300
19	DH3	77,45	300
20	TT8	113,98	300
21	DQ1	81,83	300
22	DQ2	92,06	300
23	TT6	102,29	300
24	DH1	106,68	300
25	DH2	84,76	300
26	DH3	61,38	300
27	DH4	52,61	300
28	DH5	59,91	300

Realizado por: Viteri, D. 2017

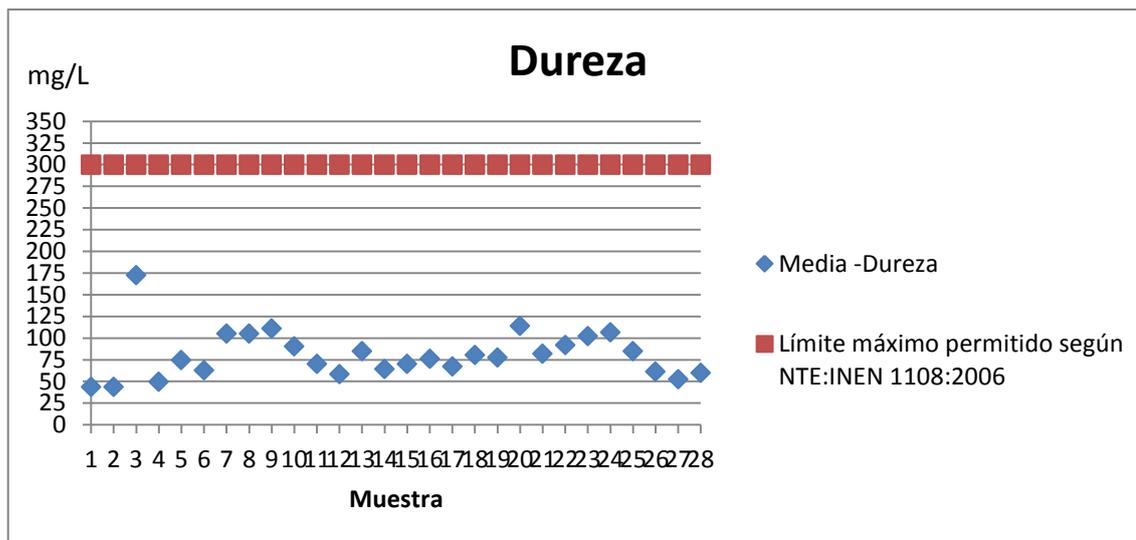


Gráfico 13-3. Dispersión lineal del parámetro dureza.

Realizado por: Viteri, D. 2017

3.2.7 *Análisis de resultados de dureza según la normativa INEN 1108:2006*

La tabla 12-3 indica los resultados de dureza, obtenido en el período marzo-junio de 2017, de los cuales el 100% cumplen con lo establecido en la norma vigente NTE INEN 1108. Como se observa en la figura 7-3 la distribución está muy por debajo del límite máximo permitido lo cual es adecuado sin embargo hay un resultado con una concentración superior al promedio perteneciente a la Vertiente el Arrayán. De acuerdo con la OMS (2016) esta agua sería considerada moderadamente dura ya que los resultados se encuentran entre 61-120 mg/L, y el resultado de 172,44 mg/L corresponde a agua dura, este organismo estima que en una concentración mayor a 125 mg/L ya hay efectos laxantes sin embargo no hay mayor riesgo ya que como se evidencia en el resto de resultados que la dureza del agua se reduce mientras avanza por la red de distribución, estos resultados se asemejan a los obtenidos por Mora&Alfaro (2006) en fuentes utilizadas para consumo humano en donde se encontraron valores inferiores a 400 mg/L.

3.3 Análisis de parámetros microbiológicos

Tabla 14-3. Coliformes Totales según muestras analizadas.

Numero de muestra	Lugar de muestro	Media del valor determinado	Límite máximo permitido según NTE:INEN 1108:2006 (NMP/100 ml)
1	VA	2,0	<1.1
2	VB	3,3	<1.1
3	VC	0,0	<1.1
4	TR1	3,7	<1.1
5	TR2	4,3	<1.1
6	TT1	9,7	<1.1
7	TT3	0,0	<1.1
8	TT7	2,7	<1.1
9	TT5	5,7	<1.1
10	TT2	0,0	<1.1
11	DB1	0,0	<1.1
12	DB2	3,7	<1.1
13	DB3	0,0	<1.1
14	DB4	4,0	<1.1
15	DB5	9,7	<1.1
16	TT4	3,3	<1.1
17	DH1	0,0	<1.1
18	DH2	1,0	<1.1
19	DH3	3,7	<1.1
20	TT8	1,0	<1.1
21	DQ1	2,7	<1.1
22	DQ2	3,7	<1.1
23	TT6	2,7	<1.1
24	DH1	2,3	<1.1
25	DH2	1,3	<1.1
26	DH3	3,3	<1.1
27	DH4	0,0	<1.1

28	DH5	0,0	<1.1
----	-----	-----	------

Realizado por: Viteri, D. 2017

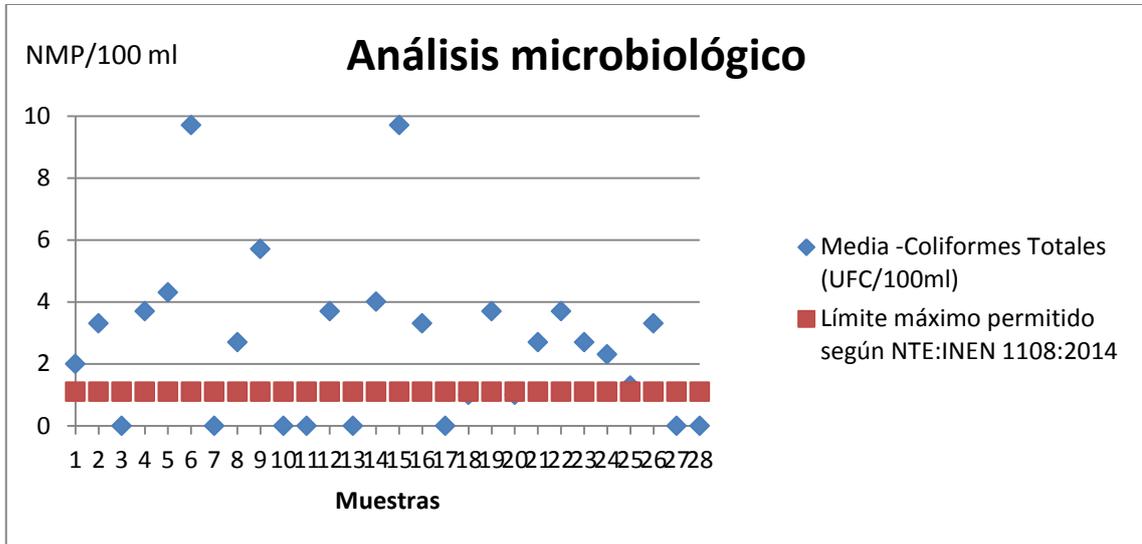


Gráfico 14-3. Dispersión lineal del análisis microbiológico.

Realizado por: Viteri, D. 2017

3.3.1. *Análisis de resultados de parámetro microbiológico según la normativa INEN 1108:2006*

La tabla 13-3 indica los resultados del análisis microbiológico de 28 muestras, obtenido en el período marzo-junio de 2017, de los cuales el 71% no cumplen con lo establecido en la norma vigente NTE INEN 1108. Como se observa en la figura 7-3 la distribución es muy amplia y desordenada ya que solo ocho resultados se encuentran dentro de los límites permitidos, estos valores son comparables con los obtenidos por Ortiz (2015) en su investigación sobre el agua potable de la parroquia Quisapincha perteneciente a la misma provincia. Los resultados más altos se encontraron en los tanques de filtración y en los domicilios, las fuentes presentaron contaminación pero fue relativamente baja y puede ser atribuida al hecho de que había lluvia en el período que se tomaron las muestras y a que no fueron tomadas directamente de la vertiente por tratarse de una zona de difícil acceso sino más bien de la zona más cercana al sitio, en cuanto al agua perteneciente a la vertiente el Tzigtze hay contaminación y el proceso de cloración en este caso no está siendo efectivo, por otro lado el agua perteneciente a la vertiente el Arrayán no está contaminada sin embargo la carga microbiana aumenta en los tanques y los domicilios y esto podría ser atribuido a la falta de aseo en los tanques y a la falta de protección en las cámaras rompe presión.

