



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

**EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL
AGUA DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE DE
LA PARROQUIA QUISAPINCHA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA
TUNGURAHUA**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:

BIOQUIMICA FARMACÉUTICA

AUTORA: ORTIZ SILVA JESSICA POLETH

TUTOR: BQ.F. VICTOR GUANGASIG

RIOBAMBA-ECUADOR

2016

@2016, Jessica Poleth Ortiz Silva

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

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El tribunal de Tesis certifica que El trabajo de investigación: EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA QUISAPINCHA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA, de responsabilidad de la señorita Jessica Poleth Ortiz Silva, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

BQ. F. Víctor Guangasig

DIRECTOR DE TESIS

.....

.....

Dr. Félix Andueza

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

.....

Dr. Gerardo Medina

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

.....

DOCUMENTALISTA

.....

.....

SISBIB ESPOCH

Yo, Jessica Poleth Ortiz Silva, 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 autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación

Riobamba, 13 de enero del 2016

JESSICA POLETH ORTIZ SILVA

C.I. 180498191-6

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios por haberme dado la vida, llenarme de bendiciones día a día y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres, porque son mi base, mi fortaleza y mi motivación para lograr cada una de mis metas y a la vez seguir soñando en muchas más.

A mi hermano y demás familiares que con su cariño han compartido momentos de felicidad y me han contagiado de su fortaleza en momentos difíciles ya que todos constituyen un motor importante en mi vida, gracias por brindarme su cariño, amistad, consejos, y paciencia.

Jessica Poleth Ortiz Silva

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios porque me ha dado la fuerza y fe para luchar día a día.

A mis padres por el inmenso amor, comprensión, y apoyo a lo largo de toda mi vida porque con cada palabra me dan el impulso para seguir adelante.

A la ESPOCH y a la Escuela de Bioquímica y Farmacia que han sido y serán mi templo del conocimiento y a las que siempre defenderé entregándome enteramente a mi profesión.

A mis maestros que a más de impartirnos conocimiento nos inculcaron valores y ejemplos de superación.

Un agradecimiento sincero a la Junta Administradora de Agua Potable de Quisapincha en especial al señor Rolando Ortiz que me permitió poder llevar a cabo en dicha institución mi trabajo de investigación.

Jessica Poleth Ortiz Silva

TABLA DE CONTENIDOS

	Pags
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMARY.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
CAPÍTULO I	3
1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	3
1.1 Marco Filosófico o epistemológico de la investigación.....	3
1.2 Antecedentes de la investigación	4
1.3 Bases teóricas.....	5
1.3.1 Agua.....	5
1.3.2 Agua subterránea.....	6
1.3.3 Calidad del agua.....	6
1.3.4 Factores de contaminación del agua.....	6
<i>1.3.4.1 Microorganismos patógenos</i>	<i>7</i>
<i>1.3.4.2 Desechos orgánicos</i>	<i>7</i>
<i>1.3.4.3 Sustancias químicas inorgánicas</i>	<i>7</i>
<i>1.3.4.4 Nutrientes vegetales inorgánicos</i>	<i>8</i>
<i>1.3.4.5 Compuestos orgánicos</i>	<i>8</i>
<i>1.3.4.6 Sedimentos y materiales suspendidos</i>	<i>8</i>
<i>1.3.4.7 Contaminación térmica</i>	<i>8</i>
1.3.5 Sistema de potabilización del agua	8
<i>1.3.5.1 Captación</i>	<i>8</i>
<i>1.3.5.2 Aireación</i>	<i>9</i>
<i>1.3.5.3 Adsorción</i>	<i>9</i>
<i>1.3.5.4 Coagulación</i>	<i>9</i>
<i>1.3.5.5 Floculación</i>	<i>10</i>
<i>1.3.5.6 Sedimentación</i>	<i>10</i>

	Pags
<i>1.3.5.7 Filtración</i>	11
<i>1.3.5.8 Desinfección</i>	12
<i>1.3.5.9 Almacenamiento</i>	13
1.3.6 Análisis físicos del agua.....	13
<i>1.3.6.1 pH</i>	13
<i>1.3.6.2 Temperatura</i>	13
<i>1.3.6.3 Color</i>	14
<i>1.3.6.4 Olor y Sabor</i>	14
<i>1.3.6.5 Turbiedad</i>	14
<i>1.3.6.6 Conductividad</i>	15
<i>1.3.6.7 Sólido totales disueltos</i>	15
1.3.7 Análisis químico del agua.....	15
<i>1.3.7.1 Cloro libre residual</i>	15
<i>1.3.7.2 Dureza</i>	16
<i>1.3.7.3 Hierro total</i>	16
<i>1.3.7.4 Nitratos</i>	17
<i>1.3.7.5 Nitritos</i>	18
<i>1.3.7.6 Sulfatos</i>	18
<i>1.3.7.7 Fosfatos</i>	19
<i>1.3.7.8 Manganeso</i>	20
<i>1.3.7.9 Flúor</i>	20
<i>1.3.7.10 Amoníaco</i>	21
1.3.8 Análisis microbiológico del agua.....	222
<i>1.3.8.1 Coliformes totales</i>	22
<i>1.3.8.2 Coliformes fecales</i>	22
1.3.9 Enfermedades relacionadas con la calidad y abastecimiento del agua.....	22
<i>1.3.9.1 Diarrea</i>	23
<i>1.3.9.2 Paludismo</i>	23
<i>1.3.9.3 Esquistosomiasis</i>	24
<i>1.3.9.4 Helmintiasis intestinales</i>	24

	Pags
CAPÍTULO II	25
2 MARCO METODOLÓGICO	25
2.1 Población de estudio y localización de los puntos de muestreo.....	25
2.2 Flujograma de trabajo	26
2.3 Identificación y codificación.....	28
2.3.1 Técnica de muestreo.....	29
2.4 Análisis de muestras.....	30
2.4.1 Análisis físico.....	31
2.4.2 Análisis químico	32
2.4.3 Análisis microbiológico	38
CAPÍTULO III	40
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
3.1 Análisis, interpretación y discusión de resultados	40
3.1.1 Análisis físico del agua	40
3.1.2 Análisis químico del agua	50
3.1.3 Análisis microbiológico del agua.....	666
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	70

ÍNDICE DE TABLAS

		Pags
Tabla 1-1	Patógenos y enfermedades de origen hídrico.....	24
Tabla 2-2	Cronograma de Muestreo para Análisis Físico-Químico y Microbiológico.....	28
Tabla 3-3	Datos estadísticos a partir de valores de pH.....	40
Tabla 4-3	Datos estadísticos a partir de valores de color.....	42
Tabla 5-3	Datos estadísticos a partir de valores de turbiedad.....	44
Tabla 6-3	Datos estadísticos a partir de valores de temperatura.....	45
Tabla 7-3	Datos estadísticos a partir de valores de sólidos totales disueltos.....	47
Tabla 8-3	Datos estadísticos a partir de valores de conductividad.....	48
Tabla 9-3	Datos estadísticos a partir de valores de cloro libre residual.....	50
Tabla 10-3	Datos estadísticos a partir de valores de dureza.....	52
Tabla 11-3	Datos estadísticos a partir de valores de hierro total.....	53
Tabla 12-3	Datos estadísticos a partir de valores de nitratos.....	55
Tabla 13-3	Datos estadísticos a partir de valores de nitritos.....	57
Tabla 14-3	Datos estadísticos a partir de valores de sulfatos.....	58
Tabla 15-3	Datos estadísticos a partir de valores de fosfatos.....	60
Tabla 16-3	Datos estadísticos a partir de valores de manganeso.....	61
Tabla 17-3	Datos estadísticos a partir de valores de flúor.....	63
Tabla 18-3	Datos estadísticos a partir de valores de amoníaco.....	64
Tabla 19-3	Datos estadísticos a partir del conteo de coliformes totales y fecales....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

	..Pags
Figura 1-2	Diagrama de flujo del procedimiento de análisis..... 27
Figura 2-3	Dispersión lineal del parámetro pH..... 41
Figura 3-3	Dispersión lineal del parámetro color..... 42
Figura 4-3	Dispersión lineal del parámetro turbiedad..... 44
Figura 5-3	Dispersión lineal del parámetro temperatura..... 46
Figura 6-3	Dispersión lineal del parámetro solidos totales disueltos..... 47
Figura 7-3	Dispersión lineal del parámetro conductividad..... 49
Figura 8-3	Dispersión lineal del parámetro cloro libre residual..... 51
Figura 9-3	Dispersión lineal del parámetro dureza..... 52
Figura 10-3	Dispersión lineal del parámetro hierro total..... 54
Figura 11-3	Dispersión lineal del parámetro nitratos..... 56
Figura 12-3	Dispersión lineal del parámetro nitritos..... 57
Figura 13-3	Dispersión lineal del parámetro sulfatos..... 59
Figura 14-3	Dispersión lineal del parámetro fosfatos..... 60
Figura 15-3	Dispersión lineal del parámetro manganeso..... 62
Figura 16-3	Dispersión lineal del parámetro flúor..... 63
Figura 17-3	Dispersión lineal del parámetro amoníaco..... 65
Figura 18-3	Dispersión lineal a partir del conteo de coliformes totales y fecales..... 67

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A	Tabla 20-3: Resultados de los parámetros físicos de las muestras analizadas
Anexo B	Tabla 21-3: Resultados de los parámetros químicos de las muestras analizadas
Anexo C	Tabla 22-3: Resultados del conteo microbiológico de las muestras analizadas
Anexo D	Reporte del análisis físico-químico del agua de la JAPAQ, realizado el 04/11/2015.
Anexo E	Reporte del análisis físico-químico del agua de la JAPAQ, realizado el 18/11/2015
Anexo F	Reporte del análisis físico-químico del agua de la JAPAQ, realizado el 02/12/2015
Anexo G	NTE INEN 1108 Quinta revisión 2014-01. Agua Potable. Requisitos
Anexo H	NTE INEN 2176:1998 Agua. Calidad del Agua. Muestreo. Técnica de Muestreo
Anexo I	NTE INEN 2169:98 Agua. Calidad del Agua. Muestreo. Manejo y Conservación de Muestras
Anexo J	NTE INEN 1105:1983 Agua. Muestreo para Examen Microbiológico
Anexo K	Fotografías

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad física, química y microbiológica del agua de consumo humano proporcionado por la Junta Administradora de Agua Potable de la parroquia Quisapincha (JAPAQ), cantón Ambato, provincia Tungurahua; antes y después del tratamiento convencional, para poder catalogarla en función de su grado de inocuidad y aptitud para el consumo humano. Durante el período Noviembre-Diciembre del 2015 se establecieron nueve puntos de muestreos, donde la recolección se efectuó por triplicado (cada quince días), los mismos que correspondieron a la vertiente- Cerro Casahuala, tanque de captación- Chuzalongo, tanque previo al ingreso a los filtros de arena- Colacucho, tanque salida de los filtros de arena- Colacucho, tanque salida de los filtros de carbón- Pie de Pucará, tanque de almacenamiento – Pie de Pucará, redes de distribución domiciliar norte, centro y sur de la JAPAQ. Los procedimientos se llevaron a cabo siguiendo parámetros descritos por la normativa NTE INEN 1108:2014, para muestreos, control de calidad del agua, muestreo para examen microbiológico y conservación de muestras. Se determinaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos (pH, color, olor, turbiedad, temperatura, sólidos totales disueltos, conductividad, cloro libre residual, dureza, hierro total, nitratos, nitritos, sulfatos, fosfatos, manganeso, flúor amoníaco, coliformes totales y fecales) según la normativa; a un total de 27 muestras para los análisis físico-químicos y 54 muestras para el análisis microbiológico. Se demostró que el agua de consumo humano proporcionado por la JAPAQ no cumple con los límites permitidos por la normativa en los parámetros de calidad físico-químico antes y después del tratamiento convencional, mientras que, en lo relacionado a los parámetros microbiológicos antes del tratamiento tampoco cumplía con tal requerimiento. Después del tratamiento convencional que se le realiza al agua todas las muestras cumplieron con lo exigido por la norma en cuanto al parámetro microbiológico, sin embargo los parámetros físico-químicos como color, hierro total y fosfatos no se encuentran dentro del límite que exige la norma. Concluyendo de esta forma que el agua proporcionada por la JAPAQ no es totalmente inocua.

Palabras claves: <JAPAQ> <NTE INEN 1108:2014> <CALIDAD DEL AGUA> <MÉTODO HACH> <MÉTODO PETRIFILM TM> <MICROBIOLOGÍA DEL AGUA> <CONTAMINACIÓN DEL AGUA> <ENFERMEDAD Y SALUD>

SUMMARY

This research work aims to assess the physical, chemical, microbiological quality of potable water given by Junta Administradora de Agua Potable de Quisapincha (JAPAQ), in the city of Ambato, in the province of Tungurahua, before and after conventional treatment in order to determinate the safety and condition level for human consume. Nine sampling points were established in the period November-December 2015 where date collection was done in triplicate (every 15 days) which are part of the waterfall-Cerro Casahuala, water collection tank-Chuzalongo, tank previous sand entering filter-Colacucho, output tank of carbon filter- Pie de Pucará, storage tank- Pie de Pucará, north, south and central domiciliary distribution networks of JAPAQ. Procedure was carried out taking into account the parameters given by norm NTE INEN 1108:2014 for sampling, water quality control, sampling for microbiological exam and sample conservation. Physical, chemical, and microbiological parameters were determined (pH, color, smell, turbidity, temperature, total dissolved solids, conductivity, free residual chlorine, hardness, total iron, nitrates, nitrites, sulphate, phosphate, manganese, flour, ammonium, fecal and total coliforms) according to norm; including 27 samples for physical chemical analysis and 54 ones for microbiological analysis. It was determined that water given by JAPAQ does not fulfill the limits allowed by norms related to physical-chemical quality before and after conventional treatment; in the other hand the microbiological parameters were not achieved either before treatment. After conventional treatment all samples fulfilled microbiological parameters, however, physical-chemical parameters such as: color, total iron, and phosphates are not under the norm. it was concluded that water given by JAPAQ is not safety.

Key words: <JAPAQ> <NTE INEN 1108:2014> <WATER QUALITY> <HACH METHOD>
<PETRIFILM METHOD> <MICROBIOLOGY OF WATER> <CONTAMINATION OF WATER>
<SICKNESS AND HELTH>

INTRODUCCIÓN

El agua a más de ser una sustancia indispensable para la vida, debido a sus múltiples propiedades es empleada para varias actividades cotidianas como la agricultura, la industria, el uso doméstico, entre otras, por lo que la convierte en el recurso más apreciable en el planeta Tierra. Es entonces ahí de donde se plantea la importancia de conservar y mantener la calidad de la misma a partir del cuidado de las fuentes naturales y de todo el sistema que conduce la misma hasta que llega a los domicilios de los consumidores, además que así se garantiza la sostenibilidad del agua y la salud de los pobladores.

La contaminación que produce el hombre por lo general se centra en zonas concretas, un ejemplo real de ello es el uso indiscriminado de pesticidas, fertilizantes y restos orgánicos de animales y plantas que contaminan notablemente el agua que posteriormente servirá para el consumo humano. Por esta razón la presente investigación se centró en la evaluación de los índices de calidad de toda la red de agua potable de la parroquia de Quisapincha, debido a la problemática actual de la contaminación de los recursos hídricos en nuestro país, y en especial en nuestra parroquia. La evaluación se realizó desde las vertientes hasta que llega a los hogares de los consumidores, en tres muestreos tomando en cuenta tiempos específicos y representativos para la obtención de resultados confiables.

Entre los parámetros físicos se analizó: pH, color, olor, turbiedad, temperatura, sólidos totales disueltos y conductividad. Los parámetros químicos analizados: cloro, carbonato de calcio, hierro, nitritos, nitratos, sulfatos, fosfatos, magnesio, flúor y amoníaco. Parámetros microbiológicos analizados como: coliformes totales y fecales. Todos estos parámetros de calidad estudiados bajo las exigencias de la normativa INEN 1108-2014, la misma que permitió evidenciar si el agua que se consume en la parroquia de Quisapincha cumple o no con los requerimientos y en caso de no cumplir se buscó las principales fuentes de contaminación y su posible control.

Mediante esta intervención se podrá tener una idea de la calidad del agua, y lograr así conocer si el agua que consumen los pobladores de dicha parroquia no producirá posibles enfermedades, pues como bien se conoce existe gran cantidad de agentes patógenos que no mueren ni desaparecen aun después de que el agua es expuesta a un proceso de purificación.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general

Evaluar físico-química y microbiológicamente el agua de la Junta Administradora de Agua Potable de la Parroquia Quisapincha, Cantón Ambato, Provincia Tungurahua.

Objetivos específicos

- Determinar los parámetros Físico-Químicos y Microbiológicos en muestras de agua tomadas en puntos estratégicos de la red de la Junta Administradora de agua potable de la Parroquia Quisapincha.
- Verificar si los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua están dentro de lo establecido en la normativa INEN 1108-2014.
- Determinar los factores que influyen en la calidad del agua potable de la Junta Administradora de la Parroquia Quisapincha.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1 Marco Filosófico o epistemológico de la investigación

Siendo el agua un líquido de vital importancia para todos los seres vivos, y además de constituirse un ingrediente fundamental para el desarrollo económico, social, político y ambiental de los pueblos, se presenta el estudio de la calidad microbiológica y físico-química del agua de la Junta Administradora de la parroquia de Quisapincha, perteneciente al cantón Ambato provincia de Tungurahua.

Como el agua juega un papel crucial en la salud de los que la consumimos, resulta necesario analizar la calidad actual que esta tiene, es decir comprobar si es inocua o si no lo es poder buscar oportunidades de mejora. Para lo cual se utilizará la norma NTE INEN 1108:2014 enfocándose principalmente en el análisis microbiológico y físico-químico, la información que se obtenga permitirá saber si el agua representa o no un foco de infecciones para los pobladores de la parroquia de Quisapincha que somos los que la consumimos.

Previo a la iniciación de este estudio se realizó una encuesta a una muestra de los pobladores de dicha localidad para conocer su opinión acerca de la calidad del agua, mediante los resultados obtenidos se pudo constatar que la mayoría de los consumidores del líquido vital no estaban de acuerdo con la calidad de la misma, pues que ellos destacaban que en ocasiones el consumo de dicha agua les ocasionó ciertos problemas en su salud, el agua no era totalmente transparente, y presentaba ciertas impurezas, razón por la cual también la mayor parte de las personas encuestadas compraban agua purificada para su consumo.

Por razones como estas se considera que es de suma importancia realizar un control de la calidad del agua para que a través de ello se pueda evidenciar que la misma cumpla con los parámetros que establece la normativa INEN 1108 -2014 y en caso de no cumplirla tratar de buscar la fuente de contaminación directa y su posible solución.