3.4. Relación entre las variables físicas, químicas y microbiológicas del agua de la Junta de Agua Potable de la parroquia Bolívar

Tabla 15-3. Matriz de componente rotado

	Componente					
	1	2	3	4	5	6
Temperatura	,910					
PuntodMuestreo	,886					
Conductividad		,855				
Dureza		,757				
STD		,513				
Color			,679			
Amonios			,605			
Cloruros			,578			
Fluor			-,542			
Nitritos				,766		
Microbiológico				,725		
Nitratos					,701	
Fosfatos					,668	
Turbiedad						,791
pH						,630

Realizado por: Viteri, D. 2017

Es importante mencionar que para determinar los componentes principales se tomó en cuenta la varianza total acumulada que en este caso fue de 66,135 % es decir superior al 60% que se toma como referencia para elegir las componentes. Del análisis de componente rotado se obtuvo el siguiente análisis:

Componente 1

Hay una relación directa entre el punto de muestreo y la temperatura del agua tomada en las diferentes zonas de la JAPPB, como se observa en la tabla 4-3 las temperaturas más bajas se encuentran en el agua proveniente de la vertientes lo cual se atribuye a que se trata de agua subterránea, recogida en zonas cubiertas por vegetación espesa que aísla la luz del sol y evita el

calor, a medida que avanza a través de las tuberías la temperatura aumenta debido a que hay mayor exposición y movimiento.

Componente 2

Hay una relación directa entre conductividad, dureza y los sólidos totales disueltos presentes en el agua tomada de los diferentes puntos de muestreo de la JAPPB. Se menciona que mientras mayor sea la cantidad de sólidos disueltos presentes, mayor será la conductividad eléctrica, y la dureza muchas veces puede estar relacionada con la conductividad especialmente cuando esta es baja sin embargo cuando la dureza es alta la conductividad muchas veces no se relaciona ya que puede encontrarse una dureza alta y una conductividad muy baja.

Componente 3

Hay una relación directa entre las variables color, amonios y cloruros, de acuerdo a la OMS el color como parámetro físico y medido en unidades está relacionado con la presencia de materia orgánica coloreada asociado con el hummus del suelo que por definición tiene muchos minerales.

Componente 4

Hay una relación directa entre las variables coliformes totales y nitritos presentes en el agua tomada de los diferentes puntos de muestro de la JAPPB. Estos parámetros son importantes porque son un indicativo importante de contaminación, en el caso de los nitritos y los microorganismos presentes, su presencia implica contaminación por desechos fecales.

Componente 5

Hay una relación directa entre las variables flúor y nitratos, el flúor se encuentra naturalmente en la corteza terrestre en una proporción de 0,3 g/kg.

Componente 6

Hay una relación directa entre las variables turbiedad y pH en el agua tomada de los diferentes puntos de muestreo de la JAPPB siendo que el pH al ser muy bajo puede aumentar la propiedad del agua de ser un disolvente lo que aumenta la presencia de sustancias libres en el agua.

CONCLUSIONES

Se evaluó la calidad física, química y microbiológica del agua para consumo humano de la Parroquia Bolívar en un total de 84 muestras, de acuerdo con las normativas: NTE INEN 1108:2014; NTE INEN 1108:2006; OMS 1995 y Método del Número más Probable en el análisis microbiológico.

En los análisis físicos realizados: pH, temperatura, conductividad, turbiedad, sólidos totales disueltos y color se determinó que dos de ellos, pH y color, se encontraron con valores fuera de los límites establecidos en la Norma INEN 1108: 2014, resultados que estarían relacionados con las características del área de toma de la muestra y la época en que dicho muestreo se realizó.

Al evaluar los parámetros químicos: dureza, nitratos, nitritos, amonios, fosfato, flúor y cloruros; se determinó que la concentración de flúor no fue la adecuada sin embargo al tratarse de un único resultado no es de especial relevancia, en el resto de las pruebas hechas, todas cumplieron con lo requerido en la Norma INEN 1108: 2014.

En el análisis microbiológico se encontró una carga microbiana superior a los límites permitidos en el 71% de las muestras por lo que el agua resulta inadecuada para el consumo humano por el peligro potencial que representa la presencia de abundantes microorganismos.

Se determinó que hay relación entre: el punto de muestro y la temperatura; la concentración de nitritos y el recuento de coliformes fecales, la conductividad, la dureza y los sólidos totales disueltos, color, amonios y cloruros, y el pH y la turbidez. Sumado a estas relaciones es importante tomar en cuenta que las muestras fueron tomadas en época lluviosa, también que las vertientes son zonas de difícil acceso y además se trata de una zona agrícola por lo que la contaminación también puede tener una relación con esto, además la red de distribución no está correctamente protegida ya que se observaron cámaras rompe presión sin cerradura.

RECOMENDACIONES

La limpieza de los tanques es primordial para mantener la inocuidad del agua a lo largo de toda la red de distribución y también para que la cloración sea eficiente.

La protección del recurso hídrico a lo largo de toda la red es importante ya que por más eficiente o adecuado que sea el tratamiento y la limpieza de los tanques, si las cámaras rompe presión son de fácil acceso entonces no tendría sentido.

La dosificación de cloro debe ser adecuada por lo cual es importante capacitar al personal sobre este tema y especialmente sobre la retención del líquido de 12 a 24 horas antes para garantizar la desinfección además sería favorable llevar un registro de dosificación de cloro.

Se debe realizar una vigilancia constante del estado en el que se encuentra el agua que se está distribuyendo por lo menos una vez al mes para garantizar que cumple con las condiciones establecidas en Norma INEN 1108:2014.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, A. *La calidad del agua, un enfoque multidisciplinario.* Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 11-27. Disponible en: <http://ru.iiec.unam.mx/65/1/CalidadAguaImpr.pdf>

BONILLA, L. *Amebiasis: aspectos clínicos, terapéuticos y de diagnóstico de la infección.* Revista de Medicina Chilena. pp. 610-612. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872013000500009

CAMACHO, N. *Tratamiento del agua para consumo.* 2011. Universidad de Lima. pp. 153. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/3374/337428495008.pdf>

CARBAJAL, A. y GONZALES, M. *Propiedades y funciones biológicas del agua.* 2012. Universidad Complutense de Madrid. pp. 63-65. Disponible en: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-Carbajal-Gonzalez-2012-ISBN-978-84-00-09572-7.pdf>

HERRAÍZ, A. *Importancia de las aguas subterráneas.* 2009. Universidad Politécnica de Valencia. pp. 99-101. Disponible en: <http://www.rac.es/ficheros/doc/00923.pdf>

JIMENEZ, J. *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario.* Universidad Veracruzana. pp. 16-22. Disponible en: <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>

LUCERO, Y. *Etiología y manejo de la Gastroenteritis Aguda infecciosa en niños y adultos* .Revista de Medicina Clínica Condes.2014 PP. 463-465. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S071686401470063X>

LEÓN-RAMÍREZ, S. *Shigelosis (disentería bacilar)* 2002. Red de Revistas Científicas de América Latina. pp. 22-23. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/487/48708106.pdf>

JIMENEZ, R. et. al. *Fiebre tifoidea y otras infecciones por salmonellas.*2010, Medicine. pp. 3497-3498. Disponible en: http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/pdf/Tifoidea_otras_salmonellas_Medicine20100.pdf

GARCÍA-LÁZARO, M. et. al. *Colera y otras infecciones de género Vibrio.*2010. Hospital Reina Sofia. Pp. 3489-3490. Disponible en: http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/pdf/Colera_actualizaci%C3%B3n_Medicina2010.pdf

LANDA, S. “*Evaluación de la calidad físico químico y microbiológico de agua de consumo humano en la Parroquia de Totoras, Cantón Ambato, provincia de Tungurahua.*” (Tesis de pregrado). [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba-Ecuador. 2016. p.69. [Consulta: 06 de Octubre de 2017].Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5799>

MOPOSITA, A. *Determinación de coliformes fecales en el agua de consumo humano y su relación con enfermedades diarreicas agudas en los hogares de la Parroquia de Pasa del Cantón Ambato en el período Diciembre 2014 - Mayo 2015.* (Tesis de pregrado). [en línea]. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias de la Salud. Escuela de Medicina. Ambato- Ecuador. 2015. p.119-121. [Consulta: 06 de Octubre de 2017]. Disponible en:
<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10727/1/TESIS%20ALEXIS%20MOPOSITA.pdf>

ORELLANA, J. *Tratamiento de las aguas.* 2005. Universidad Tecnológica Nacional. pp. 55-77. Disponible en:
https://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_06_Tratamiento_de_Aguas.pdf

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. *Escasez del agua: uno de los grandes retos de nuestro tiempo.* [en línea]. 2017. [Consulta: 24 de Octubre de 2017]. Disponible en:
<http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/880888/>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Calidad del agua potable* [en línea]. 5. [Consulta: 24 de Octubre del 2017]. Disponible en:
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Hepatitis A* [en línea]. [Consulta: 24 de Octubre del 2017]. Disponible en:
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs328/es/>

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, *Dengue, guía para la atención de enfermos en la región de las Américas*. [en línea]. 2015. [Consulta: 24 de Octubre de 2017]. Disponible en: <http://www.hirrc.org/Gu%C3%ADa%20dengue%20OPS%202016.pdf>

PEREZ, E. *Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica*. (2016) Tecnología en Marcha. Vol. 29, N° 3. Pág 3-14. Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v29n3/0379-3982-tem-29-03-00003.pdf>

RÍOS, S. AGUDELO R. Y GUTIÉRREZ L. *Patógenos e Indicadores microbiológicos del agua para consumo humano*. 2017. Universidad de Antioquia. pp. 240-242. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v35n2/0120-386X-rfnsp-35-02-00236.pdf>

RAMIREZ, C. *Muestreo de agua, toma y conservación de muestras*. 2007. Instituto Militar de Estudios Superiores. pp. 6-11. Disponible en: <http://www.elaguapotable.com/EI%20muestreo%20de%20los%20distintos%20tipos%20de%20agua.pdf>

RODRIGUEZ, J. *Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, (ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela, noviembre del 2008*. 2007. Revista Pensamiento Actual, Universidad de Costa Rica. pp. 127-128. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/2842>

TIERRA, F. *Evaluación de la calidad física, química y microbiológica del agua de consumo humano de la parroquia de San Luis, Cantón Riobamba, Provincia de*

Chimborazo (Tesis de pregrado). [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba-Ecuador. 2015. p. 96-98. [Consulta: 06 de Octubre de 2017]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4438>

ZHEN, B. *Calidad físico-química y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria Curubandé, Guanacaste, Costa Rica, Año hidrológico 2007-2008.*(2009) *Universidad Estatal a Distancia.* pp. 119-121. Disponible en: <https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Calidad%20f%C3%ADsicou%C3%ADmica%20y%20bateriol%C3%B3gica%20del%20agua%20para%20consumo%20humano%20de%20la%20microcuenca.pdf>

ANEXOS

ANEXO A. NORMA TÉCNICA INEN 1108:2006



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1 108:2006
Segunda revisión

AGUA POTABLE. REQUISITOS.

Primera Edición

WATER DRINKING. SPECIFICATIONS.

First Edition

DESCRIPTORES: Protección ambiental y sanitaria, seguridad, calidad del agua, agua potable.
AL 01.08-401
CDU: 644.61
CIIU: 4200
ICS: 13.060.20

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	AGUA POTABLE. REQUISITOS.	NTE INEN 1 108:2006 Segunda revisión 2006-03
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Agua Potable. Es el agua cuyas características físicas, químicas y microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano.</p> <p>3.2 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.</p> <p>3.3 Límite máximo permisible. Representa un requisito de calidad del agua potable que fija dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico del momento un límite sobre el cual el agua deja de ser apta para consumo humano.</p> <p>3.4 UFC/ml. Concentración de microorganismos por mililitro, expresada en unidades formadoras de colonias.</p> <p>3.5 NMP. Forma de expresión de parámetros microbiológicos, número más probable, cuando se aplica la técnica de los Tubos múltiples.</p> <p>3.6 µg/l. (microgramos por litro), unidades de concentración de parámetros físico químicos.</p> <p>3.7 mg/l. (miligramos por litro), unidades de concentración de parámetros físico químicos.</p> <p>3.8 Microorganismo patógeno. Son los causantes potenciales de enfermedades para el ser humano.</p> <p>3.9 Pesticidas. Sustancia química o biológica que se utiliza, sola, combinada o mezclada para prevenir, combatir o destruir, repelar 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.</p> <p>3.10 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.</p> <p>3.11 Subproductos de desinfección. Productos que se generan al aplicar el desinfectante al agua, especialmente en presencia de sustancias húmicas.</p> <p>3.12 Radio nucleido. Nucleidos radiactivos; nucleidos: conjunto de átomos que tienen núcleos con igual número atómico Z y másico A.</p> <p>3.13 MBAS, ABS. Sustancias activas al azul de metileno; Alquil Benceno Sulfonato.</p> <p>3.14 Cloro residual. Cloro remanente en el agua luego de al menos 30 minutos de contacto.</p> <p>3.15 Dureza total. Es la cantidad de calcio y magnesio presente en el agua y expresado como carbonato de calcio.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Protección ambiental y sanitaria, seguridad, calidad del agua, agua potable.</p>		

3.16 **Sólidos totales disueltos.** Fracción filtrable de los sólidos que corresponde a los sólidos coloidales y disueltos.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Cuando el agua potable se utilice como materia prima para la elaboración de productos de consumo humano, la concentración de aerobios mesófilos, no deberá ser superior a 100 UFC/ml

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos Específicos

5.1.1 El Agua Potable debe cumplir con los requisitos que se establecen a continuación

PARAMETRO	UNIDAD	Limite máximo Permisible
Características físicas		
Color	Unidades de color verdadero (UTC)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	-	no objetable
Sabor	-	no objetable
pH	-	6,5 - 8,5
Sólidos totales disueltos	mg/l	1 000
Inorgánicos		
Aluminio, Al	mg/l	0,25
Amonio, (N-NH ₄)	mg/l	1,0
Antimonio, Sb	mg/l	0,005
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	0,3
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN	mg/l	0,0
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 - 1,5
Cloruros, Cl	mg/l	250
Cobalto, Co	mg/l	0,2
Cobre, Cu	mg/l	1,0
Cromo, Cr (cromo hexavalente)	mg/l	0,05
Dureza total, CaCO ₃	mg/l	300
Estaño, Sn	mg/l	0,1
Flúor, F	mg/l	1,5
Fósforo, (P-PO ₄)	mg/l	0,1
Hierro, Fe	mg/l	0,3
Litio, Li	mg/l	0,2
Manganeso, Mn	mg/l	0,1
Mercurio, Hg	mg/l	0,0
Níquel, Ni	mg/l	0,02
Nitratos, N-NO ₃	mg/l	10
Nitritos, N-NO ₂	mg/l	0,0
Plata, Ag	mg/l	0,05
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Potasio, K	mg/l	20
Selenio, Se	mg/l	0,01
Sodio, Na	mg/l	200
Sulfatos, SO ₄	mg/l	200
Vanadio, V	mg/l	0,1
Zinc, Zn	mg/l	3
Radiactivos		
Radiación total α **	Bq/l	0,1
Radiación total β ***	Bq/l	1,0

* Cuando se utilice cloro como desinfectante y luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos

** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ²¹⁰Po, ²¹⁴Po, ²¹⁸Po, ²¹⁴Pb, ²¹⁴Bi, ²¹⁴Th, ²¹⁴Pa, ²¹⁴Ac, ²¹⁴Fr, ²¹⁴Ra, ²¹⁴At, ²¹⁴Lu, ²¹⁴Yb, ²¹⁴La, ²¹⁴Ce, ²¹⁴Pr, ²¹⁴Nd, ²¹⁴Pm, ²¹⁴Sm, ²¹⁴Eu, ²¹⁴Gd, ²¹⁴Tb, ²¹⁴Dy, ²¹⁴Ho, ²¹⁴Er, ²¹⁴Tm, ²¹⁴Yb, ²¹⁴Lu, ²¹⁴U, ²¹⁴Np, ²¹⁴Pu, ²¹⁴Am, ²¹⁴Cm, ²¹⁴Bk, ²¹⁴Cf, ²¹⁴Es, ²¹⁴Fm, ²¹⁴Mn, ²¹⁴Fe, ²¹⁴Co, ²¹⁴Ni, ²¹⁴Cu, ²¹⁴Zn, ²¹⁴Ga, ²¹⁴Ge, ²¹⁴As, ²¹⁴Se, ²¹⁴Br, ²¹⁴Kr, ²¹⁴Rb, ²¹⁴Sr, ²¹⁴Y, ²¹⁴Zr, ²¹⁴Nb, ²¹⁴Mo, ²¹⁴Tc, ²¹⁴Ru, ²¹⁴Rh, ²¹⁴Pd, ²¹⁴Ag, ²¹⁴Cd, ²¹⁴In, ²¹⁴Sn, ²¹⁴Sb, ²¹⁴Te, ²¹⁴I, ²¹⁴Xe, ²¹⁴Ba, ²¹⁴La, ²¹⁴Ce, ²¹⁴Pr, ²¹⁴Nd, ²¹⁴Pm, ²¹⁴Sm, ²¹⁴Eu, ²¹⁴Gd, ²¹⁴Tb, ²¹⁴Dy, ²¹⁴Ho, ²¹⁴Er, ²¹⁴Tm, ²¹⁴Yb, ²¹⁴Lu, ²¹⁴U, ²¹⁴Np, ²¹⁴Pu, ²¹⁴Am, ²¹⁴Cm, ²¹⁴Bk, ²¹⁴Cf, ²¹⁴Es, ²¹⁴Fm, ²¹⁴Mn, ²¹⁴Fe, ²¹⁴Co, ²¹⁴Ni, ²¹⁴Cu, ²¹⁴Zn, ²¹⁴Ga, ²¹⁴Ge, ²¹⁴As, ²¹⁴Se, ²¹⁴Br, ²¹⁴Kr, ²¹⁴Rb, ²¹⁴Sr, ²¹⁴Y, ²¹⁴Zr, ²¹⁴Nb, ²¹⁴Mo, ²¹⁴Tc, ²¹⁴Ru, ²¹⁴Rh, ²¹⁴Pd, ²¹⁴Ag, ²¹⁴Cd, ²¹⁴In, ²¹⁴Sn, ²¹⁴Sb, ²¹⁴Te, ²¹⁴I, ²¹⁴Xe, ²¹⁴Ba, ²¹⁴La, ²¹⁴Ce, ²¹⁴Pr, ²¹⁴Nd, ²¹⁴Pm, ²¹⁴Sm, ²¹⁴Eu, ²¹⁴Gd, ²¹⁴Tb, ²¹⁴Dy, ²¹⁴Ho, ²¹⁴Er, ²¹⁴Tm, ²¹⁴Yb, ²¹⁴Lu, ²¹⁴U, ²¹⁴Np, ²¹⁴Pu, ²¹⁴Am, ²¹⁴Cm, ²¹⁴Bk, ²¹⁴Cf, ²¹⁴Es, ²¹⁴Fm, ²¹⁴Mn, ²¹⁴Fe, ²¹⁴Co, ²¹⁴Ni, ²¹⁴Cu, ²¹⁴Zn, ²¹⁴Ga, ²¹⁴Ge, ²¹⁴As, ²¹⁴Se, ²¹⁴Br, ²¹⁴Kr, ²¹⁴Rb, ²¹⁴Sr, ²¹⁴Y, ²¹⁴Zr, ²¹⁴Nb, ²¹⁴Mo, ²¹⁴Tc, ²¹⁴Ru, ²¹⁴Rh, ²¹⁴Pd, ²¹⁴Ag, ²¹⁴Cd, ²¹⁴In, ²¹⁴Sn, ²¹⁴Sb, ²¹⁴Te, ²¹⁴I, ²¹⁴Xe, ²¹⁴Ba, ²¹⁴La, ²¹⁴Ce, ²¹⁴Pr, ²¹⁴Nd, ²¹⁴Pm, ²¹⁴Sm, ²¹⁴Eu, ²¹⁴Gd, ²¹⁴Tb, ²¹⁴Dy, ²¹⁴Ho, ²¹⁴Er, ²¹⁴Tm, ²¹⁴Yb, ²¹⁴Lu, ²¹⁴U, ²¹⁴Np, ²¹⁴Pu, ²¹⁴Am, ²¹⁴Cm, ²¹⁴Bk, ²¹⁴Cf, ²¹⁴Es, ²¹⁴Fm, ²¹⁴Mn, ²¹⁴Fe, ²¹⁴Co, ²¹⁴Ni, ²¹⁴Cu, ²¹⁴Zn, ²¹⁴Ga, ²¹⁴Ge, ²¹⁴As, ²¹⁴Se, ²¹⁴Br, ²¹⁴Kr, ²¹⁴Rb, ²¹⁴Sr, ²¹⁴Y, ²¹⁴Zr, ²¹⁴Nb, ²¹⁴Mo, ²¹⁴Tc, ²¹⁴Ru, ²¹⁴Rh, ²¹⁴Pd, ²¹⁴Ag, ²¹⁴Cd, ²¹⁴In, ²¹⁴Sn, ²¹⁴Sb, ²¹⁴Te, ²¹⁴I, ²¹⁴Xe, ²¹⁴Ba, ²¹⁴La, ²¹⁴Ce, ²¹⁴Pr, ²¹⁴Nd, ²¹⁴Pm, ²¹⁴Sm, ²¹⁴Eu, ²¹⁴Gd, ²¹⁴Tb, ²¹⁴Dy, ²¹⁴Ho, ²¹⁴Er, ²¹⁴Tm, ²¹⁴Yb, ²¹⁴Lu, ²¹⁴U, ²¹⁴Np, ²¹⁴Pu, ²¹⁴Am, ²¹⁴Cm, ²¹⁴Bk, ²¹⁴Cf, ²¹⁴Es, ²¹⁴Fm, ²¹⁴Mn, ²¹⁴Fe, ²¹⁴Co, ²¹⁴Ni, ²¹⁴Cu, ²¹⁴Zn, ²¹⁴Ga, ²¹⁴Ge, ²¹⁴As, ²¹⁴Se, ²¹⁴Br, ²¹⁴Kr, ²¹⁴Rb, ²¹⁴Sr, ²¹⁴Y, ²¹⁴Zr, ²¹⁴Nb, ²¹⁴Mo, ²¹⁴Tc, ²¹⁴Ru, ²¹⁴Rh, ²¹⁴Pd, ²¹⁴Ag, ²¹⁴Cd, ²¹⁴In, ²¹⁴Sn, ²¹⁴Sb, ²¹⁴Te, ²¹⁴I, ²¹⁴Xe, ²¹⁴Ba, ²¹⁴La, ²¹⁴Ce, ²¹⁴Pr, ²¹⁴Nd, ²¹⁴Pm, ²¹⁴Sm, ²¹⁴Eu, ²¹⁴Gd, ²¹⁴Tb, ²¹⁴Dy, ²¹⁴Ho, ²¹⁴Er, ²¹⁴Tm, ²¹⁴Yb, ²¹⁴Lu, ²¹⁴U, ²¹⁴Np, ²¹⁴Pu, ²¹⁴Am, ²¹⁴Cm, ²¹⁴Bk, ²¹⁴Cf, ²¹⁴Es, ²¹⁴Fm, ²¹⁴Mn, ²¹⁴Fe, ²¹⁴Co, ²¹⁴Ni, ²¹⁴Cu, ²¹⁴Zn, ²¹⁴Ga, ²¹⁴Ge, ²¹⁴As, ²¹⁴Se, ²¹⁴Br, ²¹⁴Kr, ²¹⁴Rb, ²¹⁴Sr, ²¹⁴Y, ²¹⁴Zr, ²¹⁴Nb, ²¹⁴Mo, ²¹⁴Tc, ²¹⁴Ru, ²¹⁴Rh, ²¹⁴Pd, ²¹⁴Ag, ²¹⁴Cd, ²¹⁴In, ²¹⁴Sn, ²¹⁴Sb, ²¹⁴Te, ²¹⁴I, ²¹⁴Xe, ²¹⁴Ba, ²¹⁴La, ²¹⁴Ce, ²¹⁴Pr, ²¹⁴Nd, ²¹⁴Pm, ²¹⁴Sm, ²¹⁴Eu, ²¹⁴Gd, ²¹⁴Tb, ²¹⁴Dy, ²¹⁴Ho, ²¹⁴Er, ²¹⁴Tm, ²¹⁴Yb, ²¹⁴Lu, ²¹⁴U, ²¹⁴Np, ²¹⁴Pu, ²¹⁴Am, ²¹⁴Cm, ²¹⁴Bk, ²¹⁴Cf, ²¹⁴Es, ²¹⁴Fm, ²¹⁴Mn, ²¹⁴Fe, ²¹⁴Co, ²¹⁴Ni, ²¹⁴Cu, ²¹⁴Zn, ²¹⁴Ga, ²¹⁴Ge, ²¹⁴As, ²¹⁴Se, ²¹⁴Br, ²¹⁴Kr, ²¹⁴Rb, ²¹⁴Sr, ²¹⁴Y, ²¹⁴Zr, ²¹⁴Nb, ²¹⁴Mo, ²¹⁴Tc, ²¹⁴Ru, ²¹⁴Rh, ²¹⁴Pd, ²¹⁴Ag, ²¹⁴Cd, ²¹⁴In, ²¹⁴Sn, ²¹⁴Sb, ²¹⁴Te, ²¹⁴I, ²¹⁴Xe, ²¹⁴Ba, ²¹⁴La, ²¹⁴Ce, ²¹⁴Pr, ²¹⁴Nd, ²¹⁴Pm, ²¹⁴Sm, ²¹⁴Eu, ²¹⁴Gd, ²¹⁴Tb, ²¹⁴Dy, ²¹⁴Ho, ²¹⁴Er, ²¹⁴Tm, ²¹⁴Yb, ²¹⁴Lu, ²¹⁴U, ²¹⁴Np, ²¹⁴Pu, ²¹⁴Am, ²¹⁴Cm, ²¹⁴Bk, ²¹⁴Cf, ²¹⁴Es, ²¹⁴Fm, ²¹⁴Mn, ²¹⁴Fe, ²¹⁴Co, ²¹⁴Ni, ²¹⁴Cu, ²¹⁴Zn, ²¹⁴Ga, ²¹⁴Ge, ²¹⁴As, ²¹⁴Se, ²¹⁴Br, ²¹⁴Kr, ²¹⁴Rb, ²¹⁴Sr, ²¹⁴Y, ²¹⁴Zr, ²¹⁴Nb, ²¹⁴Mo, ²¹⁴Tc, ²¹⁴Ru, ²¹⁴Rh, ²¹⁴Pd, ²¹⁴Ag, ²¹⁴Cd, ²¹⁴In, ²¹⁴Sn, ²¹⁴Sb, ²¹⁴Te, ²¹⁴I, ²¹⁴Xe, ²¹⁴Ba, ²¹⁴La, ²¹⁴Ce, ²¹⁴Pr, ²¹⁴Nd, ²¹⁴Pm, ²¹⁴Sm, ²¹⁴Eu, ²¹⁴Gd, ²¹⁴Tb, ²¹⁴Dy, ²¹⁴Ho, ²¹⁴Er, ²¹⁴Tm, ²¹⁴Yb, ²¹⁴Lu, ²¹⁴U, ²¹⁴Np, ²¹⁴Pu, ²¹⁴Am, ²¹⁴Cm, ²¹⁴Bk, ²¹⁴Cf, ²¹⁴Es, ²¹⁴Fm, ²¹⁴Mn, ²¹⁴Fe, ²¹⁴Co, ²¹⁴Ni, ²¹⁴Cu, ²¹⁴Zn, ²¹⁴Ga, ²¹⁴Ge, ²¹⁴As, ²¹⁴Se, ²¹⁴Br, ²¹⁴Kr, ²¹⁴Rb, ²¹⁴Sr, ²¹⁴Y, ²¹⁴Zr, ²¹⁴Nb, ²¹⁴Mo, ²¹⁴Tc, ²¹⁴Ru, ²¹⁴Rh, ²¹⁴Pd, ²¹⁴Ag, ²¹⁴Cd, ²¹⁴In, ²¹⁴Sn, ²¹⁴Sb, ²¹⁴Te, ²¹⁴I, ²¹⁴Xe, ²¹⁴Ba, ²¹⁴La, ²¹⁴Ce, ²¹⁴Pr, ²¹⁴Nd, ²¹⁴Pm, ²¹⁴Sm, ²¹⁴Eu, ²¹⁴Gd, ²¹⁴Tb, ²¹⁴Dy, ²¹⁴Ho, ²¹⁴Er, ²¹⁴Tm, ²¹⁴Yb, ²¹⁴Lu, ²¹⁴U, ²¹⁴Np, ²¹⁴Pu, ²¹⁴Am, ²¹⁴Cm, ²¹⁴Bk, ²¹⁴Cf, ²¹⁴Es, ²¹⁴Fm, ²¹⁴Mn, ²¹⁴Fe, ²¹⁴Co, ²¹⁴Ni, ²¹⁴Cu, ²¹⁴Zn, ²¹⁴Ga, ²¹⁴Ge, ²¹⁴As, ²¹⁴Se, ²¹⁴Br, ²¹⁴Kr, ²¹⁴Rb, ²¹⁴Sr, ²¹⁴Y, ²¹⁴Zr, ²¹⁴Nb, ²¹⁴Mo, ²¹⁴Tc, ²¹⁴Ru, ²¹⁴Rh, ²¹⁴Pd, ²¹⁴Ag, ²¹⁴Cd, ²¹⁴In, ²¹⁴Sn, ²¹⁴Sb, ²¹⁴Te, ²¹⁴I, ²¹⁴Xe, ²¹⁴Ba, ²¹⁴La, ²¹⁴Ce, ²¹⁴Pr, ²¹⁴Nd, ²¹⁴Pm, ²¹⁴Sm, ²¹⁴Eu, ²¹⁴Gd, ²¹⁴Tb, ²¹⁴Dy, ²¹⁴Ho, ²¹⁴Er, ²¹⁴Tm, ²¹⁴Yb, ²¹⁴Lu, ²¹⁴U, ²¹⁴Np, ²¹⁴Pu, ²¹⁴Am, ²¹⁴Cm, ²¹⁴Bk, ²¹⁴Cf, ²¹⁴Es, ²¹⁴Fm, ²¹⁴Mn, ²¹⁴Fe, ²¹⁴Co, ²¹⁴Ni, ²¹⁴Cu, ²¹⁴Zn, ²¹⁴Ga, ²¹⁴Ge, ²¹⁴As, ²¹⁴Se, ²¹⁴Br, ²¹⁴Kr, ²¹⁴Rb, ²¹⁴Sr, ²¹⁴Y, ²¹⁴Zr, ²¹⁴Nb, ²¹⁴Mo, ²¹⁴Tc, ²¹⁴Ru, ²¹⁴Rh, ²¹⁴Pd, ²¹⁴Ag, ²¹⁴Cd, ²¹⁴In, ²¹⁴Sn, ²¹⁴Sb, ²¹⁴Te, ²¹⁴I, ²¹⁴Xe, ²¹⁴Ba, ²¹⁴La, ²¹⁴Ce, ²¹⁴Pr, ²¹⁴Nd, ²¹⁴Pm, ²¹⁴Sm, ²¹⁴Eu, ²¹⁴Gd, ²¹⁴Tb, ²¹⁴Dy, ²¹⁴Ho, ²¹⁴Er, ²¹⁴Tm, ²¹⁴Yb, ²¹⁴Lu, ²¹⁴U, ²¹⁴Np, ²¹⁴Pu, ²¹⁴Am, ²¹⁴Cm, ²¹⁴Bk, ²¹⁴Cf, ²¹⁴Es, ²¹⁴Fm, ²¹⁴Mn, ²¹⁴Fe, ²¹⁴Co, ²¹⁴Ni, ²¹⁴Cu, ²¹⁴Zn, ²¹⁴Ga, ²¹⁴Ge, ²¹⁴As, ²¹⁴Se, ²¹⁴Br, ²¹⁴Kr, ²¹⁴Rb, ²¹⁴Sr, ²¹⁴Y, ²¹⁴Zr, ²¹⁴Nb, ²¹⁴Mo, ²¹⁴Tc, ²¹⁴Ru, ²¹⁴Rh, ²¹⁴Pd, ²¹⁴Ag, ²¹⁴Cd, ²¹⁴In, ²¹⁴Sn, ²¹⁴Sb, ²¹⁴Te, ²¹⁴I, ²¹⁴Xe, ²¹⁴Ba, ²¹⁴La, ²¹⁴Ce, ²¹⁴Pr, ²¹⁴Nd, ²¹⁴Pm, ²¹⁴Sm, ²¹⁴Eu, ²¹⁴Gd, ²¹⁴Tb, ²¹⁴Dy, ²¹⁴Ho, ²¹⁴Er, ²¹⁴Tm, ²¹⁴Yb, ²¹⁴Lu, ²¹⁴U, ²¹⁴Np, ²¹⁴Pu, ²¹⁴Am, ²¹⁴Cm, ²¹⁴Bk, ²¹⁴Cf, ²¹⁴Es, ²¹⁴Fm, ²¹⁴Mn, ²¹⁴Fe, ²¹⁴Co, ²¹⁴Ni, ²¹⁴Cu, ²¹⁴Zn, ²¹⁴Ga, ²¹⁴Ge, ²¹⁴As, ²¹⁴Se, ²¹⁴Br, ²¹⁴Kr, ²¹⁴Rb, ²¹⁴Sr, ²¹⁴Y, ²¹⁴Zr, ²¹⁴Nb, ²¹⁴Mo, ²¹⁴Tc, ²¹⁴Ru, ²¹⁴Rh, ²¹⁴Pd, ²¹⁴Ag, ²¹⁴Cd, ²¹⁴In, ²¹⁴Sn, ²¹⁴Sb, ²¹⁴Te, ²¹⁴I, ²¹⁴Xe, ²¹⁴Ba, ²¹⁴La, ²¹⁴Ce, ²¹⁴Pr, ²¹⁴Nd, ²¹⁴Pm, ²¹⁴Sm, ²¹⁴Eu, ²¹⁴Gd, ²¹⁴Tb, ²¹⁴Dy, ²¹⁴Ho, ²¹⁴Er, ²¹⁴Tm, ²¹⁴Yb, ²¹⁴Lu, ²¹⁴U, ²¹⁴Np, ²¹⁴Pu, ²¹⁴Am, ²¹⁴Cm, ²¹⁴Bk, ²¹⁴Cf, ²¹⁴Es, ²¹⁴Fm, ²¹⁴Mn, ²¹⁴Fe, ²¹⁴Co, ²¹⁴Ni, ²¹⁴Cu, ²¹⁴Zn, ²¹⁴Ga, ²¹⁴Ge, ²¹⁴As, ²¹⁴Se, ²¹⁴Br, ²¹⁴Kr, ²¹⁴Rb, ²¹⁴Sr, ²¹⁴Y, ²¹⁴Zr, ²¹⁴Nb, ²¹⁴Mo, ²¹⁴Tc, ²¹⁴Ru, ²¹⁴Rh, ²¹⁴Pd, ²¹⁴Ag, ²¹⁴Cd, ²¹⁴In, ²¹⁴Sn, ²¹⁴Sb, ²¹⁴Te, ²¹⁴I, ²¹⁴Xe, ²¹⁴Ba, ²¹⁴La, ²¹⁴Ce, ²¹⁴Pr, ²¹⁴Nd, ²¹⁴Pm, ²¹⁴Sm, ²¹⁴Eu, ²¹⁴Gd, ²¹⁴Tb, ²¹⁴Dy, ²¹⁴Ho, ²¹⁴Er, ²¹⁴Tm, ²¹⁴Yb, ²¹⁴Lu, ²¹⁴U, ²¹⁴Np, ²¹⁴Pu, ²¹⁴Am, ²¹⁴Cm, ²¹⁴Bk, ²¹⁴Cf, ²¹⁴Es, ²¹⁴Fm, ²¹⁴Mn, ²¹⁴Fe, ²¹⁴Co, ²¹⁴Ni, ²¹⁴Cu, ²¹⁴Zn, ²¹⁴Ga, ²¹⁴Ge, ²¹⁴As, ²¹⁴Se, ²¹⁴Br, ²¹⁴Kr, ²¹⁴Rb, ²¹⁴Sr, ²¹⁴Y, ²¹⁴Zr, ²¹⁴Nb, ²¹⁴Mo, ²¹⁴Tc, ²¹⁴Ru, ²¹⁴Rh, ²¹⁴Pd, ²¹⁴Ag, ²¹⁴Cd, ²¹⁴In, ²¹⁴Sn, ²¹⁴Sb, ²¹⁴Te, ²¹⁴I, ²¹⁴Xe, ²¹⁴Ba, ²¹⁴La, ²¹⁴Ce, ²¹⁴Pr, ²¹⁴Nd, ²¹⁴Pm, ²¹⁴Sm, ²¹⁴Eu, ²¹⁴Gd, ²¹⁴Tb, ²¹⁴Dy, ²¹⁴Ho, ²¹⁴Er, ²¹⁴Tm, ²¹⁴Yb, ²¹⁴Lu, ²¹⁴U, ²¹⁴Np, ²¹⁴Pu, ²¹⁴Am, ²¹⁴Cm, ²¹⁴Bk, ²¹⁴Cf, ²¹⁴Es, ²¹⁴Fm, ²¹⁴Mn, ²¹⁴Fe, ²¹⁴Co, ²¹⁴Ni, ²¹⁴Cu, ²¹⁴Zn, ²¹⁴Ga, ²¹⁴Ge, ²¹⁴As, ²¹⁴Se, ²¹⁴Br, ²¹⁴Kr, ²¹⁴Rb, ²¹⁴Sr, ²¹⁴Y, ²¹⁴Zr, ²¹⁴Nb, ²¹⁴Mo, ²¹⁴Tc, ²¹⁴Ru, ²¹⁴Rh, ²¹⁴Pd, ²¹⁴Ag, ²¹⁴Cd, ²¹⁴In, ²¹⁴Sn, ²¹⁴Sb, ²¹⁴Te, ²¹⁴I, ²¹⁴Xe, ²¹⁴Ba, ²¹⁴La, ²¹⁴Ce, ²¹⁴Pr, ²¹⁴Nd, ²¹⁴Pm, ²¹⁴Sm, ²¹⁴Eu, ²¹⁴Gd, ²¹⁴Tb, ²¹⁴Dy, ²¹⁴Ho, ²¹⁴Er, ²¹⁴Tm, ²¹⁴Yb, ²¹⁴Lu, ²¹⁴U, ²¹⁴Np, ²¹⁴Pu, ²¹⁴Am, ²¹⁴Cm, ²¹⁴Bk, ²¹⁴Cf, ²¹⁴Es, ²¹⁴Fm, ²¹⁴Mn, ²¹⁴Fe, ²¹⁴Co, ²¹⁴Ni, ²¹⁴Cu, ²¹⁴Zn, ²¹⁴Ga, ²¹⁴Ge, ²¹⁴As, ²¹⁴Se, ²¹⁴Br, ²¹⁴Kr, ²¹⁴Rb, ²¹⁴Sr,