1.2 Antecedentes de la investigación

En un estudio microbiológico y físico- químico realizado en la planta de potabilización del cantón Santa Isabel- Cuenca 2012, se evidencio que el agua de dicha localidad no cumple con todos los parámetros establecidos por la normativa INEN 1108-2006 que es en la que hacen referencia, pues que en los resultados obtenidos en la muestras tomadas tanto de agua cruda, agua potabilizada y agua de los inmuebles se puede evidenciar la presencia de agentes patógenos como son las coliformes fecales, que se asume que proceden de la contaminación que produce el ganado puesto que la zona de captación del agua es usada también para pastoreo de animales. Mientras que los parámetros físicos - químicos presentan un nivel inferior a los óptimos esto ocurre por ejemplo con el cloro libre residual que se puede deber a una falta de cloración debido a una deficiente operación por parte del personal que labora en la planta de tratamiento, otro parámetro que no se cumple es el del color puesto que este líquido no cumple con la coloración que debería tener según la normativa y esta problemática se la atribuya a que las redes de distribución ya están terminando su vida útil. Por lo manifestado anteriormente se puede concluir que la calidad de agua de esta localidad no cumple con lo establecido en la normativa principalmente los parámetros físicos como son: color y turbidez, que deben ser corregidos. (Tacuri, et al., 2012, file:///C:/Users/HP/Downloads/tq914.pdf)

Una de las investigaciones realizada en la provincia de Tungurahua en la Planta de Tratamiento Casigana EP EMAPA-A, 2013, cuyo propósito era determinar el grado de contaminación que generaban los desechos a las corrientes de agua que ingresan a la planta de tratamiento, se pudo constatar gracias a los análisis físicos -químicos y microbiológicos realizados que el agua en la mayoría de los análisis se encontraba dentro de los límites permitidos según el TULAS, con ciertas excepciones en los parámetros como son: amonio, detergentes y coliformes fecales, estos parámetros variaban dependiendo de la época del año y el origen de la trayectoria de donde se tomaba la muestra , pues que según se señala en este estudio se realizaron en dos épocas del año la una en sequias y la otra en lluvias y esto hacia que varíen los datos de los resultados. Llegándose a la conclusión de que el agua que accedía a la planta de tratamiento no era de buena calidad por el simple hecho de encontrar agentes extraños que conllevan a algún tipo de contaminación. Con estos resultados llegaron a la conclusión que se debía realizar un análisis físico-químico y microbiológico del canal anualmente, para poder determinar puntos de contaminación que ayuden a prevenir posibles daños en el proceso de purificación de la plata. (Tirado, 2013, <http://repo.uta.edu.ec>)

Según una investigación realizada en el Sistema de Agua de la Junta Administradora de Agua potable de la Parroquia Baños, 2011, tras datos obtenidos mediante las pruebas realizadas, y análisis estadísticos demostraron, que los parámetros físico-químicos así como los microbiológicos cumplen satisfactoriamente con los requisitos establecidos para el Agua Potable según la normativa. Aunque en las redes domiciliarias el parámetro de Cloro residual presente en las muestras se encuentra elevado, y puede deberse al uso inadecuado del equipo con el que se realizó la prueba in situ, el mismo que se puede resolver impartiendo una capacitación al personal realiza la lectura de las pruebas. (Aucapiña, et al., 2011, <http://dspace.ucuenca.edu.ec>)

1.3 Bases Teóricas

1.3.1 Agua

El agua es un recurso de valor inexplicable, e imprescindible para todos los seres vivos. El 55% del peso corporal de una persona es agua, por lo que cuando existe una pérdida de dicho líquido en la células produce una deshidratación, que en ciertos casos pueden conllevar a fallas cardiacas e incluso hasta pueden provocarle la muerte. La agricultura, la ganadería, los procesos industriales y la obtención de energía son otras muchas actividades en las que el agua juega un papel importante. Si bien podemos pensar que el agua es un recurso abundante en nuestro planeta pues que la utilizamos innumerables ocasiones a lo largo del día para nuestro aseo personal o para saciar la sed. Y es así como miramos en el mapamundi que la mayor parte de nuestro planeta Tierra está cubierto por agua, sin embargo no toda el agua que existe en el mundo es apta para el consumo ni tampoco todas las personas que habitamos en él tenemos las mismas posibilidades de acceso a este apreciado elemento, razón por la que ciertas naciones no han podido tener un buen desarrollo. (Crespo, 2013, <http://www.ayudaenaccion.org>)

La norma INEN 1108:2014, quinta revisión, define al agua potable de la siguiente manera: “El agua potable es el agua cuyas características físicas, químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano.” (Instituto ecuatoriano de normalización, 2014, <https://law.resource.org>)

El agua es aprovechada por el hombre de 5-6 litros/habitante-día en países subdesarrollados, y hasta 500-600 litros en zonas industriales aproximadamente. Además es muy importante recalcar que de cada 100 litros de agua potabilizada, apenas 5-10 litros aproximadamente se consumen directamente para bebida en nuestros hogares. (Pascal, 2012, <http://www.agropolis.org>)

1.3.2 Agua subterránea

Parte de la lluvia que cae sobre la superficie de la tierra se filtra en el suelo y se torna en el agua subterránea. Durante el paso a través del suelo, el agua entra en contacto con muchas sustancias, tanto orgánicas como inorgánicas, sabiendo que muchas de estas sustancias son muy solubles en el agua. Otras sustancias como las que causan la alcalinidad y la dureza, son solubles en agua que contiene dióxido de carbono absorbido del aire y de las materias orgánicas en descomposición en la tierra. La descomposición de la materia orgánica quita también el oxígeno disuelto del agua que se filtra a través de ellas. Esta agua, exenta de oxígeno y con un alto contenido de dióxido de carbono, disuelve el hierro y el manganeso del suelo. Las aguas que contienen hierro y manganeso favorecen el desarrollo de bacterias del género *Crenothrix* y otros microorganismos similares en los depósitos de agua subterránea almacenada. (Verrey (a), 1968, pp.1-8)

Aunque las bacterias y otros organismos vivientes en la superficie de la tierra puedan ser recogidos primero por las lluvias que caen sobre ellos, la filtración en el subsuelo se da por resultado la separación de estos organismos. Hay excepciones cuando cerca de la superficie las rocas están agrietadas, como ocurre con la piedra caliza la contaminación puede ser llevada a grandes distancias sin variaciones importantes. Cabe recalcar que con respecto a las bacterias las aguas subterráneas son mucho mejores que las aguas superficiales

1.3.3 Calidad del agua

La calidad del agua depende de su origen e historia. Las aguas naturales muestran, en general, las propiedades más características de sus fuentes. Sin embargo, muchos factores producen variaciones en la calidad de las aguas obtenidas del mismo tipo de fuente. Estas variaciones provienen de la capacidad que tiene el agua de absorber sustancias en forma de soluciones o tenerla en suspensión. Las condiciones climatológicas, geográficas y geológicas son factores importantes para determinar la calidad del agua. (Verrey (a), 1968, pp.1-8)

1.3.4 Factores de contaminación del agua

El agua tiene una gran capacidad de purificarse debido a su ciclo natural. Por esta misma razón de regeneración y por la abundancia evidente de este líquido vital, se convierte en el vertedero habitual de residuos producidos a través de nuestras actividades diarias. Desechos químicos, pesticidas, residuos reactivos, metales pesados, etc., se encuentran en grandes o pequeñas proporciones al momento en que se analizan muestras de aguas de los lugares más remotos del mundo. Gran cantidad

de aguas en el mundo están contaminadas hasta el punto de ser altamente peligrosas para la salud humana y dañina para la vida. (Tamez, 2010, <http://www.interfazweb.net>)

Los contaminantes del agua se pueden agrupar de diferentes maneras:

1.3.4.1 Microorganismos patógenos

Se los considera organismos patógenos contaminantes del agua a los virus, protozoos y otros organismos que transfieren enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversa, hepatitis, etc. En países en vías de desarrollo estas enfermedades producidas por estos agentes patógenos son la causa principal de muerte precoz, principalmente en los niños. Por lo general estos agentes patógenos llegan al agua en las heces y demás restos orgánicos que provienen de las personas infectadas. Un buen indicador para medir la salubridad del agua en cuanto se refiere a microorganismos, es el número de bacterias coliformes presentes en el agua. La OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda que en el agua que se usa para el consumo deben existir 0 colonias de coliformes por 100 mL de agua. (Echarri, 2009, <file:///C:/Users/HP/Downloads/Tema%208%20Contaminacion%20del%20agua%2007.pdf>)

1.3.4.2 Desechos orgánicos

Son todos aquellos residuos orgánicos producidos por el hombre, ganado, aves, etc., .Que incluyen a las heces y demás materiales que son transformados por las bacterias aeróbicas, es decir en procesos en los que existe un consumo de oxígeno. El exceso de esta materia, logra una proliferación de bacterias las mismas que agotan el oxígeno, y en ese lugar ya no pueden habitar otras especies como los peces y otros seres vivos que si necesitan de oxígeno para vivir. Los indicadores más comunes para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de oxígeno disuelto en agua (OD), demanda biológica de oxígeno (DBO). (Echarri, 2009, <file:///C:/Users/HP/Downloads/Tema%208%20Contaminacion%20del%20agua%2007.pdf>)

1.3.4.3 Sustancias químicas inorgánicas

Los ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo, son las sustancias que están incluidas en este grupo. Cuando estas sustancias están en cantidades elevadas en el agua, pueden causar graves daños en la salud de los seres vivos. Para contrarrestar esta problemática se recomienda reducir el uso de pesticidas agrícolas y además se debería dar mantenimiento a los equipos y aparatos que se usan para trabajar con el agua. (Echarri, 2009, <file:///C:/Users/HP/Downloads/Tema%208%20Contaminacion%20del%20agua%2007.pdf>)

1.3.4.4 Nutrientes vegetales inorgánicos

Las plantas para su desarrollo normal necesitan de los nitratos y fosfatos que son sustancias altamente solubles en el agua, cuando estas sustancias se encuentran en altas concentraciones inducen un crecimiento elevado de algas y otros microorganismos provocando la acumulación de materia orgánica en las aguas. Cuando las algas mueren las bacterias las descomponen mediante un proceso que involucra el consumo de oxígeno, agotándolo y evitando la vida de otras especies que para sobrevivir en el agua necesitan de oxígeno. El agua con elevado contenido de nitratos y fosfatos con el pasar del tiempo se convierte en un agua mal oliente e inutilizable. (Echarri, 2009, file:///C:/Users/HP/Downloads/Tema%208%20Contaminacion%20del%20agua%2007.pdf)

1.3.4.5 Compuestos orgánicos

Entre los compuestos orgánicos más comunes que encontramos como contaminantes del agua están los plásticos, el petróleo, la gasolina, los plaguicidas, los disolventes, detergentes, etc. que permanecen en el agua por largos periodos de tiempo, debido a que estos son productos elaborados por el hombre, con estructuras complejas casi imposible de ser descompuestas por los microorganismos. (Echarri, 2009, file:///C:/Users/HP/Downloads/Tema%208%20Contaminacion%20del%20agua%2007.pdf)

1.3.4.6 Sedimentos y materiales suspendidos

Ciertas partículas y materiales que son arrastradas con las corrientes de agua, son las que ocasionan una fuente de contaminación, ya que estas permanecen suspendidas en el agua produciendo un elevado nivel de turbidez, la misma que impide la vida de algunos organismos. Cabe recalcar que la turbidez va aumentar cuando se sea época de lluvias. (Echarri, 2009, file:///C:/Users/HP/Downloads/Tema%208%20Contaminacion%20del%20agua%2007.pdf)

1.3.4.7 Contaminación térmica

Ciertas centrales de energía o industrias tienden siempre a liberar agua caliente hacia los afluentes de agua, provocando así una disminución de la capacidad de retención de oxígeno, la misma que afecta indirecta en la vida de los organismos. (Tamez, 2010, <http://www.interfazweb.net>)

1.3.5 Sistema de Potabilización del Agua

1.3.5.1 Captación

La captación de aguas tanto superficiales como subterráneas, se realiza por medio de tomas de agua que se hacen en los ríos, diques o vertientes.

El agua que proviene de ríos es la que tiene mayor exposición a contaminantes físico-químicos y microbiológicos, razón por la que requieren un proceso más complejo en su tratamiento. La turbiedad, el contenido mineral y el grado de contaminación varían según la época del año. (Idrovo, 2010, <http://dspace.ucuenca.edu.ec>)

1.3.5.2 Aireación

La aireación es un proceso que se emplea para eliminar la cantidad excesiva de hierro y manganeso, principalmente de las aguas subterráneas. Estas sustancias causan problemas en el color y sabor del líquido vital, también interfieren con el lavado de la ropa, manchan los accesorios de plomería y favorecen el crecimiento de bacterias en las tuberías. Al entrar el aire en contacto con el agua por aspersión o al hacer burbujear aire en el agua, el hierro y el manganeso que están disueltos (Fe^{+2} , Mn^{+3}) se oxida a una forma menos soluble (Fe^{+3} , Mn^{+4}) que posteriormente se podrán separar en un tanque de sedimentación o en un filtro. Con la aireación se elimina también posibles olores causados por la presencia de sulfato de hidrogeno gaseoso. (Idrovo, 2010, <http://dspace.ucuenca.edu.ec>)

1.3.5.3 Adsorción

La adsorción es un proceso que se usa principalmente para extraer sustancias orgánicas que son las que causan el mal sabor y mal olor del líquido vital. Uno de los materiales más empleados en este proceso es el carbón activado, este permite retener átomos, iones y moléculas, permitiendo así depurar el agua subterránea, la decoloración, además que con este producto también se logra el refinamiento de las aguas residuales tratadas.

Para llevar a cabo este proceso el agua debe pasar a través de un filtro que contenga el carbón activado. La actividad que ejerza el carbón activado va estar en dependencia de la temperatura y de la naturaleza de las sustancias, aunque también el carbón va ir perdiendo su capacidad de retención debido al uso, por esta razón se recomienda regenerar el filtro periódicamente. Al carbón activado se lo puede reutilizar después de oxidar la materia orgánica, cabe destacar que el carbón activado cada vez que es reutilizado disminuye su eficacia en un 5-10%. (Idrovo, 2010, <http://dspace.ucuenca.edu.ec>)

1.3.5.4 Coagulación

La coagulación es el proceso que permite incrementar el tamaño y peso de las moléculas y así lograr que precipiten más rápidamente, esto se logra gracias a la desestabilización de las partículas (generalmente de carga negativa (-)), que se producen por la adición de un reactivo químico denominado coagulante, cuya función es neutralizar las cargas y lograr que las partículas se unan

entre sí. El objetivo de la coagulación es neutralizar la carga eléctrica del coloide, esto se logra aplicando determinada cantidad de sales de aluminio o hierro (coagulantes), por lo general se emplea el sulfato de aluminio, de tal manera que las cargas trivalentes del aluminio o del hierro logran neutralizar las cargas negativas que por lo general están rodeando a las partículas coloidales dispersas en el agua. Esta reacción de coagulación dura segundos desde el momento en que el coagulante entra en contacto con las partículas suspendidas en el agua. (Ramírez, 20115, <http://www.elaguapotable.com/coagulacion-floculacion.htm>)

Entre las propiedades claves que debe reunir el coagulante están: ser un catión trivalente, ser insoluble en un pH neutro y no ser tóxico.

COAGULANTES MÁS COMUNES:

- Sulfato de aluminio
- Sulfato ferroso
- Sulfato férrico
- Cloruro férrico
- Polihidróxido de aluminio

1.3.5.5 Floculación

La floculación consiste en la agitación de la masa coagulada, lo que permite el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados en el proceso de coagulación, con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesario para lograr una fácil sedimentación. La floculación requiere de una agitación lenta que permita la unión de estos flóculos en agregados de mayor tamaño lo que permite que sean visibles a simple vista, lo que también favorecerá la sedimentación de las mismas. El mezclado no debe ser demasiado intenso pues que pueden romper estos flóculos que es casi imposible hacerlos retornar a su tamaño inicial. (Ramírez, 20115, <http://www.elaguapotable.com/coagulacion-floculacion.htm>)

1.3.5.6 Sedimentación

Es el proceso en el cual las partículas suspendidas en el agua se asientan por gravedad. Este es el tratamiento de aguas más antiguo y el que más se emplea, puesto que es un método relativamente sencillo y económico y que además es aplicable para cualquier tipo de tanque ya sea este redondo, cuadrado o rectangular. Por lo general la sedimentación se la realiza después del proceso de coagulación-floculación, en el caso que sean aguas muy turbias. El proceso consiste en hacer pasar el agua a través del tanque de sedimentación de forma lenta de tal manera que las partículas más

grandes se asienten en el fondo antes de que el agua clarificada salga del tanque por el vertedero de salida.

Las partículas que quedan retenidas en el tanque de sedimentación por lo general son extraídas de forma manual o también usando raspadores mecánicos. Se debe limpiar constantemente los tanques de sedimentación de manera que se asegure que el agua no se vuelva a contaminar con las partículas que anteriormente quedaron retenidas. Cabe recalcar que mientras más tiempo pase el agua en el tanque de sedimentación se lograra retener más cantidad de partículas e incluso aun cuando estas sean de menor tamaño. (Weber (a), 1979, p.115-116)

1.3.5.7 Filtración

Es el paso del agua a través de cierta materia porosa, de tal manera que las sustancias suspendidas en la misma son retenidas. El material poroso por lo general es la arena. El proceso consiste en hacer pasar el agua sedimentada o decantada por encima del filtro; de tal manera el agua por gravedad atraviesa las sucesivas capas de arena que son de distinto grosor, las mismas que van a retener las impurezas o turbiedad residual que quedo después que le agua paso por la etapa de decantación.

Los filtros de arena hay de dos tipos: los filtros de acción rápida y los filtros de acción lenta, y estos a su vez pueden ser filtros de superficie libre y filtros de presión. En los filtros de acción lenta el agua pasa por gravedad a través de la arena, donde la materia sólida suspendida en el agua es retenida en las porosidades que presenta la capa filtrante que en este caso es la arena. En los filtros de acción rápida con superficie libre el agua desciende por gravedad a una mayor velocidad a través de la arena. A pesar de que exista este proceso de filtración no es suficiente para tener un agua libre de impurezas por lo que se requiere emplear otros métodos como la coagulación.

La filtración es un método que se emplea para tener una mayor clarificación y se la aplica después del proceso de sedimentación. El filtro arenoso debe tener las siguientes dimensiones 100 centímetros de largo por 50 centímetros de ancho y 30 centímetros de profundidad, aproximadamente. En conclusión la función principal de un filtro es eliminar materias en suspensión, retener ciertas bacterias, quistes, etc., pero este método por sí solo no garantiza la potabilización del agua. (Weber (b), 1979, p.115-116)

1.3.5.8 *Desinfección*

Proceso mediante el cual se eliminan ciertos agentes microbianos, a través del empleo de productos químicos como: dióxido de cloro, ozono, hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio, etc. RAYOS ULTRAVIOLETA: por medio de una lámpara de cuarzo llena de vapor de mercurio, que emite una radiación en la zona del espectro se logra producir daños en los ácidos nucleicos de los microorganismos y protozoos, inhibiendo así su reproducción e incluso en ocasiones se logra desintegrar al microorganismo. Hay que destacar que el empleo de este método es muy limitado, ya que se necesita de un aparato especial que requiere energía eléctrica para su funcionamiento.

EL CLORO: es EFECTIVAMENTE el elemento más importante que existe para la desinfección del agua. Se suele usar en una dosis de 0,0001% que destruye todos los microbios en cuatro minutos.

Además se usa para:

1. Eliminar olores y sabores.
2. Decolorar.
3. Ayudar a evitar la formación de algas.
4. Ayudar a quitar el hierro y manganeso.
5. Ayudar a la coagulación de materias orgánicas.
- 6.

La cloración es el proceso de desinfección del agua más comúnmente empleado. Aunque tiene ciertas problemáticas, pues el cloro tiende a reaccionar con la materia orgánica suspendida en el agua, principalmente aguas residuales y aguas superficiales forma ciertos compuestos de hidrocarburos que resultan cancerígenos. (Romero, 2012, <http://www.tec.url.edu.gt/>)

El cloro es la sustancia más fácil y más económica de emplear para desinfectar el agua. Puesto que se puede emplear dicho compuesto en grandes cantidades de agua y resulta muy económico; aunque en concentraciones elevadas mayores de 0.2 ppm, este suele originar un sabor poco agradable, pero elimina sabores y olores desagradables proporcionados por otros elementos disueltos o suspendidos en el líquido vital. Aunque el cloro atómico o en su estado elemental se puede emplear para la desinfección del agua, los más empleados son ciertos compuestos del cloro como son ácido hipocloroso, el hipoclorito de sodio, el hipoclorito de calcio y el peróxido de cloro.

El cloro tiene una acción tóxica sobre los microorganismos y actúa como oxidante sobre la materia orgánica no degradada y sobre algunos minerales. En los abastecimientos de agua potable se emplea

el gas cloro mientras que para abastecimientos medianos o pequeños se utilizan hipocloritos. (Romero, 2012, <http://www.tec.url.edu.gt/>)

1.3.5.9 Almacenamiento

El agua una vez tratada se almacena en cisternas y tanques elevados desde donde es distribuida por red a los domicilios. Una planta de tratamiento nunca satisface en directo la demanda, trabaja constantemente y almacena en caso de que las demandas futuras sean enormes, esto es que el diseño de la planta de Tratamiento de Agua nunca debe ser igual a la demanda actual, sino por el contrario se debe preparar para crecimientos futuros programados, ya sea de capacidad instalada mayor o modular. (Romero, 2012, <http://www.tec.url.edu.gt/>)

1.3.6 Análisis físicos del agua

1.3.6.1 pH

Es el parámetro que permite medir la concentración de iones hidronio (H_3O^+) en la disolución. La determinación se realiza mediante el empleo del pHmetro en una muestra que no haya superado las 24 horas después de haber sido tomada y que haya estado conservada a una temperatura no mayor a los 7 grados. Las aguas con valores de pH menores de 7 son aguas ácidas y favorecen la corrosión de las piezas metálicas en contacto con ellas, y las que poseen valores mayores de 7 se denominan básicas y pueden producir precipitación de sales insolubles (incrustaciones). En las medidas de pH hay que tener presente que estas sufren variaciones con la temperatura. (Aznar, 2012, <http://ocw.uc3m.es>)

1.3.6.2 Temperatura

La temperatura del agua representa un factor de gran importancia en el desarrollo de los diversos procesos que en ella se realizan, de tal manera que un aumento de la temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases. La actividad biológica aproximadamente se duplica cada diez grados (ley del Q10), aunque superado un cierto valor característico de cada especie viva, tiene efectos letales para los organismos. Un aumento anormal (por causas no climáticas) de la temperatura del agua, suele tener su origen en el vertido de aguas utilizadas en procesos industriales de intercambio de calor. La temperatura se determina mediante termometría realizada “in situ”. (Aznar, 2012, <http://ocw.uc3m.es>)

1.3.6.3 Color

No existe una relación directa entre color y grado de contaminación, puesto que las causas más comunes del color del agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en suspensión; el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, madera, raíces, etc., en diferentes estados de descomposición, y la presencia de taninos, ácido húmico y algunos residuos industriales son los causantes de la coloración del agua. El color natural del agua se da principalmente por el efecto de las partículas coloidales cargadas negativamente, para lograr una remoción de la misma se puede emplear un coagulante como puede ser la sal de ion metálico trivalente como es el Al^{3+} o el Fe^{3+} .

Se reconocen dos tipos de color en el agua: el **color verdadero**, que es el color de la muestra una vez que se ha eliminado la turbidez, y el **color aparente**, que incluye el color de las sustancias en solución y coloidales y también materiales en suspensión; además que el color aparente se determina sobre la muestra original, sin filtración o centrifugación previa. Por lo general el termino color hacer referencia al color verdadero del agua y se acostumbra a medir junto con el pH, puesto que la intensidad del color va estar en dependencia de este parámetro. Normalmente el color aumenta cuando incrementa el pH. (Romero, 2009, pp 107-115)

1.3.6.4 Olor y Sabor

Generalmente los olores y sabores en el agua acurren juntos y son prácticamente indistinguibles; son producidos por sustancias orgánicas en solución como: ácido sulfúrico, cloruro de sodio, hierro, manganeso, sulfato de sodio y magnesio, fenoles, aceites, diferentes especies de algas, hongos, etc. Con la determinación de estos parámetros se puede evaluar la calidad del agua y su aceptabilidad por parte de los consumidores, para el control de los procesos de una planta y para determinar en muchos de los casos la fuente de una posible contaminación. (Romero, 2009, pp 107-115)

1.3.6.5 Turbiedad

La turbidez o turbiedad es el efecto óptico causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que atraviesa una muestra de agua, en otras palabras es la propiedad en la que el rayo de luz es reemitida y no es transmitida a través de la suspensión. La turbidez en el agua puede ser causada por una gran cantidad de materiales suspendidos que varían en tamaño, desde partículas coloidales hasta partículas gruesas, tales como: arcilla, limo, materia orgánica, organismos planctónicos y microorganismos.

Los valores de turbidez sirven para establecer el grado de tratamiento requerido por una fuente de agua cruda, su filtrabilidad y consecuentemente la tasa de filtración más adecuada, la efectividad de los procesos de coagulación, sedimentación y filtración, así como para determinar la potabilidad del agua. (Romero, 2009, pp 107-115)

1.3.6.6 Conductividad

La conductibilidad es valor numérico que permite conocer la capacidad que tiene el agua para transportar una corriente eléctrica, este valor está en dependencia de la concentración total de las sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la que se realice la determinación. Por esta razón, el valor de la determinación de la conductibilidad se usa en muchos casos para tener un valor estimativo de la cantidad de sólidos disueltos existentes en la muestra. (Romero, 2009, pp 107-115)

1.3.6.7 Sólidos totales disueltos

El término sólido hace referencia a la materia suspendida o disuelta en un medio acuoso. Una de las características físicas más importantes del agua es el contenido total de sólidos, esta incluye la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta. La determinación de sólidos disueltos totales mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos). Los sólidos disueltos pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua o un efluente de varias formas; las aguas para el consumo humano, con un alto contenido de sólidos disueltos, son por lo general de mal agrado para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa en el consumidor. Por esta razón los análisis de sólidos disueltos son también importantes como indicadores de la efectividad de procesos de tratamiento biológico y físico de aguas usadas. (Glynn, 2009, file:///C:/Users/HP/Downloads/1209953401)

1.3.7 Análisis químico del agua

1.3.7.1 Cloro libre residual

El cloro es el agente más utilizado en el mundo como desinfectante en el agua de consumo humano, debido principalmente a:

- Su carácter fuertemente oxidante, responsable de la destrucción de los agentes patógenos (en especial bacterias) y numerosos compuestos causantes de malos sabores.
- Su más que comprobada inocuidad a las concentraciones utilizadas.
- La facilidad de controlar y comprobar unos niveles adecuados.

Es fundamental mantener en las redes de distribución pequeñas concentraciones de cloro libre residual, desde las potabilizadoras hasta los domicilios de los consumidores, para asegurar que el agua ha sido convenientemente desinfectada. No obstante, es importante señalar que la ausencia de cloro libre residual no implica la presencia de contaminación microbiológica.

El cloro residual libre en el agua de consumo humano se encuentra como una combinación de hipoclorito y ácido hipocloroso, en una proporción que varía en función del pH. El cloro residual combinado es el resultado de la combinación del cloro con el amonio (cloraminas), y su poder desinfectante es menor que el libre. La suma de los dos constituye el cloro residual total.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que no se ha observado ningún efecto adverso en humanos expuestos a concentraciones de cloro libre en agua potable. No obstante, establece un valor guía máximo de cloro libre de 5 miligramos por litro, y afirma explícitamente que se trata de un valor conservador. (Agbar agua, 2013, <http://www.aquagest-regiondemurcia.es/>)

1.3.7.2 Dureza

Es otra forma de indicar el contenido iónico de un agua, refiriéndolo a la concentración total de iones calcio, magnesio, estroncio y bario, aunque se debe fundamentalmente a los dos primeros. La presencia de este tipo de iones en el agua suele ser de origen natural, y raramente antrópica. Se obtiene a partir de la determinación por separado del contenido en calcio y magnesio de la muestra o de manera conjunta por compleximetría con EDTA, expresándose en diferentes unidades, siendo mg de Ca^{2+} equivalente/L. El problema de las aguas duras se centra en la formación de precipitados insolubles de carbonatos e hidróxidos que al depositarse sobre tuberías y equipos pueden causar problemas de funcionamiento en calderas de vapor, intercambiadores de calor, filtros, etc. (Sánchez, 2011, <http://repositorio.utp.edu.co>)

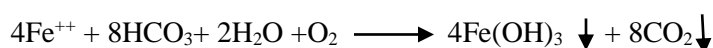
1.3.7.3 Hierro total

La presencia de hierro es un problema de calidad del agua muy común, especialmente en aguas de pozos profundos. El agua que contiene pequeña cantidad de hierro, puede parecer clara cuando es extraída, pero podrá rápidamente tornarse roja, después de su exposición al aire. Este proceso es denominado oxidación, y envuelve la conversión de hierro disuelto (ferroso), que es altamente soluble, en hierro precipitado (férrico), que es muy insoluble.

El hierro se encuentra de manera natural en acuíferos pero los niveles de aguas subterráneas pueden aumentar por disolución de rocas ferrosas. Las aguas subterráneas que tienen hierro son normalmente

de color naranja y provoca el destiño en las ropas lavadas, y además tienen un sabor desagradable. El hierro existe en suelo y minerales principalmente como óxido férrico insoluble y sulfuro de hierro, FeS₂ (pirita). En algunas áreas presenta también como carbonato ferroso, siderita, la cual es muy poco soluble. Como las aguas subterráneas contienen cantidades apreciables de CO₂ producidas por la oxidación bacteriana de la materia orgánica con la cual el agua entra por contacto se puede disolver cantidades apreciables de carbonato ferroso.

Sin embargo, los problemas con el hierro predominan cuando éste está presente en el suelo como compuestos férricos insolubles si existe oxígeno disuelto en el agua, la solución del hierro de tales suelos con el agua no ocurre, aun en presencia de suficiente CO₂ pero en condiciones anaeróbicas el hierro férrico es reducido a hierro ferroso y la reacción ocurre sin ninguna dificultad. En aguas subterráneas con hierro ferroso en solución, al ponerlas en contacto del aire, puede ocurrir la siguiente reacción:



En aguas superficiales la concentración de hierro son por lo general bajas, menores de 1 mg/L, las aguas subterráneas por el contrario, pueden tener cantidades apreciables de hierro, comúnmente hasta 10 mg/L raras veces hasta 50mg/L. (Sánchez, 2011, <http://repositorio.utp.edu.co>)

1.3.7.4 Nitratos

Los nitratos son compuestos presentes en la naturaleza que forman parte del ciclo del nitrógeno. En concreto es la forma oxidada estable de ese ciclo. Su concentración en el agua superficial y en el agua subterránea suele ser baja (entre 5 y 10 mg/l) aunque puede alcanzar, en determinadas zonas, niveles muy elevados (por encima de 100 mg/l), debidos a la contaminación provocada por las explotaciones agrícolas, donde se utiliza el nitrógeno como fertilizante químico, y a la procedente del nitrógeno presente en las aguas residuales ganaderas, principalmente en los purines del ganado porcino, y en las aguas urbanas insuficientemente depuradas.

Dado que la ingesta excesiva de nitratos, mayoritariamente aportada por las verduras en condiciones normales, puede provocar, una vez transformados en nitritos en el estómago de algunas personas, esencialmente lactantes, alteraciones de la capacidad de transporte de oxígeno en sangre (metahemoglobinemia), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la propia legislación sobre aguas de consumo humano (RD 140/2003) establecen una concentración máxima de 50 mg/l.

El grupo de población más sensible de poder verse afectado por la ingesta de nitratos incluye lactantes (especialmente los menores de tres meses), mujeres embarazadas y adultos con acidez gástrica reducida. Se aconseja, por lo tanto, que las personas incluidas dentro del citado grupo de riesgo se abstengan de consumir agua para beber o cocinar (preparar biberones en el caso de los lactantes) cuando dicha agua contenga concentraciones de nitratos superiores a 50 mg/L.

Los sistemas de control de la calidad del agua potable establecidos por la legislación vigente incluyen mecanismos de detección y comunicación inmediata, a la autoridad sanitaria y a la población, de incidencias relativas a los nitratos en las aguas de cualquier abastecimiento. Así mismo, también incluye mecanismos para la propuesta de ejecución de acciones, entre ellas y en caso de ser necesario, los tratamientos y el uso de recursos alternativos del agua que permitan evitar cualquier riesgo para la salud. Estos sistemas pretenden prevenir en todo momento cualquier motivo de alarma injustificada en la población abastecida. (Agbar agua, 2013, <http://www.aquagest-regiondemurcia.es/>)

1.3.7.5 Nitritos

La presencia de nitritos en el agua es indicativo de contaminación de carácter fecal reciente. En aguas superficiales, bien oxigenadas, el nivel del nitrito no suele superar 0.1 mg/L, así mismo cabe resaltar que el nitrito se allá en un estado de oxidación intermedio entre el amoniaco y el nitrato. Los nitritos en concentraciones elevadas reaccionan dentro el organismo con aminas y amidas secundarias y terciarias formando nitrosamidas de alto poder cancerígeno y toxico.

Según Erikson valores de 0.1 y 0.9 mg/L pueden presentar problemas de toxicidad dependiendo del pH, así mismo valores por encima de 1.0 mg/L son totalmente tóxicos y representan un impedimento para el desarrollo de la vida piscícola y el establecimiento de un ecosistema fluvial en buenas condiciones. En general la concentración de nitritos en el agua superficial es muy baja pero puede aparecer ocasionalmente en concentraciones inesperadamente altas debido a la contaminación industrial y de aguas residuales domésticas. (Sigler y Bauder, 2014, <http://region8water.colostate.edu/>)

1.3.7.6 Sulfatos

Los sulfatos son compuestos que se encuentran presentes en el agua de forma natural, debido al lavado y la disolución parcial de materiales del terreno por el que discurre (formaciones rocosas compuestas de yeso principalmente y suelos sulfatados). Se han encontrado altas concentraciones tanto en las aguas subterráneas como sometidas a contaminación antropogénica. Estos compuestos también

pueden aparecer en el agua a través de los desechos y vertidos industriales y de los depósitos atmosféricos.

Los sulfatos, tal y como aparecen en el agua de consumo, no son tóxicos, sin embargo en muy grandes concentraciones, se ha observado un efecto laxante acompañado de deshidratación e irritación gastrointestinal. Estas aguas tienen un sabor amargo rechazable inmediatamente por los consumidores. Así pues, la presencia de sulfatos en el agua de consumo puede causar un sabor perceptible por el consumidor, umbrales de sabor (concentraciones en las que se percibe el sabor) oscilan entre 250 mg/l y 1000 mg/l según el tipo de sulfato asociado al sodio y calcio, respectivamente. Se considera que la alteración del sabor es mínimo para concentraciones inferiores a 250 mg/l. En la normativa vigente sobre las aguas de consumo humano para los sulfatos en las Guías de la Calidad del Agua de Consumo elaboradas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2004, sin embargo se recomienda que las administraciones sanitarias conozcan los recursos hídricos disponibles que superen los 500 mg/l. (Sánchez, 2011, <http://repositorio.utp.edu.co>)

1.3.7.7 Fosfatos

Los fosfatos y compuestos de fósforo se encuentran en las aguas naturales en pequeñas concentraciones. Los compuestos de fosforo que se encuentran en las aguas residuales o se vierten directamente a las aguas superficiales provienen de fertilizantes eliminados del suelo por el agua o el viento; excreciones humanas y animales; detergentes y productos de limpieza. La carga de fosfato total se compone de ortofosfato + polifosfato + compuestos de fósforo orgánico, siendo normalmente la proporción de ortofosfato la más elevada.

Los compuestos del fósforo (particularmente el orto-fosfato) se consideran importantes nutrientes de las plantas, y conducen al crecimiento de algas en las aguas superficiales, pudiendo llegar a promover la eutrofización de las aguas. La concentración de fosfatos en un agua natural es fundamental para evaluar el riesgo de eutrofización. Este elemento suele ser el factor limitante en los ecosistemas para el crecimiento de los vegetales, y un gran aumento de su concentración puede provocar la eutrofización de las aguas. Así, Los fosfatos están directamente relacionados con la eutrofización de ríos, pero especialmente de lagos y embalses. En lo referente a las aguas de consumo humano, un contenido elevado modifica las características organolépticas y dificulta la floculación - coagulación en las plantas de tratamiento. (El Agua en Navarra, 2013, <http://www.navarra.es/>)

1.3.7.8 Manganese

El manganeso y el hierro, al igual que la dureza, no causan problemas de toxicidad ni tampoco causan daños a la salud al nivel en que se encuentran en las aguas de suministro convencionales, sin embargo, cuando los niveles de concentración de estos elementos se encuentran por arriba de cierto valor límite, causan problemas en el uso del agua. Cuando la concentración de hierro es mayor a 0.3 ppm y la de manganeso mayor a 0.05 ppm, se presentan problemas en el uso y manejo del agua.

Casi siempre, si la concentración de hierro es alta, también lo será la concentración del manganeso, ya que ambos metales provienen de la disolución por contacto del agua con yacimientos minerales que contienen estos dos elementos, que se presentan en forma conjunta en la zona geológica de donde proviene el agua. El problema con estos metales es que inicialmente están disueltos, pero una vez que el agua es extraída del pozo o del acuífero donde se encuentra, y se pone en contacto con el oxígeno los metales se oxidan y forman precipitados de hidróxido de hierro y de manganeso.

Si el agua se emplea directamente, sin ningún tratamiento previo, la precipitación de Fe y Mn ocurre en circunstancias indeseables que hacen objetable el agua. Por ejemplo si el agua se emplea en uso doméstico, al estar en contacto con el aire y con otros oxidantes, como por ejemplo cloro, ocurre la precipitación y el precipitado formado se adhiere a la superficie de partes cromadas, como pueden ser las llaves y accesorios de cocina y de baño, dejando las piezas cubiertas con un desagradable tinte negro azulado.

En el agua que se emplea para lavar ropa, además del detergente se agregan otros aditivos para mejorar la calidad del lavado, entre los que casi siempre se encuentra algún compuesto clorado.