Orgánicos		
Tensoactivos ABS (MBAS)	mg/l	0,0
Fenoles	mg/l	0,0
Sustancias Orgánicas		
		Límite máximo µg/l
Alcanos Clorinados		
- tetracloruro de carbono		2
- diclorometano		20
- 1,2dicloroetano		30
- 1,1,1-tricloroetano		2000
Etanos Clorinados		
- cloruro de vinilo		5
- 1,1dicloroetano		30
- 1,2dicloroetano		50
- tricloroetano		70
- tetracloroetano		40
Hidrocarburos Aromáticos		
- benceno		10
- tolueno		170
- xileno		500
- etilbenceno		200
- estireno		20
Hidrocarburos totales de petróleo (HTP)		0,3
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)		
- benzo [a]pireno		0,01
- benzo [a]fluoranteno		0,03
- benzo [k]fluoranteno		0,03
- benzo [ghi]pirileno		0,03
- Indeno [1,2,3-cd]pireno		0,03
Bencenos Clorinados		
- monoclorobenceno		300
- 1,2-diclorobenceno		1000
- 1,4-diclorobenceno		300
- triclorobencenos (total)		20
di(2-etilhexil) adipato		80
di(2-etilhexil) ftalato		8
acrylamida		0,5
epiclorohidrin		0,4
hexaclorobutadieno		0,6
Ácido etilendiaminatetraacético EDTA		200
ácido nitrotriacético		200
óxido tributilín		2