El cloro que se encuentra en estos compuestos provoca la precipitación del Fe y Mn, y el precipitado se deposita sobre las fibras de tela de la ropa de lavado, la cual se mancha con un tinte azul oscuro, semejante al que queda cuando la ropa se lava junto con prendas de mezclilla, que en las telas blancas provoca el manchado de éstas. (Mark y Monty, 2008, <http://texaswater.tamu.edu/>)

1.3.7.9 Flúor

El agua dulce de la superficie terrestre tiene unas concentraciones de fluoruro normalmente bajas de 0.01 ppm a 0.3 ppm. En el agua subterránea, la concentración natural de fluoruro depende de aspectos geológico, químico y características físicas del acuífero, la porosidad y acidez de la tierra y piedras, la temperatura, la acción de otros elementos químicos, y la profundidad de los pozos de extracción. Las concentraciones del fluoruro en el agua subterránea pueden ir de 1 ppm a más de 25 ppm. debido

al número elevado de variables. En Kenya y Africa del sur, los niveles pueden exceder 25 ppm. En India han sido reportadas concentraciones de 38.5 los ppm.

El flúor está presente en la corteza terrestre de forma natural, pudiendo ser encontrado en rocas, carbón y arcilla. Los fluoruros son liberados al aire cuando el viento arrastra el suelo. Los procesos de combustión en las industrias pueden liberar fluoruro de hidrógeno al aire. Este gas es muy peligroso, ya que en elevadas concentraciones puede causar la muerte. En bajas concentraciones puede causar irritaciones de los ojos y la nariz. Estos fluoruros que se encuentran en el aire acabarán depositándose en el suelo o en el agua.

Cuando el flúor se fija a partículas muy pequeñas puede permanecer en el aire durante un largo periodo de tiempo. Cuando el flúor del aire acaba en el agua se instala en los sedimentos. Cuando acaba en los suelos, el flúor se pega fuertemente a las partículas del suelo. En el medio ambiente el flúor no puede ser destruido; solamente puede cambiar de forma. Los animales que ingieren plantas o agua que contienen flúor pueden acumular grandes cantidades de flúor en sus cuerpos. El flúor se acumula principalmente en los huesos. Como consecuencia, los animales expuestos a elevadas concentraciones de flúor sufren de caries y degradación de los huesos. Demasiado flúor también puede provocar la disminución de la cantidad de alimento tomado por el estómago y puede alterar el desarrollo de las garras. Por último, puede provocar bajo peso al nacer. (Boischio, 2012, <http://www.paho.org/>)

1.3.7.10 Amoniaco

El amoníaco, junto con los nitritos y nitratos, es un típico indicador de contaminación del agua. La presencia de amoníaco indica una degradación incompleta de la materia orgánica. En disolución acuosa se puede comportar como una base y formarse el ion amonio, NH_4^+ . El amoníaco, a temperatura ambiente, es un gas incoloro de olor muy penetrante y nauseabundo. Se produce naturalmente por descomposición de la materia orgánica y también se fabrica industrialmente. Se disuelve fácilmente en el agua y se evapora rápidamente. El amoníaco es fácilmente biodegradable. Las plantas lo absorben con gran facilidad eliminándolo del medio, de hecho es un nutriente muy importante para su desarrollo. Por último, la cantidad de amonio se suele indicar como mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$ (mg de N de la molécula de NH_4 por l de agua) o bien en mg/l NH_4 (mg NH_4 por l de agua). (El Agua en Navarra, 2013, <http://www.navarra.es/>)

1.3.8 Análisis microbiológico del agua

1.3.8.1 Coliformes totales

El grupo de bacterias coliformes totales el cual comprende a todos los bacilos Gram-negativos aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de gas en un lapso máximo de 48 h. a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Este grupo está conformado por 4 géneros principalmente: *Enterobacter*, *Escherichia*, *Citrobacter* y *Klebsiella*. Se encuentran comúnmente en el medio ambiente (por ejemplo, en el suelo y en las plantas) y generalmente no causan problemas. (Norte, 2009, <http://epi.publichealth.nc.gov>)

1.3.8.2 Coliformes fecales

El grupo de coliformes fecales, está constituido por bacterias Gram-negativas capaces de fermentar la lactosa con producción de gas a las 48 h de incubación a $44.5 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$. Este grupo no incluye una especie determinada, sin embargo la más prominente es *Escherichia coli*.

Es un grupo de bacterias coliformes totales que se encuentran en grandes cantidades en los intestinos y excremento de los humanos y animales. Su presencia indica que el agua está contaminada con excremento o desechos de alcantarillas, y tiene el potencial para causar enfermedades. (Norte, 2009, <http://epi.publichealth.nc.gov>)

Escherichia coli

Es un bacilo corto Gram negativo que se encuentra clasificado dentro de la familia Enterobacteriaceae (bacterias entéricas), existe como comensal en el intestino delgado de humanos y animales. Sin embargo, existen algunas cepas de *E. coli* patógenas que provocan enfermedades diarreicas. Estas se clasifican con base en las características que presentan sus factores de virulencia únicos, cada grupo provoca enfermedad mediante un mecanismo diferente. Se sabe que sus propiedades de adherencia a las células epiteliales de los intestinos grueso y delgado son codificadas por genes situados en plásmidos. De manera similar las toxinas son mediadas por plásmidos o fagos. (Norte, 2009, <http://epi.publichealth.nc.gov>)

1.3.9 Enfermedades relacionadas con la calidad y abastecimiento del agua

El acceso al agua y el saneamiento es el motor principal de la salud pública y del desarrollo, con incidencia directa en temas como la reducción de la pobreza, la reducción de la mortalidad infantil, el fin de las desventajas del ciclo de vida, el mantenimiento bajo de los costos de la salud pública, la equidad de género, mejorar la educación de las niñas y liberar a las mujeres y niñas del tiempo que

pasan buscando agua y la garantía de la dignidad humana. (Organización Mundial de la Salud, 2013, <http://www.who.int>)

Sin embargo, la crisis del agua afecta a millones de personas en el mundo, especialmente en los países más pobres, y se refleja también en las múltiples enfermedades relacionadas con la calidad y el abastecimiento de la misma. De hecho, mientras que en los países desarrollados las enfermedades transmitidas por el agua son cosa del pasado, al representar únicamente el 1% de la mortalidad total, en el caso de los países en desarrollo la situación continúa siendo alarmante.

Para que el agua sea considerada como un foco de transmisión de enfermedades debe cumplir cuatro condiciones: 1) la enfermedad debe estar asociada con condiciones de insalubridad; 2) su incidencia debe reducirse cuando se perfeccione el sistema de abastecimiento de agua; 3) su incidencia debe aumentar con frecuencia epidémica cuando las fuentes de agua sufren alguna contaminación temporal o cuando falla algún tratamiento; 4) la incidencia debe ser mayor entre los que hacen uso de una fuente sospechosa, en comparación con los que hacen uso de otras fuentes que son parecidas en los demás aspectos pertinente. (Verrey (b), 1968, p. 38)

De acuerdo con los datos de la Organización Mundial de la Salud, entre las enfermedades relacionadas con la calidad y el abastecimiento del agua se encuentran:

1.3.9.1 Diarrea

Aproximadamente 1,8 millones de personas mueren cada año debido a enfermedades diarreicas (incluido el cólera); un 90% de esas personas son niños menores de cinco años, principalmente procedentes de países en desarrollo. Se piensa que un 88% de las enfermedades diarreicas son producto de un abastecimiento de agua insalubre, de un saneamiento y una higiene deficientes. La mejora del abastecimiento de agua reduce entre un 6% y un 21% la morbilidad por diarrea, si se contabilizan las consecuencias graves. (Monge, 2014, <http://www.fusda.org>)

1.3.9.2 Paludismo

El paludismo provoca que 1,3 millones de personas mueran cada año; de éstos, un 90% son niños menores de cinco años. Cada año se producen 396 millones de casos de paludismo. La mayor parte de la carga de morbilidad se registra en el África, al sur del Sahara. La intensificación de la irrigación, las presas y otros proyectos relacionados con el agua contribuyen de forma importante a esta carga de morbilidad. (Monge, 2014, <http://www.fusda.org>)

1.3.9.3 Esquistosomiasis

Se calcula que 160 millones de personas padecen esquistosomiasis. La enfermedad causa decenas de miles de defunciones cada año, principalmente en el África subsahariana. Está estrechamente relacionada con la falta de higiene en la evacuación de excretas y con la falta de servicios cercanos de abastecimiento de agua potable. (Monge, 2014, <http://www.fusda.org>)

1.3.9.4 Helminthiasis intestinales (ascariasis, tricuriasis, anquilostomiasis)

Son 133 millones de personas que padecen graves infecciones debidas a helmintos intestinales, que a menudo tienen consecuencias graves como alteraciones cognitivas, disentería importante o anemia. Esas enfermedades causan unas 9400 defunciones cada año. (Monge, 2014, <http://www.fusda.org>)

Tabla 1-1: Patógenos y enfermedades de origen hídrico

Patógenos	Enfermedad causada
Bacterias <i>Campylobacter jejuni</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Legionella pneumophila</i> <i>Salmonella</i> <i>Shigella</i> <i>Vibrio cholerae</i> <i>Yersinia enterocolitica</i>	Gastroenteritis Gastroenteritis Enfermedades respiratorias agudas Salmonelosis, tifoidea, paratifoidea Disentería bacilar Cólera Gastroenteritis
Protozoarios <i>Cryptosporidium</i> <i>Entamoeba histolytica</i> <i>Giardia lamblia</i> <i>Naegleria fowleri</i>	Diarrea Disentería amibiana Diarrea Meningitis cefálica
Enterovirus Adenovirus Astrovirus Calicivirus Coxsackievirus A Echovirus Hepatitis A viral Norwalk virus Poliovirus Rotavirus	Enfermedades respiratorias, infecciones en los ojos, gastroenteritis Gastroenteritis Gastroenteritis Meningitis, enfermedades respiratorias, miocarditis Meningitis, diarrea, fiebre, enfermedades respiratorias Infecciones hepáticas Diarrea, vómito y fiebre Meningitis, parálisis Diarrea, vómitos

Fuente: Tomasini, 2011. (<http://www.conagua.gob.mx>)

CAPÍTULO II

2 MARCO METODOLÓGICO

2.1 Población de estudio y localización de los puntos de muestreo

La población de estudio fue el agua cruda y el agua tratada (agua de consumo humano), distribuida por la Junta Administradora de Agua Potable de la Parroquia Quisapincha, a los barrios Turuloma, Panecillo, La Florida, Mirador que comprenden la Red de distribución domiciliar norte, La Plaza, Centro, Santa Elena, La Alborada que corresponde a la Red de distribución domiciliar centro, El Calvario, San Pedro, Pasañán-La Calera, Cashauco que son los barrios de la Red de distribución domiciliar sur; la planta de tratamiento de agua potable JAPAQ, se encuentra ubicada en el sector conocido como Pie de Pucara que de igual manera pertenece a la parroquia de Quisapincha

La planta de la Junta Administradora de Agua Potable de la Parroquia Quisapincha se alimenta de las aguas que proviene del Cerro Casahuala ubicada en la parte más alta de la Parroquia a 3800 m.s.n.m., con un caudal de 632 litros por segundo, de los cuales 32.96 litros por segundo son captados para la Parroquia de Quisapincha beneficiando a 3043 usuarios aproximadamente.

Se determinaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos como: pH, color, olor, turbiedad, temperatura, solidos totales disueltos, conductividad, cloro libre residual, dureza, hierro total, nitratos, nitritos, sulfatos, fosfatos, manganeso, flúor, amoniac, además de coliformes totales y fecales. Se establecieron nueve puntos de muestreo, los mismos que corresponden a los siguientes lugares: vertiente- Cerro Casahuala, tanque de captación- Chuzalongo, previo al ingreso a los filtros de arena- Colacucho, salida de los filtros de arena- Colacucho, tanque salida de los filtros de carbón- Pie de Pucará, tanque de almacenamiento- Pie de Pucará, redes de distribución domiciliarias alta, media y baja.

Se realizaron tres muestreos durante el período comprendido entre noviembre y diciembre del 2015. El primer muestreo se llevó a cabo el 4 de noviembre del 2015, el segundo muestreo se realizó el 18 de noviembre del 2015 y el tercer muestreo se realizó el 2 de diciembre del 2015; es decir que cada muestreo se realizó cada quince días aproximadamente. Las muestras fueron recolectadas de acuerdo

a los parámetros que exige la normativa tanto en la vertiente, en la planta y en la res de distribución domiciliaria de la JAPAQ. Finalmente los resultados obtenidos fueron comparados con los datos que exige la normativa NTE INEN 1108:2014. Quinta Revisión. Agua potable. Requisitos. (Anexo G)

2.2 Flujograma de trabajo

Para establecer la frecuencia de muestreo se tomaron en consideración los siguientes criterios:

- Indicadores de agresividad o corrosividad.
- Riesgo para la salud.
- Niveles de satisfacción del consumidor.
- Condiciones climáticas en el día del muestreo



MUESTRAS DE AGUA DE:

- 1)Vertiente- Cerro Casahuala, 2)Tanque de captación- Chuzalongo, 3)Tanque previo al ingreso a los filtros de arena- Colacucho, 4)Tanque salida de los filtros de arena- Colacucho, 5)Tanque salida de los filtros de carbón- Pie de Pucará, 6)Tanque de almacenamiento- Pie de Pucará, Redes de distribución domiciliarias 7)Red norte, 8) Red centro y 9) Red sur.

Análisis Físico.Químico

Recolectar 1L

Análisis Microbiológico

Recolectar 100mL



Equipo HACH sension1-sension5

- *pH
- *Temperatura (°C)
- *Conductividad (μS)
- *Sólidos Totales Disueltos (mg/L)

Equipo HACH DR 2800

- *Color (U Pt-Co)
- *Dureza (mg/L)
- *Hierro Total (mg/L)
- *Nitratos (mg/L)
- *Nitritos (mg/L)
- *Sulfatos (mg/L)
- *Fosfatos (mg/L)
- *Manganeso (mg/L)
- *Flúor (mg/L)
- *Amoníaco (mg/L)

Equipo HACH 2100P Turbidímetro

- *Turbiedad (U.N.T.)

Equipo Pool and Spa Test Kit

- *Cloro Libre Residual (mg/L)



Método: siembra en placas petrifilm (UFC)



Figura 1-2. Diagrama de flujo del procedimiento de análisis.

Realizado por: Poleth Ortiz 2015

2.3 Identificación y Codificación

Las muestras de agua recolectadas fueron codificadas adecuadamente, para facilitar el reconocimiento del punto de muestreo, es así que para el análisis Físico-Químico y Microbiológico se codificaron los envases de la siguiente manera: **M1** representaba la a la vertiente del Cerro Casahuala, **M2** representa el agua del Tanque de captación- Chuzalongo que es donde llega el agua cruda de la vertiente, **M3** representa el agua del Tanque previo al ingreso a los filtros de arena- Colacucho, **M4** representa el agua del Tanque después que sale de los filtros de arena- Colacucho, **M5** representa el agua del Tanque después que sale de los filtros de carbón- Pie de Pucará, **M6** representa a la muestra de agua tomada en el Tanque de almacenamiento- Pie de Pucará, **B1** representa a la red de distribución domiciliar norte, **B2** representa a la red de distribución domiciliar centro y **B3** representa a la red de distribución domiciliar sur.

Para el análisis microbiológico se empleó la misma simbología solo que en este caso las muestras se la recolectaba por duplicado es decir que el número 1 y 2 empleados adicionalmente en la simbología representaban a la muestra uno y a su duplicado respectivamente.

Tabla 2-2: Cronograma de Muestreo para Análisis Físico-Químico y Microbiológico.

ANÁLISIS	FÍSICO-QUÍMICO			MICROBIOLÓGICO		
	FECHA			FECHA		
LUGAR	2015/11/04	2015/11/18	2015/12/02	2015/11/04	2015/11/18	2015/12/02
Vertiente Cerro Casahuala	M1			M1*(1-2)		
	M2			M2*(1-2)		
Planta de Tratamiento JAPAQ	M3			M3*(1-2)		
	M4			M4*(1-2)		
	M5			M5*(1-2)		
	M6			M6*(1-2)		
Domicilios de usuarios de JAPAQ	B1			B1*(1-2)		
	B2			B2*(1-2)		
	B3			B3*(1-2)		
TOTAL MUESTRAS	9			18		
M1= Muestra recolectada en la vertiente del Cerro Casahuala.						

M2= Muestra recolectada en el Tanque de captación-Chuzalongo que es donde llega el agua cruda de la vertiente.

M3= Muestra recolectada en el Tanque previo al ingreso a los filtros de arena-Colacucho.

M4= Muestra recolectada en el Tanque después que sale de los filtros de arena-Colacucho.

M5= Muestra recolectada en el Tanque después que sale de los filtros de carbón-Pie de Pucará.

M6= Muestra recolectada en el Tanque de almacenamiento-Pie de Pucará.

B1= Muestra recolectada en la Red norte del sistema de distribución domiciliar de agua potable de la JAPAQ.

B2 = Muestra recolectada en la Red centro del sistema de distribución domiciliar de agua potable de la JAPAQ.

B3= Muestra recolectada en la Red sur del sistema de distribución domiciliar de agua potable de la JAPAQ.

* Muestras recolectadas por duplicado.

(1-2) Los números 1 y 2 representan a la muestra uno y a su duplicado respectivamente.

Realizado por: Poleth Ortiz 2015

2.3.1 Técnica de muestreo

En el muestreo para las determinaciones físicas y químicas se usaron recipientes estériles de polietileno de alta densidad, como lo indica la NTE INEN 2176:1998. Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo; mientras que para las determinaciones microbiológicas se usaron recipientes estériles de tapa de rosca de 100 mL. (Anexo H)

En cuanto a la identificación en los recipientes, fue clara y estable, donde se registró la ubicación exacta del punto de toma de muestra, situación de la misma, hora y fecha de la toma; y además descripciones de utilidad incluyendo los parámetros que fueron medidos *in situ* (pH, temperatura, conductividad, sólidos totales disueltos, cloro libre residual) para evitar confusiones y ambigüedades en el laboratorio con el fin de lograr una interpretación correcta de todo el proceso.

Para el manejo, transporte y conservación de las muestras se utilizó un cooler con geles packs que mantuvieron la temperatura menor a 4°C y a 5°C hasta el momento de llegar al laboratorio para efectuar los respectivos análisis, según lo estipula la NTE INEN 2169:1998. Agua. Calidad del Agua. Muestreo. Manejo y Conservación de Muestras. (Anexo I)

Cabe recalcar que el análisis microbiológico se inició en un tiempo no mayor a 6 horas, de acuerdo con la NTE INEN 1105:1983. Agua. Muestreo para Examen Microbiológico. (Anexo J)

Las muestras colectadas en los inmuebles de la red de distribución provenientes de la planta de potabilización se tomaron en los grifos de descarga (llaves de agua) ubicados en los domicilios, tomando en cuenta si el inmueble a muestrear tenía tanques de almacenamiento, ya que si es así, la muestra no será real debido a la desaparición del cloro suministrado en el tratamiento, lo que ocasionaría resultados incorrectos.

Los grifos de descarga muestreados fueron los que suministran agua directamente de una tubería de la red de distribución, y se desinfecto la boca del grifo con una torunda con alcohol al 70% y posteriormente a ello se dejó correr el agua durante 2 a 3 minutos antes de recolectar las muestra requeridas.

Los frascos colectores de la muestra fueron tomados desde su base, retirando cuidadosamente su tapa y evitando tocar las paredes internas y boca del mismo, para impedir posibles contaminaciones. El volumen de muestra no debe ser inferior a 100 mL y procurar no llenar el frasco por completo, dejando libre aproximadamente un 10 a 15% del volumen total, en el caso de las muestras en las que se realizará el análisis microbiológico. En las muestras que se van a usar para determinar parámetros físicos y químicos, llenar los frascos completamente y taponarlos de tal forma que no exista aire sobre la muestra, el volumen de agua requerido para este análisis es de un litro.

En cuanto a la medición de los parámetros *in situ*, se realizó en un vaso plástico, el cual se llenó las tres cuartas partes del agua a estudiar y se introdujo en la misma el electrodo del equipo multiparámetros HACH sension1-sension5, para medir pH, conductividad, sólidos totales disueltos y temperatura.

Para que las determinaciones con el equipo HACH sension1-sension5 sean las reales, el equipo debe ser previamente calibrado.

2.4 Análisis de muestras

Los métodos que se describen a continuación se realizarón con equipos y reactivos de la marca HACH y 3M Petrifilm™, que están regidos por los estándares internacionales para agua potable como son los *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, las normas APA (Agencia de

Protección Ambiental de los Estados Unidos) para el análisis del agua, normas APHA, AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, Métodos Normalizados para el análisis del Agua Potable y Residuales; así como los Métodos HACH, proporcionados por el mismo equipo; y los métodos Petrifilm™ que fueron proporcionados por los proveedores.

Por consiguiente los resultados obtenidos mediante estos métodos son aceptados para la presentación de informes de agua potable y aguas residuales. Además que todas estas pruebas fueron realizadas en el Laboratorio de Aguas del Cantón Chambo por la Ingeniera Química María Cargua Técnica de dicho laboratorio.

2.4.1 Análisis físico

2.4.1.1 Determinación de pH, temperatura, conductividad y sólidos totales disueltos

Para la determinación de estos parámetros se utilizó el equipo HACH sension1-sension5.

Se llenó las tres cuartas partes de un vaso plástico limpio y estéril con el agua a analizar.

Se encendió el equipo HACH sension1-sension5 con el botón ON/OFF (MODE) y se lavó con ayuda de una piceta y abundante agua destilada el electrodo del equipo.

Con el electrodo del equipo totalmente introducido en la muestra de agua, se agitó de manera suave y en forma circular dejando reposar la muestra, seleccionando el parámetro a analizar (pH, temperatura, conductividad y sólidos totales disueltos), se presionó el botón SET/HOLD y se esperó hasta que el reloj digital del equipo desaparezca de la pantalla.

Se tomó nota de las temperaturas que automáticamente proporciona el equipo y de las mediciones cuando estas se encuentren estables.

Por último se enjuaga el electrodo con agua destilada después de su uso, y se lo guardó.

Las unidades se registraron en °C para la temperatura, µS/cm para conductividad y mg/L para sólidos totales disueltos. (HACH Company, 2000, <https://www.google.com.ec/>)

2.4.1.2 Determinación de color

En el equipo HACH DR2800, se seleccionó en la pantalla: Programa almacenados.

Se seleccionó el test: 125 Color 465nm.

Se colocó 10 mL de agua destilada en la celda, se limpió bien el exterior de la misma y se seleccionó en la pantalla “CERO”.

Se colocó 10 mL de la muestra en la celda, se limpió el exterior de la misma y se seleccionó en la pantalla “MEDICIÓN”.

Se tomó la lectura que indica el equipo dado en Pt-Co. (HACH Company, 2000, <https://www.google.com.ec/>)

2.4.1.3 Determinación de turbiedad

Se encendió el Turbidímetro.

Se colocó en la celda la muestra hasta la marca indicada.

Se colocó la celda dentro del porta-celdas.

Se tomó la lectura, expresado en U.N.T. (Unidad Nefelométrica de Turbidez/ Nephelometric Turbidity Unit). . (HACH Company, 2000, <https://www.google.com.ec/>)

2.4.2 Análisis químico

2.4.2.1 Determinación de cloro libre residual

Se enjuagó el receptáculo del cloro residual y se lo llenó con agua de la muestra a analizar.

Se colocó cinco (5) gotas de la solución OTO.

Se cubrió el receptáculo y se agitó para mezclar.

Se comparó con las tablas de los colores para determinar la prueba.

Para un buen resultado, se comparó los colores entre los primeros diez (10) segundos. Se registró los resultados, expresados en mg/L. (PENTAIR Aquatic Systems, 2016, <http://es.pentairpool.com/>)

2.4.2.2 Determinación de dureza

Se colocó la muestra a analizar en un Erlenmeyer.

En el cartucho de titulación EDTA correspondiente al calcio esperado como concentración de carbonato de calcio (CaCO_3). Se insertó un tubo de alimentación limpio.

Se giró la perrilla de descarga para expulsar algunas gotas al titulador. Se reinició el contador a cero y se limpió la punta.

Al Erlenmeyer que contenía la muestra se le agregó 2 mL de 8N de solución patrón de hidróxido de potasio y se mezcló.

Se agregó los contenidos de una bolsa de polvo indicadora de calcio Cal y se agitó.

Se colocó la punta del tubo de alimentación dentro de la muestra y se giraba el frasco mientras se titulaba con EDTA desde rosa a azul.

Se calculó la concentración de la muestra utilizando la fórmula: Total de dígitos requeridos x Factor de multiplicación= mg/L Dureza de calcio como CaCO_3 . (HACH Company, 2000, <https://www.google.com.ec/>)

2.4.2.3 *Determinación de hierro total*

Se eligió Hach Programs, seleccionando 265 Iron, Ferrover.

Se llenó la celda limpia con 10 ml de la muestra.

Se agregó los contenidos de una bolsa de polvo del reactivo de hierro FerroVer a las celdas de muestra (la muestra preparada). Se agitó bien. **Nota:** Si existe la presencia de hierro, se desarrollará un color anaranjado. El polvo sin disolver no afecta la exactitud de los resultados.

Se programó el temporizador por un periodo de reacción de tres (3) minutos.

Se tomó otros 10 mL de la muestra (este será el blanco).

Cuando el reloj marcó el tiempo, se colocó el blanco en el espectrofotómetro y se leyó a cero (0.00 mg/L Fe). Se colocó el blanco en el soporte de celdas y se cerró el escudo para la luz. **Nota:** Para las muestras turbias, tratar el blanco con una cucharada de 0,1 gramos de removedor de óxido RoVer (utilizar 0,2 g para muestras de 25 ml). Girar para mezclar.

Se presionó: ZERO

En la pantalla se leyó: Puesta a cero, luego: 0.00 mg/L Fe FV

Dentro de los treinta minutos posteriores al timbre del cronómetro, se colocó la muestra preparada en el soporte de celdas.

Se cerró el escudo para la luz y se presionó: READ. Luego aparecieron los resultados sobre mg/l de hierro. (HACH Company, 2000, <https://www.google.com.ec/>)

2.4.2.4 *Determinación de nitratos*

Se ingresó el número de programa almacenado para el nitrógeno de nitrato de alto rango (NO₃--N).

Se presionó: 3 5 5 ENTER. La pantalla mostraba: Fijar nm par 500.

Nota: Se puede utilizar la celda de flujo continuo si se la enjuaga bien con agua desionizada después de su utilización. Evitar verter partículas de cadmio en la celda.

Se giró el cuadrante de longitud de onda hasta que la pantalla pequeña mostró: 500 nm. Cuando el cuadrante de longitud de onda se ubicó correctamente, la pantalla mostraba rápidamente: Muestra cero. Luego: mg/L NO₃--N HR.

Se llenó una celda con 25 ml de muestra. **Nota:** Se debe determinar un blanco reactivo en cada lote nuevo de NitraVer 5. Realizar el Paso 3 a 11 utilizando agua desionizada como muestra. Restar este valor de cada resultado obtenido con este lote de reactivo.

Se agregó el contenido de una bolsa de polvo de reactivo de nitrato NitraVer 5 a la celda (la muestra preparada). Se tapó.

Se presionó: SHIFT TIMER. Se agitó la celda enérgicamente hasta que el cronómetro sonó en un minuto.

Nota: El tiempo y la técnica de agitado influye en el desarrollo del color. Para obtener resultados más exactos, realizar pruebas sucesivas en una solución patrón. Ajustar el tiempo de agitado para corregir el resultado.

Cuando sonó el cronómetro, se presionó: SHIFT TIMER. Comenzó un período de reacción de 5 minutos. **Nota:** Si hay nitrato, se desarrollará un color ámbar.

Se llenó otra celda con 25 ml de muestra (el blanco). Cuando sonó el cronómetro, la pantalla mostraba: mg/L NO₃--N HR, se colocó el blanco en el soporte de la celda y se cerró el escudo para la luz.

Se presionó: ZERO La pantalla mostraba: Puesta a cero Luego: 0.0 mg/L NO₃ --N HR se quitó el tapón. Se colocó la muestra preparada en el soporte de la celda, y se cerró el escudo para la luz.

Nota: Quedará un depósito de cadmio después de disolver el polvo de reactivo Nitra- Ver 5 y no afectará el resultado.

Se presionó: READ La pantalla mostraba: Leyendo. Luego, se visualizó el resultado en mg/l de nitrógeno de nitrato (NO₃--N). **Nota:** Enjuagar la celda de muestra inmediatamente después de usarla para extraer todas las partículas de cadmio.

Se anotó los resultados en las unidades correspondientes. (HACH Company, 2000, <https://www.google.com.ec/>)

2.4.2.5 *Determinación de nitritos*

Se seleccionó en la pantalla: Programas almacenados- test: 371 N Nitrito RB PP

Se llenó la cubeta cuadrada de una pulgada de 10-mL hasta la marca de 10-mL con la muestra.

La muestra preparada: se añadió el contenido de un sobre de reactivo de nitrito NitriVer 3 en polvo a la cubeta.

Se agitó la cubeta, con rotación, para mezclar. En presencia de nitrito apareció un color rosa.

Se seleccionó en la pantalla el símbolo de temporizador y se pulsó OK. Comenzó un período de reacción de 20 minutos.

Preparación del blanco: después de que sonó el temporizador, se llenó otra cubeta cuadrada de una pulgada de 10-mL hasta la marca de 10-mL con la muestra.

Se limpió bien el exterior de la cubeta (el blanco) y se colocó el blanco en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha.

Se seleccionó en la pantalla: Cero. La pantalla indicaba: 0.000 mg/L NO₂--N

Se limpió bien el exterior de la cubeta (la muestra preparada) y se colocó la cubeta en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha.

Se seleccionó en la pantalla: Medición El resultado apareció en: mg/L NO₂--N.

Por último se registró el resultado. (HACH Company, 2000, <https://www.google.com.ec/>)

2.4.2.6 *Determinación de sulfatos*

Se ingresó el número de programa almacenado adecuado para las bolsas de polvo de sulfato (SO_4^{2-}). Se presionó: 6 8 0 ENTER. En la pantalla se leyó: Fijar nm par 450 **Nota:** Las celdas de flujo no pueden utilizarse con este procedimiento.

Cuando se ajustó la longitud de onda correcta en la pantalla apareció rápidamente: Muestra cero luego: mg/L SO_4^{2-}

Nota: Para una mayor exactitud, el usuario debe realizar una calibración para cada nuevo lote de bolsas de polvo de reactivo de sulfato SulfaVer 4;

Se llenó una celda limpia con 25 ml de muestra. **Nota:** Filtrar las muestras muy turbias o coloreadas, utilizar una muestra filtrada en este paso.

Se agregó los contenidos de una bolsa de polvo de reactivo de sulfato SulfaVer 4 en la celda de muestra (la muestra preparada). Se agitó para mezclar. **Nota:** Se desarrollará una turbidez blanca en presencia de sulfato. La exactitud no se verá afectada por el polvo sin disolver.

Se presionó: SHIFT TIMER así se inició el período de reacción de 5 minutos. Cuando sonó el cronómetro, en la pantalla se podía leer: mg/L SO_4^{2-}

Se llenó una segunda celda con 25 ml de muestra (el blanco).

Se colocó el blanco en el soporte de la celda. Y se cerró el escudo para la luz.

Se presionó: ZERO. En la pantalla se podía leer: Puesta a cero. Luego: 0 mg/L SO_4^{2-}

Dentro de los cinco minutos posteriores al timbre del cronómetro, se colocó la muestra preparada en el soporte de la celda. Y se cerró el escudo para la luz.

Se presionó: READ En la pantalla se observó la palabra: Leyendo... Luego aparecieron los resultados en mg/l SO_4^{2-} . **Nota:** Limpiar las celdas de muestra con jabón y un cepillo.

Se anotaron los resultados. (HACH Company, 2000, <https://www.google.com.ec/>)

2.4.2.7 *Determinación de fosfatos*

Se seleccionó en la pantalla: Programas almacenados- test. 490 P react. PV

Se llenó una cubeta cuadrada de una pulgada de 10-mL hasta la marca de 10-mL con la muestra.

La muestra preparada: se añadió el contenido de un sobre de reactivo de PhosVer 3 en polvo.

Se tapó la cubeta inmediatamente y se agitó vigorosamente durante 30 segundos para mezclar.

En la pantalla se seleccionó el símbolo de temporizador y se pulsó OK. Es ahí cuando inició el período de reacción de 2 minutos.

Nota: Si la muestra fue sometida a digestión mediante el procedimiento de digestión para ácido persulfato, dejar 10 minutos de tiempo de reacción.

Preparación del blanco: se llenó otra cubeta cuadrada de una pulgada de 10-mL hasta la marca de 10-mL con muestra.

Después de que sonó el temporizador, se limpió bien el exterior de la cubeta (el blanco) y se colocó el blanco en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha.

Se seleccionó en la pantalla: Cero La pantalla indicaba: 0.00 mg/L PO₄³⁻

Se limpió bien el exterior de la cubeta (la muestra preparada) y se colocó la cubeta en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha.

Se seleccionó en la pantalla: Medición El resultado apareció en mg/L PO₄³⁻.

Se anotó los resultados. (HACH Company, 2000, <https://www.google.com.ec/>)

2.4.2.8 *Determinación de manganeso*

En el espectrofotómetro una vez encendido se pulsó programas almacenados- tets correspondiente: 290 Manganeso RB PAN, inicio.

Preparación del blanco: se llenó una cubeta cuadrada de una pulgada de 10 ml hasta la marca de 10 ml con agua desionizada.

La muestra preparada: se llenó otra cubeta cuadrada de una pulgada de 10 mL hasta la marca de 10 mL con muestra.

Se añadió a cada cubeta el contenido de un sobre de ácido ascórbico en polvo. Se tapó las cubetas e invertirán con cuidado para disolver el polvo.

Se añadió 12 gotas de solución de reactivo de cianuro alcalino a cada cubeta. Y se agitó con cuidado para mezclar.

Se añadió 12 gotas de solución indicadora PAN, 0.1%, a cada cubeta. Se agitó con cuidado para mezclar. Cuando hay manganeso presente, la muestra preparada produjo un color anaranjado.

Se seleccionó en la pantalla el símbolo de temporizador. Ahí comenzó un período de reacción de 2 minutos.

Después de que sonó el temporizador, se limpió bien el exterior de la cubeta (el blanco) y se colocó el blanco en el soporte porta cubetas con la marca de llenado hacia la derecha. Se seleccionó en la pantalla: Cero. La pantalla indicaba: 0.000 mg/L Mn

Se limpió bien el exterior de la cubeta (la muestra preparada) y se colocó la cubeta en el soporte porta cubetas con la marca de llenado hacia la derecha. Se seleccionó en la pantalla: Medición.

El resultado apareció en mg/L Mn. (HACH Company, 2000, <https://www.google.com.ec/>)

2.4.2.9 Determinación de flúor

Se ingresó el número de programa almacenado para fluoruro (F⁻). 1 9 0 ENTER. La pantalla mostraba: Fijar nm par 580

Nota: No se puede utilizar la celda de flujo continuo con este procedimiento.

Cuando se ajustó la longitud de onda correcta, en la pantalla apareció rápidamente: Muestra cero: luego: mg/L F⁻

Se insertó el elevador para celdas de 10 ml en el compartimento para celdas.

Se midió y coló 10,0 ml de muestra en una celda 10 ml (la muestra preparada).

Nota: Utilizar un cilindro o pipeta graduada.

Se midió y colocó 10,0 ml de agua desionizada en una segunda celda de muestra seca (el blanco).

Nota: Utilizar un cilindro o pipeta graduada.

Nota: La muestra y el blanco deben estar a la misma temperatura (± 1 °C). Los ajustes de temperatura se pueden realizar antes o después de agregar el reactivo.

Se colocó 2,00 ml de reactivo SPADNS con la pipeta en cada celda, mezclar.

Nota: El reactivo SPADNS es tóxico y corrosivo; se debe tener cuidado al medir.

Nota: El reactivo SPADNS se debe medir con exactitud.

Se presionó: SHIFT TIMER ahí comenzó el período de reacción de un minuto.

Cuando sonó el cronómetro, la pantalla mostraba: mg/L F⁻ se colocó el blanco en el soporte de celdas.

Se cerró el escudo para la luz. Se presionó: ZERO. La pantalla mostraba: Puesta a cero luego: 0.00 mg/L-F⁻

Se colocó la muestra preparada en el soporte de celdas. Se cerró el escudo para la luz.

Se presionó: READ La pantalla mostraba: Leyendo. Luego se mostraba el resultado en mg/l F⁻.

Se anotó los resultados. (HACH Company, 2000, <https://www.google.com.ec/>)

2.4.2.10 Determinación de amoniaco

Se ingresó el número de programa almacenado para el nitrógeno amoniacal (NH₃-N). Se presionó: 3 8 0 ENTER. En la pantalla se observó: Fijar nm par 425.

Nota: Ajustar el pH de las muestras almacenadas antes del análisis.

Nota: Se puede utilizar la celda de flujo con este procedimiento. Limpiar la celda vertiendo algunos cristales de pentahidrato de sulfato de sodio en el embudo de la celda. Limpiar el embudo y la celda con suficiente agua desionizada para disolver. Enjuagar los cristales.

Se llenó una probeta para mezclar 25 ml (muestra preparada) hasta la marca de 25 ml con la muestra.

Se llenó otra probeta para mezclar 25 ml (el blanco) con agua desionizada.

Se agregó 3 gotas de estabilizador mineral a cada cilindro. Se invirtió varias veces para mezclar.

Se agregó 3 gotas del agente de dispersión de alcohol polivinílico a cada cilindro. Mezclar.

Se colocó con pipeta 1,0 ml del reactivo Nessler en cada cilindro. Se tapó, e invirtió varias veces para mezclar. **Nota:** Se producirá un color amarillento con la presencia de amoníaco. (El reactivo producirá un color amarillo leve en el blanco).

Se presionó: SHIFT TIMER. Ahí comenzó el período de reacción de un minuto.

Mientras tanto se vertía cada solución en la celda de muestra.

Cuando sonó el cronómetro, en la pantalla se veía: mg/l NH₃-N Ness. Se colocó el blanco en el soporte de la celda. Y se cerró el escudo para la luz.

Se presionó: ZERO. En la pantalla se veía: Puesta a cero. Luego: 0.00 mg/L NH₃-N Ness.

Se colocó la muestra preparada en el soporte, se cerró el escudo para la luz. **Nota:** No esperar más de cinco minutos después de agregar el reactivo (Nessler) antes de realizar el último paso.