(Continúa)

Pesticidas	
	Límite máximo µg/l
Isoproturon	9
Lindano	2
Ácido 4-cloro-2-metilfenoxiacético MCPA	2
Metoxyclo	10
Molinate	6
Pendimetalin	20
Pentaclorofenol	9
Permetrin	20
Propanil	20
Piridato	100
Simazina	2
Trifluralin	20
Herbicidas Clorofenoxi, diferentes a 2,4-D y MCPA 2,4-DB	90
Dicloroprop	100
Fenoprop	9
Ácido 4-cloro-2-metilfenoxibutírico MCPB	2
Mecoprop	10
2,4,5-T	9
Residuos de desinfectantes	
	Límite máximo µg/l
Monocloramina, di- y tricloramina	3
Cloro	5
Subproductos de desinfección	
	Límite máximo µg/l
Bromato	25
Clorito	200
Clorofenoles	
- 2,4,6-triclorofenol	200
Formaldehído	900
Trihalometanos	
- bromoformo	100
- diclorometano	100
- bromodichlorometano	60
- cloroformo	200
Ácidos acéticos clorinados	
- ácido dicloroacético	50
- ácido tricloroacético	100
Hidrato clorado	
- tricloroacetaldehído	10
Acetonitrilos halogenados	
- dicloroacetonitrilo	90
- dibromoacetonitrilo	100
- tricloroacetonitrilo	1
Cianógeno clorado (como CN)	70

5.1.2 El agua potable debe cumplir con los siguientes requisitos Microbiológicos.

(Continúa)

Requisitos Microbiológicos

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

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

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

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

6.1.1 El muestreo para el análisis bacteriológico, físico, químico debe realizarse de acuerdo a los Métodos Normalizados 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 Normalizados 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 Normalizados para el agua potable y residual (Standard Methods) especificados en su última edición.

(Continúa)



Quito – Ecuador

**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN 1108
Quinta revisión
2014-01

AGUA POTABLE. REQUISITOS

DRINKING WATER. REQUIREMENTS

Correspondencia:

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

DESCRIPTORES: Protección ambiental y sanitaria, seguridad, calidad del agua, agua potable, requisitos.
ICS: 13.060.20

10 Páginas

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.

TABLA 2. Sustancias orgánicas

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

TABLA 3. Plaguicidas

	UNIDAD	Limite máximo permitido
Atrazina y sus metabolitos cloro-s-triazina	mg/l	0,1
Isoproturón	mg/l	0,009
Lindano	mg/l	0,002
Pendimetalina	mg/l	0,02
Pentaclorofenol	mg/l	0,009
Dicloroprop	mg/l	0,1
Alacloro	mg/l	0,02
Aldicarb	mg/l	0,01
Aldrin y Dieldrin	mg/l	0,00003
Carbofuran	mg/l	0,007
Clorpirifós	mg/l	0,03
DDT y metabolitos	mg/l	0,001
1,2-Dibromo-3-cloropropano	mg/l	0,001
1,3-Dicloropropeno	mg/l	0,02
Dimetoato	mg/l	0,006
Endrin	mg/l	0,0006
Terbutilazina	mg/l	0,007
Ciordano	mg/l	0,0002
Hidroxiatrazina	mg/l	0,2

TABLA 4. Residuos de desinfectantes

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

TABLA 5. Subproductos de desinfección

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

TABLA 6. Cianotoxinas

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

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

TABLA 7. Requisitos Microbiológicos

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

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

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

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

7. MÉTODOS DE ENSAYO

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

APÉNDICE Y
(Informativo)

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

Tabla Y.1

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

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



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2176:2013

Primera revisión

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
CDU: 614.777:620.113
CIU: 4 100
ICS: 13.060.01

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO	NTE INEN 2176:2013 Primera revisión 2013-06
<p>1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece guías sobre las técnicas de muestreo usadas para obtener los datos necesarios en los análisis de control de calidad, de las aguas naturales, aguas contaminadas y aguas residuales para su caracterización.</p> <p>2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a las técnicas de muestreo generales.</p> <p>2.2 No se aplica a los procedimientos para situaciones especiales de muestreo.</p> <p>3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para el propósito de esta norma, se aplican las siguientes definiciones:</p> <p>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.</p> <p>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).</p> <p>3.1.3 Equipo de muestreo: Es el equipo usado para obtener una muestra de agua, para el análisis de varias características predefinidas.</p> <p>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.</p> <p>4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 Tipos de muestra. Son necesarios para indicar la calidad del agua, todos 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.</p> <p>4.1.1 Ciertos parámetros, como las concentraciones de gases disueltos deben medirse "in situ", para obtener resultados exactos. Se debe tener en cuenta que los procesos para conservar la muestra se realizará en los casos específicos (ver NTE INEN 2169).</p> <p>4.1.2 Se recomienda separar las muestras que van a ser usadas en los análisis químicos, microbiológicos y biológicos, debido a que el proceso y el equipo para la recolección y manejo de las muestras es diferente.</p> <p>4.1.3 Las técnicas de muestreo varían de acuerdo a situaciones específicas. Los diferentes tipos de muestreo son descritos en el capítulo 5.</p> <p>4.1.4 Es necesario diferenciar el muestreo para agua estancada y el muestreo para agua corriente.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Agua, calidad, muestreo, equipo de muestreo, condiciones generales</p>		

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

4.2 Muestras puntuales

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

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

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

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

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

4.3 Muestras periódicas

4.3.1 Muestras periódicas tomadas a intervalos de tiempo fijos (dependientes del tiempo), estas muestras se toman usando un mecanismo cronometrado para iniciar y finalizar la recolección del agua durante un intervalo de tiempo específico. Un procedimiento común es bombear la muestra dentro de uno o más recipientes durante un periodo 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 periodo de muestreo, pero en muchos casos no proporciona información de la variación de la concentración de parámetros específicos durante el periodo 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 contaminantes varíen significativamente.

4.5 Muestras en serie

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

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

4.6 Muestras compuestas

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

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

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

4.7 Muestras de grandes volúmenes

4.7.1 Algunos métodos de análisis para ciertas determinaciones requieren del muestreo de grandes volúmenes, desde 50 litros a varios m³. 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. Cuando se va a muestras de aguas turbias que contengan sólidos suspendidos que pueden saturar rápidamente los cartuchos filtrantes, se necesita disponer de un arreglo de filtros en serie para que al final la muestra llegue con un contenido bajo de material sólido y se haya retenido efectivamente las sustancias deseadas.

4.8 Tipos de muestreo

4.8.1 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.