Se presionó: READ. En la pantalla se veía: Leyendo. Luego se veía el resultado en mg/l de amoníaco expresado como nitrógeno (NH₃-N).

Se anotaron los resultados. (HACH Company, 2000, <https://www.google.com.ec/>)

2.4.3 Análisis microbiológico

2.4.3.1 Determinación de Coliformes totales y fecales por el método placas Petrifilm™

El equipo (mesa de trabajo) y las puntas para micropipeta de 1000 µL estaban totalmente estériles.

Se codificarón las placas 3M Petrifilm™ almacenadas a una temperatura menor a 8°C (menor 46°F) en refrigeración.

Se homogenizaron la muestra de agua vigorosamente.

Se levantó la película superior de la placa y con una micropipeta de 1000 µL se colocó 1mL de muestra en el centro de la película inferior.

Se bajó con cuidado y sin dejar caer la película superior para evitar que atrape burbujas de aire.

Se colocó el dispersor con el lado liso hacia abajo en la película superior sobre el inóculo.

Se presionó suavemente el dispersor para distribuir el inóculo sobre el área circular sin girarlo ni deslizarlo.

Se levantó el dispersor. Se esperó que la placa solidifique en un tiempo mínimo de 3 minutos.

Se incubó las placas carilla arriba en grupos de no más de 20 piezas por 24 h ± 2h a 35 °C ± 1°C.

Se contó las colonias después del período de incubación, las colonias de color rojizo corresponden a Coliformes totales y las colonias de color lila y que presentan burbujas corresponden a Coliformes fecales o *Escherichia coli*.

Los resultados se expresaron en UFC/100 mL.

Se repitió el procedimiento para cada una de las muestras a analizar.

Finalmente se desecharon las placas Petrifilm™ utilizadas en una funda roja. (3M™ Petrifilm™, <http://jornades.uab.cat/>)

CAPÍTULO III

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis, interpretación y discusión de resultados

3.1.1 Análisis físico del agua

Los análisis físicos del agua como son: el pH, temperatura, sólidos totales disueltos y conductividad se realizaron *in situ* con ayuda del equipo HACH sension1-sension5, mientras que para la determinación del color y la turbiedad se empleó el equipo HACH 2100P Turbidimeter y se efectuaron en el Laboratorio de Control de Calidad del Agua para Consumo Humano del Cantón Chambo en los equipos ahí facilitados y bajo la supervisión de la Ingeniera Química María Cargua Técnica del Agua Potable.

3.1.1.1 Análisis del parámetro pH según muestras analizadas.

Tabla 3-3: Datos estadísticos a partir de valores de pH.

Lugar de muestreo	Límite mínimo permisible NTE INEN 1108:2006	Media - pH	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2006
VERTIENTE	6.5	6.79	8.5
CHUZALONGO	6.5	6.85	8.5
COLACUCHO	6.5	6.81	8.5
COLACUCHO FILTROS	6.5	6.90	8.5
TANQUE SALIDA FILTRO	6.5	6.99	8.5
TANQUE ALMACENAMIENTO	6.5	7.02	8.5
RED NORTE	6.5	7.21	8.5
RED CENTRO	6.5	7.22	8.5
RED SUR	6.5	7.20	8.5

Realizado por: Poleth Ortiz 2016.

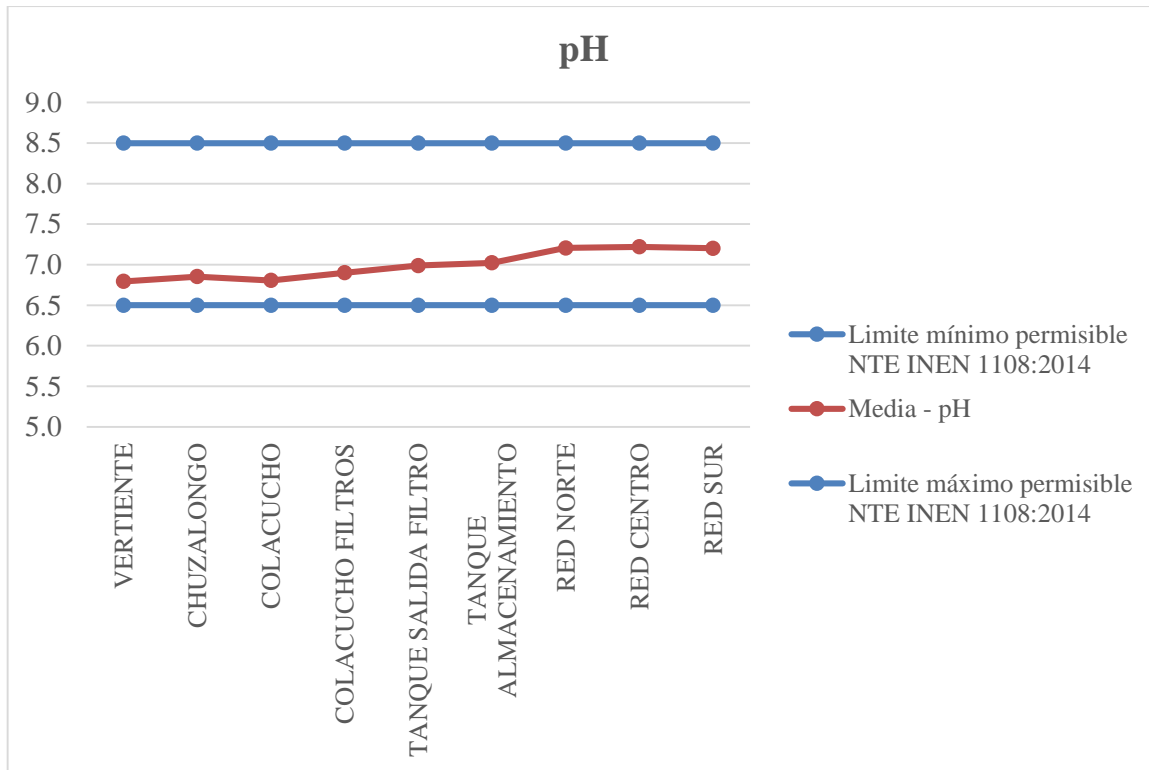


Figura 2-3: Dispersión lineal del parámetro pH.

Realizado por: Poleth Ortiz 2016

La Tabla 20-3 (Ver Anexo A) muestra los valores encontrados en los análisis realizados durante el período Noviembre- Diciembre 2015 con respecto al parámetro de pH. De las muestras analizadas todas cumplen con lo establecido por la NTE INEN 1108:2006 segunda revisión como se puede evidenciar en la Figura 2-3, de donde el valor más alto fue 7.20 Unidades de pH correspondiente a la red de distribución domiciliar sur, mientras que el más bajo fue de 6.79 Unidades de pH perteneciente a la vertiente.

En los resultados obtenidos del agua cruda que son resultados inferiores a 7,0 Unidades de pH se puede decir que estos si favorecen a los procesos de corrosión de las tuberías, pero una vez que el agua inicia el proceso de potabilización van de rangos de 7.02 hasta 7.20 Unidades de pH, que son valores idóneos para el consumo humano, además que como son rangos inferiores a la basicidad impiden que el agua forme incrustaciones calcáreas en las tuberías de distribución y domiciliarias. Los datos obtenidos en nuestra investigación no concuerda con los datos reportados en la investigación llevada a cabo en el agua potable del sistema de abastecimiento del cantón Santa Isabel-Cuenca, por Tacuri J. (2012), puesto que ahí los datos de pH para todas las muestras tanto del agua

cruda, tratada y de los inmuebles se encontraban en rangos de 7.3 y 7.4 Unidades de pH; que son rangos que impiden la proliferación de microorganismos.

3.1.1.2 Análisis del parámetro color según muestras analizadas.

Tabla 4-3: Datos estadísticos a partir de valores de color.

Lugar de muestreo	Media- Color (Und Pt-Co)	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (Und Pt-Co)
VERTIENTE	47.33	15
CHUZALONGO	40.33	15
COLACUCHO	42.67	15
COLACUCHO FILTROS	46.00	15
TANQUE SALIDA FILTRO	32.00	15
TANQUE ALMACENAMIENTO	30.00	15
RED NORTE	24.33	15
RED CENTRO	32.00	15
RED SUR	31.67	15

Realizado por: Poletth Ortiz 2016.

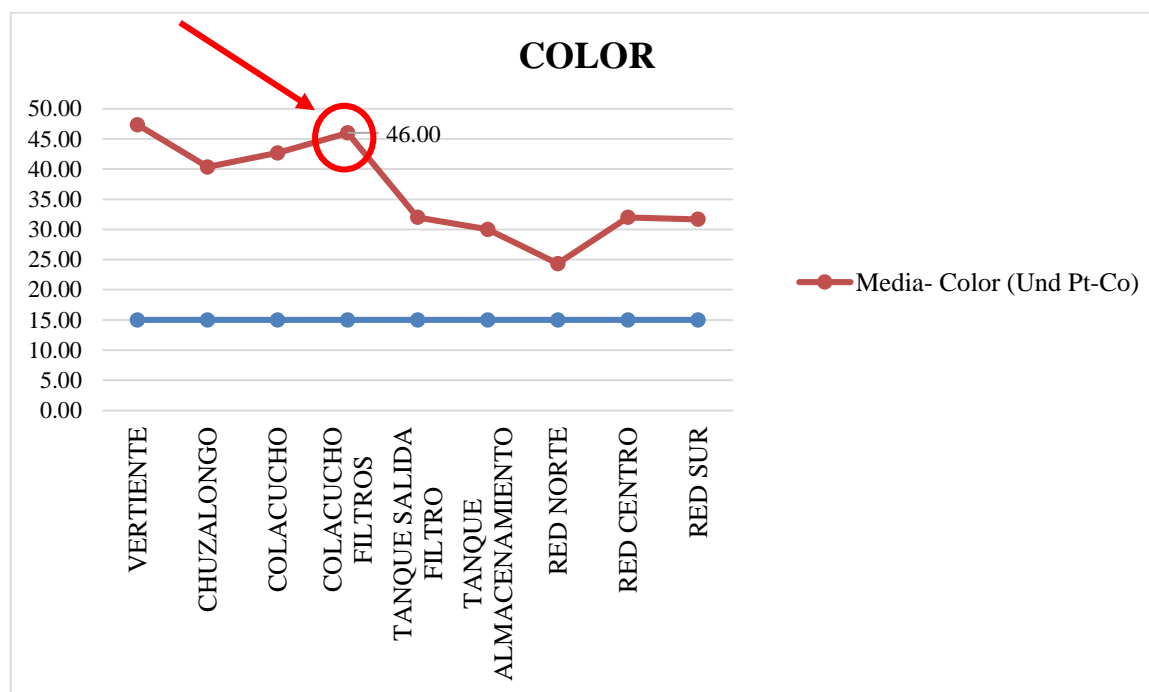


Figura 3-3: Dispersión lineal del parámetro color.

Realizado por: Poletth Ortiz 2016

La Tabla 20-3 (Ver Anexo A) denotan todos los resultados obtenidos en las muestras recolectadas durante el período Noviembre- Diciembre del 2015 del parámetro color, mismas que presentaron valores muy por encima de los 15 Pt-Co que establece la norma, siendo el valor más alto de 47.33 Pt-Co correspondiente a la vertiente, y el más bajo de 24.33 Pt-Co perteneciente a la Red de Distribución Domiciliar Norte de la JAPAQ.

Estos resultados hacen referencia a que el agua no es totalmente inocua ya que no cumple con el límite máximo permitido por la normativa, lo que indica que el agua de consumo aparentemente está contaminada con iones metálicos naturales (hierro y manganeso), que perjudican este parámetro de calidad.

Cabe destacar que los valores más elevados corresponden a la Vertiente, al tanque de Chuzalongo, Colacucho previo a los filtros y Colacucho después de la salida de los filtros, y que podrían deberse a la presencia de algún factor antes mencionado, sin embargo hay que destacar que después de la salida de los filtros de arena en el sector de Colacucho hay un incremento muy notorio del color, por lo que se podría asumir que los filtros de arena ya cumplieron su vida útil o simplemente no están cumpliendo la función para la que fueron destinadas; en las muestras tomadas en el tanque después de la salida de los filtros de carbón activado se observó una gran disminución del color en el agua lo mismo que sucede en el tanque de almacenamiento una vez que es colocado el cloro gas, y en la red de distribución domiciliar norte que casi los valores de color permanecen constantes; sin embargo en la red de distribución domiciliar centro y sur el parámetro color vuelve a incrementar notoriamente su valor, lo que podría asumirse que las tuberías que conducen el líquido vital ya cumplieron su tiempo de vida útil, hay alguna filtración o simplemente hay un problemas de corrosión que hacen que el parámetro color incremente y no cumpla con los límites establecidos en la normativa NTE INEN 1108:2014 Quinta revisión.

Según los datos reportados en la investigación llevada a cabo en el agua potable del sistema de abastecimiento del cantón Santa Isabel-Cuenca, por Tacuri J. (2012), concuerdan con los datos obtenidos en nuestra investigación, pues todos los valores obtenidos del parámetro color se encuentran fuera del límite permisible por la normativa, y en esta investigación se asume que esto se produce por que las redes de distribución ya han terminado su vida útil y también se asume el valor elevado de color al déficit en el tratamiento del agua debido a la falta de tratamiento por las noches.

Otro de los motivos por los que el agua de la JAPAQ no cumple con el parámetro color es decir que esta fuera del límite que exige la normativa, debe ser por el elevado contenido de hierro que posee dicha vertiente (0.80 mg/L).

3.1.1.3 Análisis del parámetro turbiedad según muestras analizadas.

Tabla 5-3: Datos estadísticos a partir de valores de turbiedad.

Lugar de muestreo	Media- Turbiedad (U.N.T.)	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (U.N.T.)
VERTIENTE	6.64	5
CHUZALONGO	6.18	5
COLACUCHO	5.71	5
COLACUCHO FILTROS	4.03	5
TANQUE SALIDA FILTRO	2.13	5
TANQUE ALMACENAMIENTO	2.11	5
RED NORTE	2.17	5
RED CENTRO	2.21	5
RED SUR	2.35	5

Realizado por: Poleth Ortiz 2016.

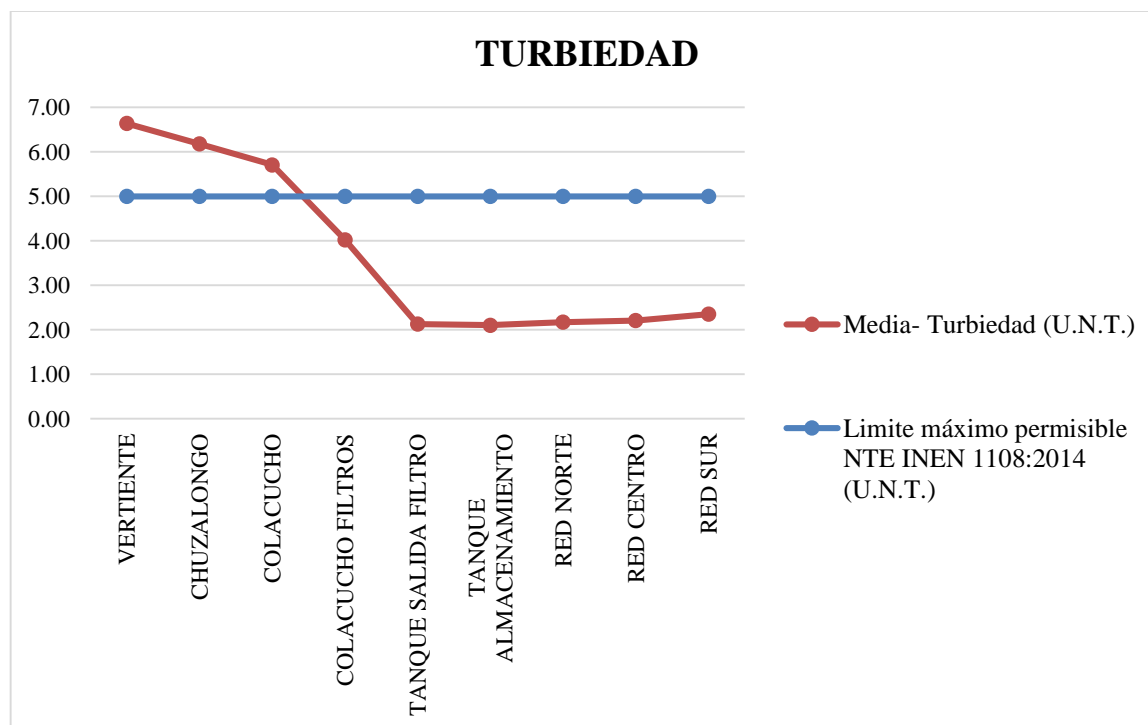


Figura 4-3: Dispersión lineal del parámetro turbiedad.

Realizado por: Poleth Ortiz 2016

La Tabla 20-3 (Ver Anexo A) presenta todos los resultados obtenidos del parámetro Turbiedad expresada en U.N.T (Unidades Nefelométricas de Turbidez / Nefelometric Turbidity Unit), durante el período Noviembre- Diciembre 2015.

En la Figura 4-3 podemos observar claramente que el agua cruda es decir en la vertiente, en el tanque de Chuzalongo y previo al ingreso en los filtros de arena en el sector de Colacucho los valores de la turbidez sobrepasan el límite permisible por la normativa NTE INEN 1108:2014 Quinta revisión que es de 5 U.N.T. Una vez que el agua inicia el proceso de potabilización se nota claramente que la turbidez disminuye, manteniéndose en el rango permisible de la normativa hasta su llegada a los domicilios de los consumidores; con ello se constata la adecuada calidad del agua en base a este parámetro que proporciona la JAPAQ a sus beneficiarios.

Al relacionar los resultados obtenidos con una investigación efectuada en la parroquia Baños, cantón Cuenca, provincia de Azuay por la BQ.F. María Velasco, no concuerdan con nuestro estudio ya que en dicha investigación los resultados obtenidos en cuanto a turbiedad no cumplen con lo establecido en la normativa. Los valores que exceden los límites permisibles son los promedios de las muestras de captación del Río Minas e ingreso del caudal a la planta potabilizadora de la parroquia Baños correspondiente a 7.44 y 10.77 U.N.T. respectivamente, indicando en dicha investigación que las partículas en suspensión pueden ser un importante motivo de compromiso para la salud si los metales pesados y productos químicos hidrófobos son absorbidos por ellos. (Velasco, 2011, <http://dspace.ucuenca.edu.ec/>)

3.1.1.4 Análisis del parámetro temperatura según muestras analizadas.

Tabla 6-3: Datos estadísticos a partir de valores de temperatura.

Lugar de muestreo	Media- Temperatura (°C)
VERTIENTE	13.67
CHUZALONGO	13.47
COLACUCHO	13.67
COLACUCHO FILTROS	13.90
TANQUE SALIDA FILTRO	14.40
TANQUE ALMACENAMIENTO	14.30
RED NORTE	15.00
RED CENTRO	14.83
RED SUR	14.93

Realizado por: Poleth Ortiz 2016.

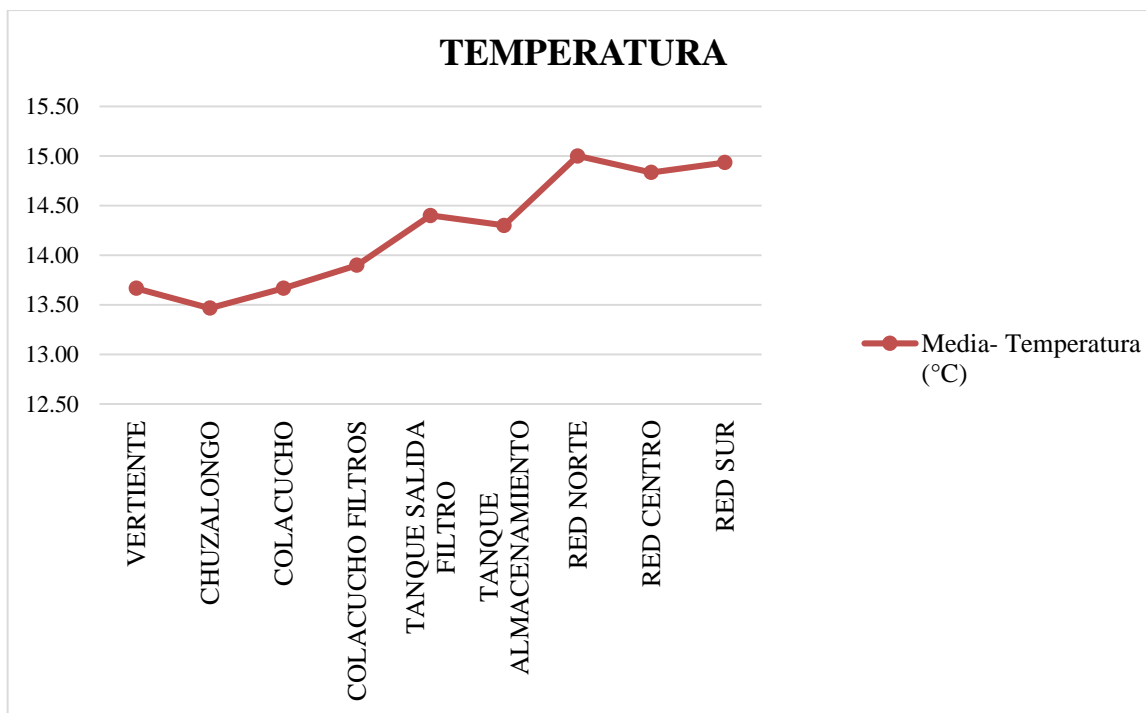


Figura 5-3: Dispersión lineal del parámetro temperatura.

Realizado por: Poletth Ortiz 2016

La Tabla 20-3 (Ver Anexo A) presenta todos los resultados obtenidos del análisis de la temperatura, durante el período Noviembre- Diciembre 2015. Los datos obtenidos de la temperatura del agua se encuentran en un rango entre 13.67 a 15.00 °C.

El valor mínimo de 13.67 °C corresponde a la vertiente ubicada en el sector de Casahuala y el valor máximo de 15 °C pertenece a la Red de Distribución Domiciliar Norte de la JAPAQ. Dichos valores coordinan tanto con las temperaturas ambientales de dichos lugares, el lugar mismo de la investigación y la hora del muestreo, así, el muestreo efectuado en la vertiente fue a las 9 am y en el domicilio de la Red de Distribución Norte fue alrededor de las 11 pm por lo cual la diferencia de temperatura es notoria.

Considerando que no existen investigaciones similares a la efectuada en la JAPAQ en las cuales denoten valores de temperatura, se puede comparar los datos obtenidos con los valores más próximos de temperatura ambiental. Es decir con el de la ciudad de Ambato cuya temperatura ambiental máxima declarada por la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) en el 2008, es de 23.9 °C, y en base a ello concuerdan con los resultados de la presente investigación puestos que los mismos no exceden dicho valor.

3.1.1.5 Análisis del parámetro sólidos totales disueltos según muestras analizadas.

Tabla 7-3: Datos estadísticos a partir de valores de sólidos totales disueltos.

Lugar de muestreo	Media- STD (mg/L)	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2006 (mg/L)
VERTIENTE	65.90	1000
CHUZALONGO	66.57	1000
COLACUCHO	67.07	1000
COLACUCHO FILTROS	65.07	1000
TANQUE SALIDA FILTRO	67.93	1000
TANQUE ALMACENAMIENTO	67.60	1000
RED NORTE	67.83	1000
RED CENTRO	67.10	1000
RED SUR	66.50	1000

Realizado por: Poleth Ortiz 2016.

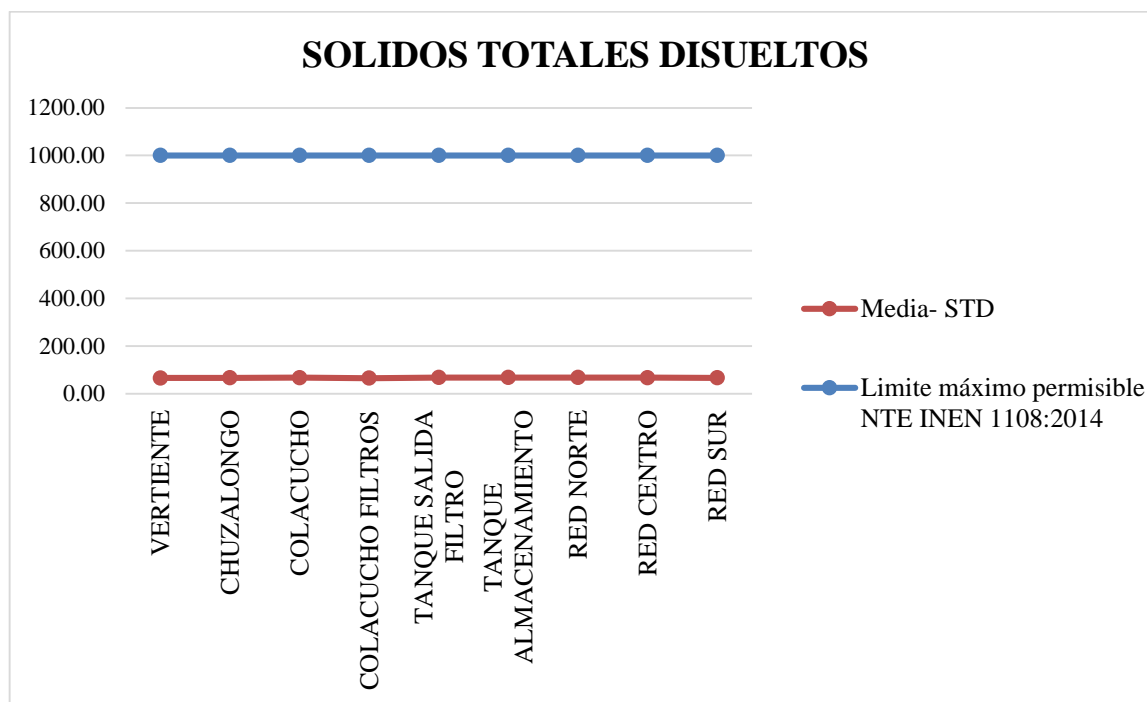


Figura 6-3: Dispersión lineal del parámetro sólidos totales disueltos.

Realizado por: Poleth Ortiz 2016

La Tabla 20-3 (Ver Anexo A) presenta todos los resultados obtenidos del análisis de sólidos totales disueltos durante la investigación llevada a cabo en el período Noviembre- Diciembre 2015, mismos que están dentro del límite permitido por la norma NTE INEN 1108:2006, siendo el valor más alto

67.83 mg/L correspondiente a la Red de Distribución Domiciliar Norte y el valor más bajo es 65.07 mg/L del sector de Colacucho después de la salida de los filtros de arena.

Estos valores son alentadores, ya que al cumplir con la normativa y correlacionar dichos resultados con los obtenidos en conductividad se ratifica lo expresado por Herrera, 2010, en donde indica que el valor de la conductividad es directamente proporcional a la concentración de sólidos.

Al relacionar este parámetro con los resultados obtenidos en la investigación realizada en la parroquia Baños, cantón Cuenca, provincia de Azuay, los datos concuerdan ya que no superan los límites máximos, siendo los promedios de 14.5 mg/L, 13.6 mg/L, 16.4 mg/L, y 17.37 mg/L para la captación del Río Minas, caudal del ingreso a la planta, agua tratada y redes domiciliarias, respectivamente, en donde Velasco expresa que el aumento de los valores se debe al aumento de la conductividad y que las sales de STD (Sólidos Totales Disueltos), pueden ser menos agradables para los consumidores y dependiendo de las sales específicas presentes (como sales de magnesio), pueden ocasionar efectos laxantes en el consumidor transitorio. Además indica que en el momento en que exista un elevado color en el Agua Cruda, el tratamiento que se debe aplicar es la adición mayor de sulfatos de aluminio (floculador), lo cual dará como resultado una disminución de color pero un incremento en el valor de los STD (Sólidos Totales Disueltos). (Velasco, 2011, <http://dspace.ucuenca.edu.ec/>)

3.1.1.6 Análisis del parámetro conductividad según muestras analizadas.

Tabla 8-3: Datos estadísticos a partir de valores de conductividad.

Lugar de muestreo	Media- Conductividad (µS/cm)	Límite máximo permisible Organización Mundial de la Salud OMS-1995 (µS/cm)
VERTIENTE	123.70	1500
CHUZALONGO	125.23	1500
COLACUCHO	126.13	1500
COLACUCHO FILTROS	122.83	1500
TANQUE SALIDA FILTRO	127.43	1500
TANQUE ALMACENAMIENTO	124.73	1500
RED NORTE	125.07	1500
RED CENTRO	123.93	1500
RED SUR	123.63	1500

Realizado por: Poeth Ortiz 2016.

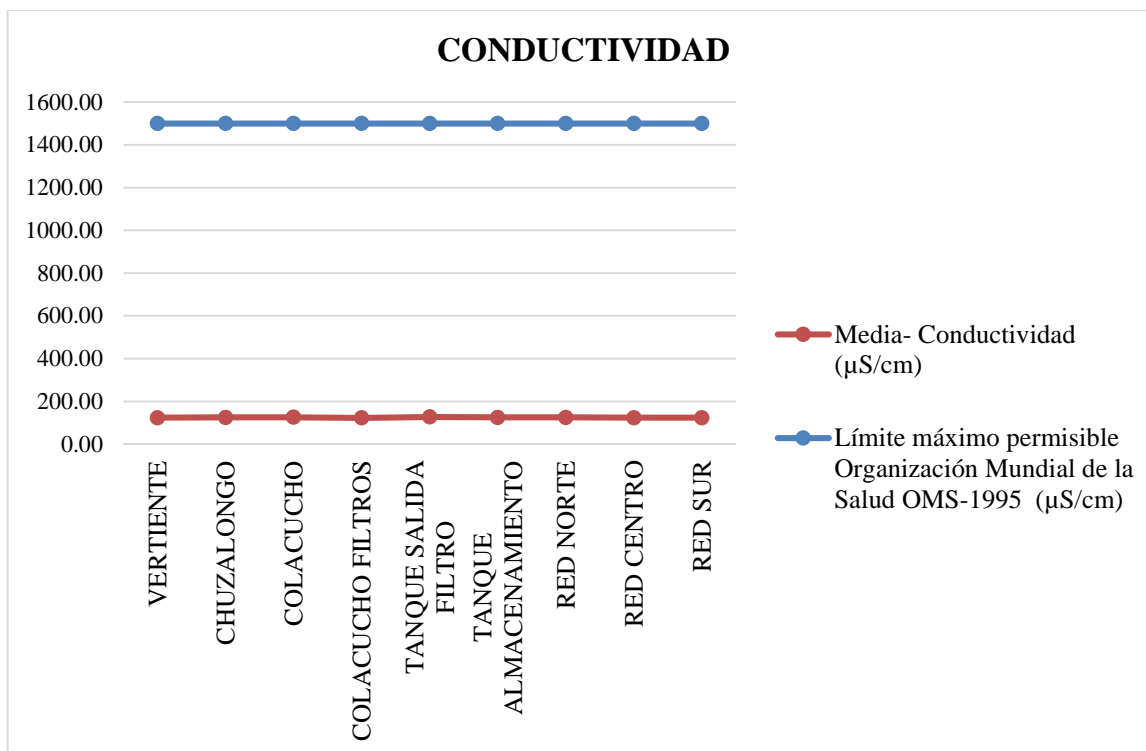


Figura 7-3: Dispersión lineal del parámetro conductividad.

Realizado por: Poletth Ortiz 2016

La Tabla 20-3 (Ver Anexo A) presenta todos los resultados obtenidos del análisis del parámetro Conductividad expresada en $\mu\text{S}/\text{cm}$ de la investigación llevada a cabo en el período Noviembre-Diciembre 2015. Todos los resultados obtenidos se encuentran dentro del límite permitido por la Organización Mundial de la Salud (OMS)-1995, que es de $1500 \mu\text{S}/\text{cm}$, corroborando con ello, que el agua de consumo proporcionado por la planta potabilizadora de la JAPAQ goza de calidad en base a este parámetro.

Según Dorronsoro (2001), indica que con los valores de $250 \mu\text{S}/\text{cm}$ se trata de una clase de agua excelente, mientras que valores entre 250 y $750 \mu\text{S}/\text{cm}$ corresponden a un agua buena. En el caso de la presente investigación, los valores obtenidos de conductividad se encuentran por debajo de los valores antes mencionados; siendo la época estacional y/o cambio climático de gran incidencia en la calidad y magnitud de contaminación del agua, pues un agua excelente según Dorronsoro es aquella que se obtiene durante la época lluviosa y un agua buena aquella en época seca.

No obstante, al comparar los resultados obtenidos con un estudio realizado en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua por la Ingeniera Bioquímica Tirado Andrea, existe una contradicción entre

lo manifestado por Dorronsorero y los resultados obtenidos tanto en el estudio efectuado en la ciudad de Ambato como en la presente investigación, pues los resultados corroboran que el cambio climático incide en el aumento o disminución de las concentraciones de conductividad, presentando concentraciones más elevadas en la época seca que en la época lluviosa, así 298 μ Siems/cm y 247 μ S/cm del agua de ingreso a la Planta de Tratamiento Casigana de la ciudad de Ambato, respectivamente.

3.1.2 Análisis químico del agua

Los análisis químicos del agua se realizaron en el Laboratorio de Control de Calidad del Agua para Consumo Humano del Cantón Chambo, con la ayuda y asesoría técnica de la Ingeniera Química María Cargua, a excepción del parámetro cloro libre residual que fue medido *in situ* con ayuda del equipo Pool and Spa Test Kit y para el resto de pruebas se empleó el equipo HACH DR 2800.

3.1.2.1 Análisis del parámetro cloro libre residual según muestras analizadas.

Tabla 9-3: Datos estadísticos a partir de valores de cloro libre residual.

Lugar de muestreo	Límite mínimo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)	Media-Cloro Libre Residual (mg/L)	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)
VERTIENTE	0.3	0.0	1.5
CHUZALONGO	0.3	0.0	1.5
COLACUCHO	0.3	0.0	1.5
COLACUCHO FILTROS	0.3	0.0	1.5
TANQUE SALIDA FILTRO	0.3	0.0	1.5
TANQUE ALMACENAMIENTO	0.3	0.6	1.5
RED NORTE	0.3	0.3	1.5
RED CENTRO	0.3	0.3	1.5
RED SUR	0.3	0.3	1.5

Realizado por: Poeth Ortiz 2016.

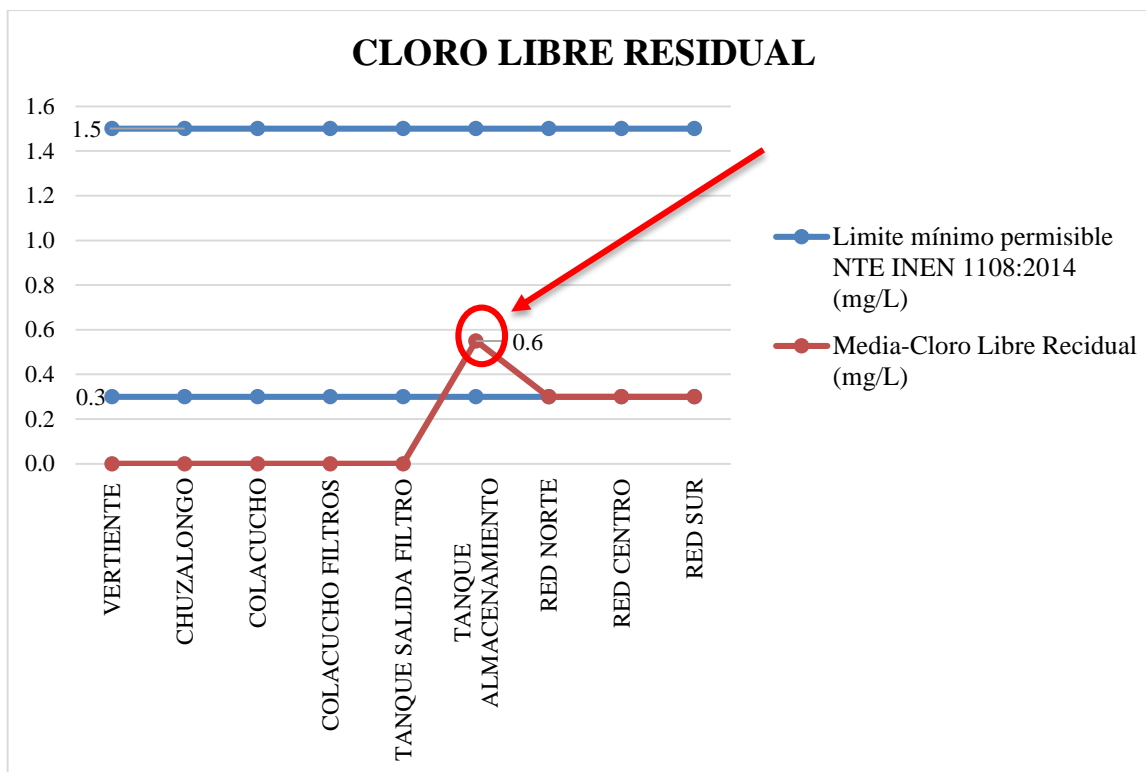


Figura 8-3: Dispersión lineal del parámetro cloro libre residual.

Realizado por: Poleth Ortiz 2016

La Tabla 21-3 (Ver Anexo B) muestra los valores obtenidos de cloro libre residual en las muestras analizadas en los cuatro puntos de muestreo correspondientes al tanque de almacenamiento y a las Redes de Distribución Domiciliar norte, centro y sur de la JAPAQ durante el período noviembre-diciembre del 2015. El 100% de las muestras analizadas cumplen con el rango permitido por la norma NTE INEN 1108:2014 Quinta revisión, verificando con ello la calidad del agua potable en cuanto ha dicho parámetro.

Conforme se realiza la distribución del agua tratada por las redes domiciliarias de la JAPAQ, la proporción de cloro libre residual fue disminuyendo pero no desapareció sino que se mantuvo en el rango permisible de la norma, tanto así que los valores reportados en el tanque de almacenamiento del agua fue de 0.6 mg/L, mientras que en las redes domiciliarias disminuyo reportando 0.3 mg/L, lo que evita la proliferación de microorganismos patógenos para la salud de los usuarios.