4.9 Prevención de la contaminación

4.9.1 Prevenir la contaminación de las muestras es esencial para realizar controles apropiados.

4.9.2 Fuentes de contaminación. Las potenciales fuentes de contaminación incluyen las siguientes:

4.9.2.1 Residuos de otras muestras en los contenedores, frascos, espátulas y otros equipos de muestreo.

4.9.2.2 Contaminación del sitio de muestreo durante el mismo.

4.9.2.3 Aguas residuales sobre y dentro de cuerdas, cadenas y manijas extensibles.

(Continúa)

4.9.2.4 Contaminación de matraces con muestras conservadas por periodos largos de tiempo.

4.9.2.5 Contaminación de tapas o coberturas con polvo o agua.

4.9.2.6 Contaminación de manos, dedos y guantes.

4.9.2.7 Uso de instrumentos, botellas y medios filtrantes inadecuados.

4.9.2.8 Uso de reactivos degradados.

4.9.3 Control de la contaminación. El control y la identificación de la contaminación pueden ser alcanzados tomando las siguientes acciones:

4.9.3.1 Adoptar una ideología de maximizar el grado de aislamiento de la botella de cualquier fuente de contaminación.

4.9.3.2 Tomar medidas para evitar perturbaciones durante el muestreo.

4.9.3.3 Enjuagar el equipo antes de conservar una muestra.

4.9.3.4 Guardar las tapas y coberturas protegidas de contaminación.

4.9.3.5 Escurrir y secar las cuerdas, cadenas y manijas extensibles entre muestras y antes de guardarlas.

4.9.3.6 Evitar tocar la muestra directamente con los dedos, manos o guantes. Es importante en la toma de muestras para análisis microbiológicos que no haya contacto con el interior de la botella o tapas.

5. INSPECCIÓN

5.1 Muestreo

5.1.1 Características del equipo de muestreo

5.1.1.1 Se debe consultar la NTE INEN 2169 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 equipo para toma de muestra o en los recipientes, la contaminación anterior al muestreo causada por un inadecuado lavado del equipo para toma de muestra o de los recipientes y la contaminación de la muestra por el material del que está hecho el equipo para toma de muestra o el recipiente.

- a) 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.
- b) 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.
- c) 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 radionucleidos. 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.

(Continúa)

d) 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):

- d.1) 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 plastificado, y de las envolturas de neopreno).
- d.2) Facilidad para limpiar y tratar las paredes de los recipientes, a fin de reducir la superficie de contaminación por trazas de metales pesados o radionuclidos.
- d.3) 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.4) 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).

5.1.1.2 Líneas de muestreo

a) 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.

5.1.2 Tipos de recipiente para muestras

5.1.2.1 Recipientes normales

a) Son adecuadas las botellas de polietileno y las de vidrio de borosilicato 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.

5.1.2.2 Recipientes especiales

a) A las consideraciones ya mencionadas se suma el almacenamiento de muestras que contienen materiales foto sensibles, 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.

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)

5.1.2.3 Recipientes para el análisis de contaminantes orgánicos, en trazas

a) 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).

5.1.2.4 Recipientes para el análisis microbiológico

a) 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.

b) 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.

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

5.1.3.1 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 5.1.7.

a) Las personas que realizan el muestreo deben:

- a.1) Reducir el tiempo de contacto entre la muestra y la persona.
- a.2) Usar materiales que no permitan la contaminación en la muestra;
- a.3) 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 (todas las personas que realizan el muestreo deben ser chequeados para asegurar que no introduzcan errores);
- a.4) 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).

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

a) 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.

b) 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).

c) Tenazas o dragas para muestrear sedimentos, los sedimentos se muestrean por medio de tenazas o dragas diseñadas para penetrar el sustrato 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 sustrato, 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.1) La profundidad de penetración en el sustrato;
- a.2) El ángulo de la mordaza de la cerradura;
- a.3) La eficiencia de la cerradura (posibilidad de evitar la obstrucción por objetos);
- a.4) La creación de una onda de "choque" y la pérdida resultante o el lavado de los constituyentes u organismos de la interfase agua-fodo;
- a.5) La estabilidad de las muestras en corrientes de movimiento rápido.

d) 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.

e) Equipo para toma de muestra de 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.

5.1.3.3 Equipo de muestreo automático

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

b) Dos tipos de equipos para toma de muestra automáticos están disponibles: tiempo dependientes y volumen dependientes; los equipos para toma de muestra tiempo dependientes recolectan muestras individuales, compuestas o continuas pero ignoran las variaciones del flujo; en cambio los equipos de volumen dependientes también recogen ese tipo de muestra pero tomando en cuenta las variaciones del flujo. La selección del tipo de equipo para toma de muestra depende del propósito del estudio.

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

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

e) En condiciones de congelamiento, es importante asegurar la eficiencia del trabajo del mecanismo de toma de muestra y del equipo asociado.

5.1.4 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.

(Continúa)

5.1.4.1 Plancton

- a) **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. Se requiere de un mecanismo para abrir la botella a la profundidad de muestreo deseada y para poder cerrarla inmediatamente. No se recomienda, para los análisis cuantitativos, recolectar la muestra usando redes.
- b) **Zooplancton**, para este grupo de análisis se recomiendan muestras grandes, de hasta 10 litros. Para la botella operada con mensajero se recomienda una red de nylon medidora de plancton. Se usan diferentes tamaños de redes dependiendo de las especies a ser estudiadas.

5.1.4.2 Fauna y flora de profundidad

- a) **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.1) 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.
 - a.2) 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.
- b) **Macrofitos**
- b.1) 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.2) 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.
- c) **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 limitado. El tipo específico de equipo de muestreo a usarse dependerá de muchos parámetros: profundidad del agua, velocidad de la corriente, propiedades físicas y químicas del sustrato, etc.

5.1.4.3 Peces

- a) 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.
- b) 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.

5.1.5 Equipo de muestreo para análisis microbiológico

5.1.5.1 Para la mayoría de muestras, son adecuadas las botellas de vidrio o de plástico esterilizado (ver 5.1.2.4). 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 equipos de muestreo descritos en 5.1.3.2.b.

5.1.5.2 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.

5.1.6 Equipo y técnicas de muestreo para análisis de radioactividad

5.1.6.1 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.

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

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

5.1.7.1 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 equipo de muestreo.

5.1.7.2 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.

5.1.7.3 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.

5.1.7.4 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.

6. ROTULADO

6.1 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.

6.2 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.

6.3 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;
- e) hora de la recolección;

- f) nombre del recolector;
- g) condiciones atmosféricas;
- h) naturaleza del pretratamiento;
- i) conservante 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 equipos de muestreo 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)

ANEXO C. FOTOGRAFÍAS

TOMA DE MUESTRAS EN LAS VERTIENTES



TOMA DE MUESTRAS EN LOS TANQUES





TOMA DE MUESTRAS EN LOS DOMICILIOS



ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICOS



DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EN EL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS



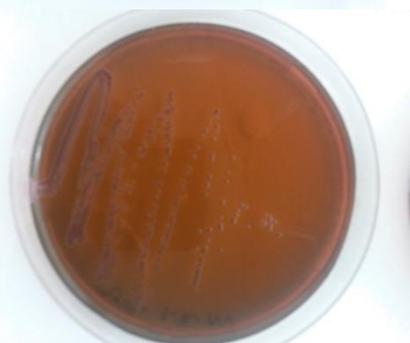
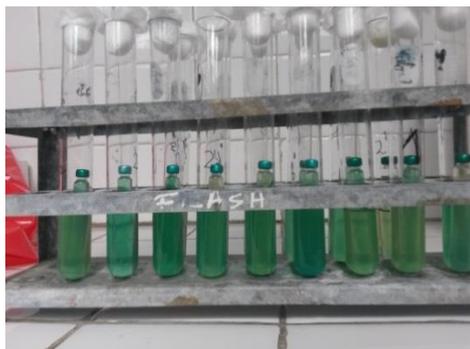
**DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS
FÍSICO-QUÍMICOS EN EL
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE
AGUAS**

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS



**DETERMINACIÓN MICROBIOLÓGICA
EN EL LABORATORIO DE ANÁLISIS
BIOQUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS**





**DETERMINACIÓN MICROBIOLÓGICA
EN EL LABORATORIO DE ANÁLISIS
BIOQUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS**