Los resultados de nuestra investigación se pudieron comparar con el estudio efectuado en la parroquia Baños, cantón Cuenca, provincia de Azuay entre los cuales no existe una concordancia puesto que en la investigación efectuada en la parroquia Baños, el promedio del agua tratada fue de 0.78 mg/L y el

valor en las Redes de Distribución Domiciliar es de 0.87 mg/L, es decir, hubo un incremento en los valores de cloro libre residual en los domicilios de los usuarios, caso contrario a lo obtenido en mi investigación. Velasco indica que este incremento se debe a una falla técnica por parte del lector, quien es el encargado de realizar la toma de la muestra y su análisis *in situ* del cloro libre residual, un mal manejo del equipo “*POCKET COLORIMETER II*” ocasiona resultados erróneos.

3.1.2.2 Análisis del parámetro dureza según muestras analizadas.

Tabla 10-3: Datos estadísticos a partir de valores de dureza.

Lugar de muestreo	Media-Dureza (mg/L)	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)
VERTIENTE	10.37	500
CHUZALONGO	9.67	500
COLACUCHO	8.87	500
COLACUCHO FILTROS	9.57	500
TANQUE SALIDA FILTRO	7.60	500
TANQUE ALMACENAMIENTO	7.50	500
RED NORTE	6.93	500
RED CENTRO	6.50	500
RED SUR	5.90	500

Realizado por: Poletth Ortiz 2016.

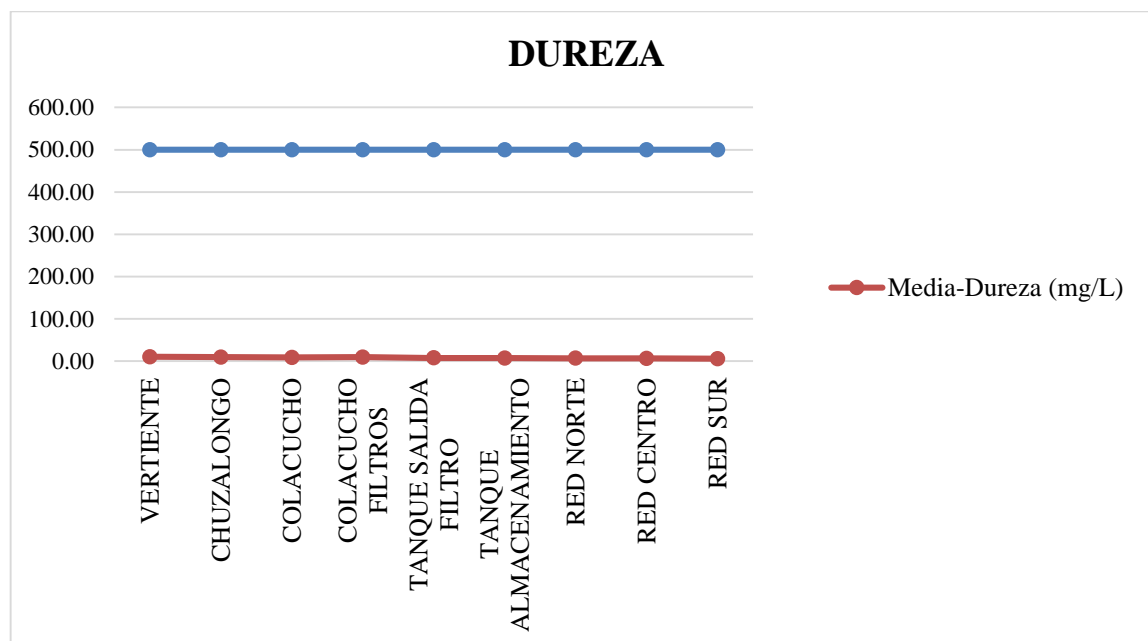


Figura 9-3: Dispersión lineal del parámetro dureza.

Realizado por: Poletth Ortiz 2016

La Tabla 21-3 (Ver Anexo B) indica los resultados obtenidos del parámetro dureza de las muestras analizadas durante el período de investigación Noviembre- Diciembre del 2015, en donde las concentraciones obtenidas están por debajo del límite máximo permitido por la norma NTE INEN 1108:2014 Quinta edición que es de 500 mg/L, evidenciando así la óptima calidad que posee el agua de consumo de la JAPAQ en este parámetro.

De los datos obtenidos en nuestra investigación podemos constatar que los valores de dureza van disminuyendo mientras el agua va siguiendo su curso hasta cuando ingresa a la planta potabilizadora, donde se aprecia una gran disminución en su concentración de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos de calcio y magnesio que son los que determinan la dureza del agua; que es muy favorable, pues que como se indica en bibliografía, que a más de cumplir con lo que exige la norma NTE INEN 1108:2014 el agua de la JAPAQ se encuentran dentro del rango 0-75 mg/L que es una concentración usada para interpretar la dureza del agua según los explica TRIPOD; es decir con los datos obtenidos se llega a la conclusión que el agua de la JAPAQ es un agua suave o blanda.

3.1.2.3 *Análisis del parámetro hierro total según muestras analizada.*

Tabla 11-3: Datos estadísticos a partir de valores de hierro total.

Lugar de muestreo	Media-Hierro Total (mg/L)	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)
VERTIENTE	0.80	0.3
CHUZALONGO	0.83	0.3
COLACUCHO	0.76	0.3
COLACUCHO FILTROS	0.50	0.3
TANQUE SALIDA FILTRO	0.35	0.3
TANQUE ALMACENAMIENTO	0.36	0.3
RED NORTE	0.39	0.3
RED CENTRO	0.41	0.3
RED SUR	0.42	0.3

Realizado por: Poletth Ortiz 2016.

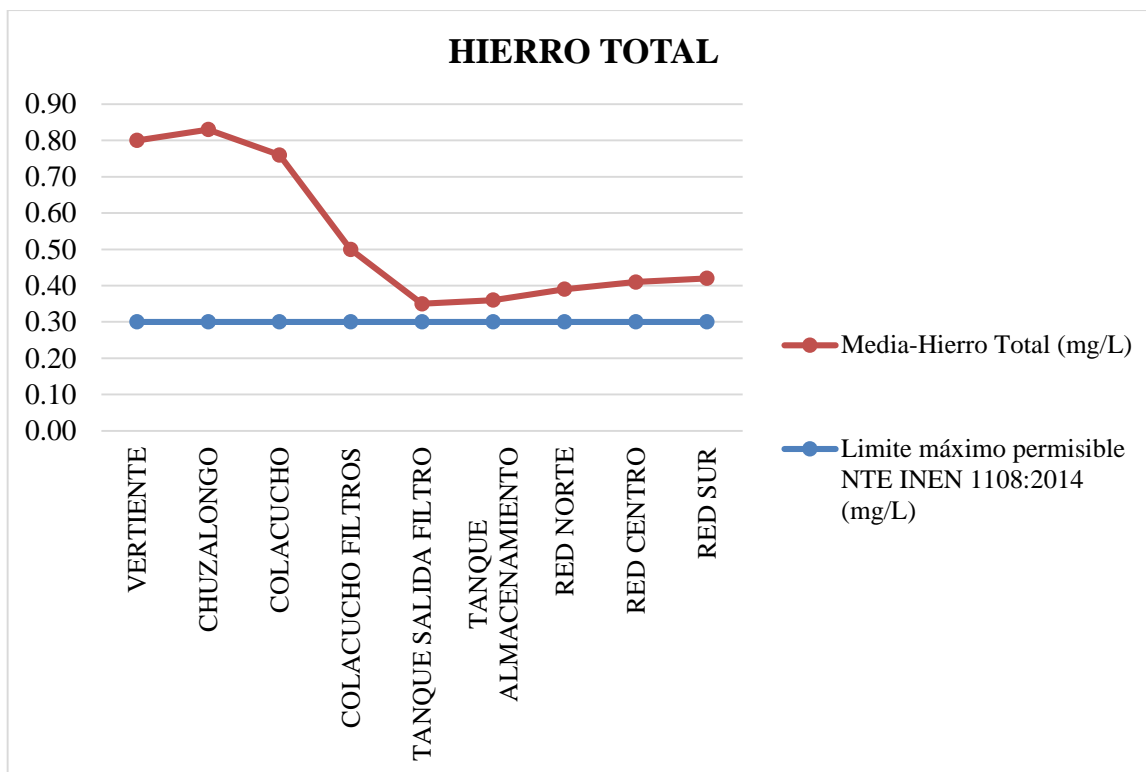


Figura 10-3: Dispersión lineal del parámetro hierro total.

Realizado por: Poletth Ortiz 2016

La Tabla 21-3 (Ver Anexo B) recopila todos los resultados obtenidos a partir de las muestras analizadas en cuanto al parámetro hierro total se refiere. Examinadas durante el período de investigación Noviembre- Diciembre del 2015, donde las concentraciones obtenidas están por encima del límite máximo permitido por la norma NTE INEN 1108:2014 Quinta edición que es de 0.3 mg/L, evidenciando que el agua de consumo de la JAPAQ no cumple con este parámetro.

Resulta claro evidenciar que las concentraciones de hierro en la vertiente son elevadas pues que obtuvimos un valor de 0.80 mg/L, lo que según en bibliografía resulta lógico puesto que el hierro es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre (5%) y que a medida que el agua se filtra por el suelo y las piedras va disolviendo este y otros minerales y los acarrea hacia el agua subterránea que es de donde obtuvimos nuestra muestra. Las aguas subterráneas que presentan como la nuestra altas concentraciones de hierro evidencia el elevado contenido de CO₂ que indica que ha existido oxidación bacteriana de la materia orgánica. Romero (2009) en su libro indica que las concentraciones de hierro total en agua subterráneas van hasta 10 mg/L; y rara vez hasta 50 mg/L en aguas anóxicas con baja alcalinidad.

Además que los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con los registrados por Holguín C. y Rubio H., Ojinaga-México (2005), quienes encontraron niveles de Fe de 0.625 y 0.406 mg/mL en muestreos realizados en el río Conchos, cercano a las ciudades de Parral, Ojinaga y Chihuahua, respectivamente. En esta investigación se explica que el nivel de hierro es elevado y que podría provocar conjuntivitis, coriorretinitis y retinitis si tiene contacto con los tejidos del cuerpo y permanece en ellos; sin embargo hay una contradicción con lo que se encuentra redactado en el libro de Romero (2009), pues que ahí se explica que tras varios estudios realizados se ha demostrado que el consumo humano de agua con hierro en los niveles antes mencionados no tiene efectos nocivos para la salud; el hierro simplemente interfiere en las operaciones como el lavado, imparte tinciones indeseables en los accesorios de plomería, causan incrustaciones en las tuberías y dan el aspecto turbio e indeseable al agua cuando está en contacto con el aire.

Cabe destacar también que al iniciar el tratamiento convencional de potabilización del agua de la JAPAQ hay una reducción apreciable de las concentraciones del hierro total, pero aun así este no está dentro de los límites establecidos en la norma.

3.1.2.4 Análisis del parámetro nitratos según muestras analizadas.

Tabla 12-3: Datos estadísticos a partir de valores de nitratos.

Lugar de muestreo	Media-Nitratos (mg/L)	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)
VERTIENTE	0.27	50
CHUZALONGO	0.50	50
COLACUCHO	0.37	50
COLACUCHO FILTROS	0.33	50
TANQUE SALIDA FILTRO	0.40	50
TANQUE ALMACENAMIENTO	0.37	50
RED NORTE	0.40	50
RED CENTRO	0.63	50
RED SUR	0.67	50

Realizado por: Poeth Ortiz 2016.

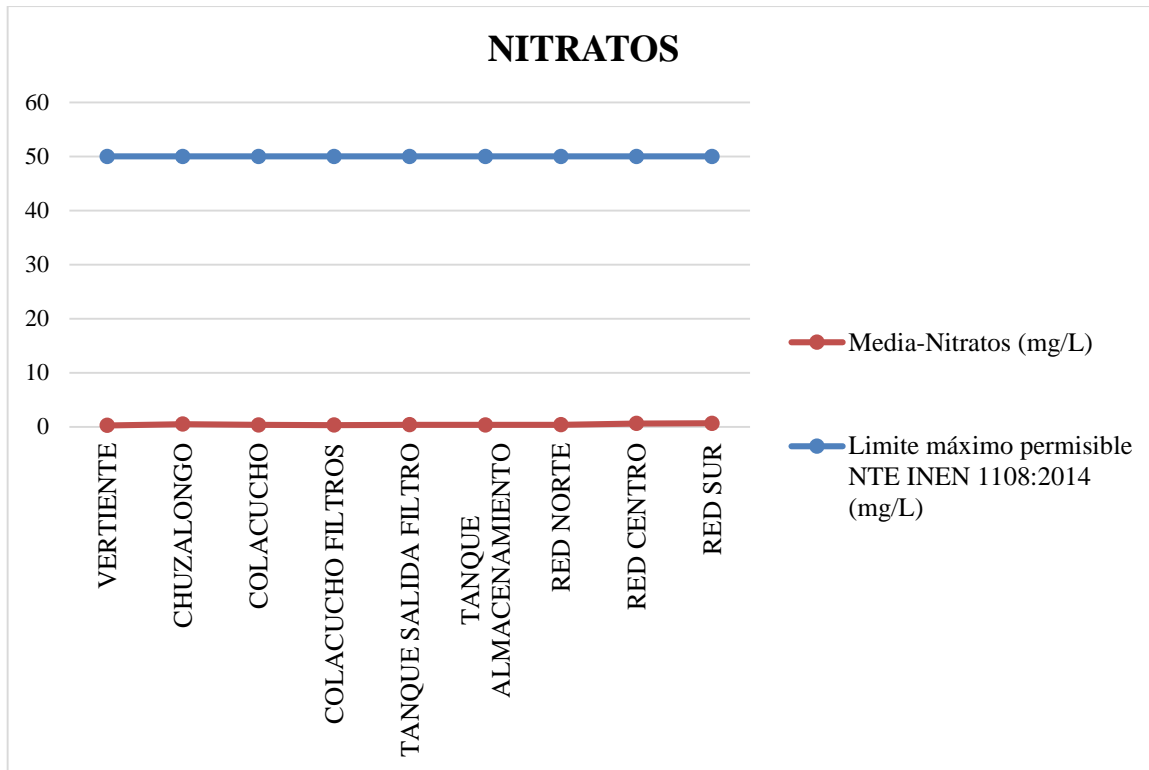


Figura 11-3: Dispersión lineal del parámetro pH nitratos.

Realizado por: Poleth Ortiz 2016

La Tabla 21-3 (Ver Anexo B) recopila todos los resultados obtenidos a partir de las muestras analizadas. Las concentraciones encontradas en las muestras están por debajo del límite máximo permitido, 50 mg/L de nitratos, por la NTE INEN 1108:2014. Los valores obtenidos indican que el agua de consumo es de calidad en cuanto a su parámetro nitratos.

La vertiente, al estar ubicada en el Cerro Casahuala no está próxima a tierras destinadas para la agricultura, por esta razón la contaminación por nitratos es poco probable lo cual se constata con los valores obtenidos en todas las muestras.

Al comparar el parámetro nitratos con el estudio realizado en el cantón Cotacachi de la provincia de Imbabura se encuentran similitudes, ya que sus niveles están por debajo del límite máximo permitido por la normativa, su promedio es de 0.30 mg/L, según la Ingeniera Yar Brenda. Sin embargo, al ser Quisapincha y Cotacachi tierras dedicadas a la agricultura no se evidencia contaminación por nitratos el cual es comúnmente utilizado para enriquecer y mejorar la producción agrícola.

Una investigación realizada en el municipio de Machiques por Br. Borjas L: en Maracaibo Venezuela sobre evaluación de aguas subterráneas, superficialmente su suelo era ampliamente utilizado en la agricultura, se encontraron niveles entre 0.09 y 4.13 mg/L, los mismos que estaban dentro de los límites permisibles, sin embargo el análisis se llevó a cabo en época seca, y sería recomendable seguir con el estudio en época lluviosa.

3.1.2.5 Análisis del parámetro nitritos según muestras analizadas.

Tabla 13-3: Datos estadísticos a partir de valores de nitritos.

Lugar de muestreo	Media-Nitritos (mg/L)	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)
VERTIENTE	0.001	3
CHUZALONGO	0.000	3
COLACUCHO	0.000	3
COLACUCHO FILTROS	0.000	3
TANQUE SALIDA FILTRO	0.004	3
TANQUE ALMACENAMIENTO	0.011	3
RED NORTE	0.002	3
RED CENTRO	0.002	3
RED SUR	0.000	3

Realizado por: Poleth Ortiz 2016.

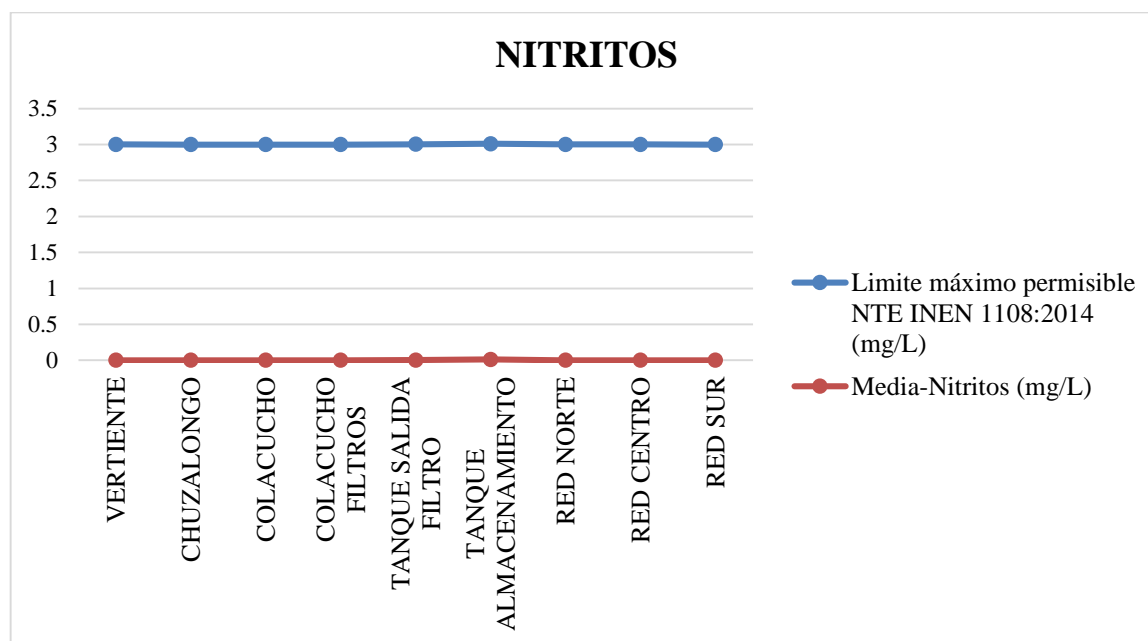


Figura 12-3: Dispersión lineal del parámetro nitritos.

Realizado por: Poleth Ortiz 2016

La Tabla 21-3 (Ver Anexo B) indica los resultados obtenidos en el parámetro nitritos a partir de las muestras analizadas durante el período de investigación Noviembre- Diciembre del 2015, en donde las concentraciones obtenidas están por debajo del límite máximo permitido por la norma NTE INEN 1108:2014 Quinta edición, evidenciando así la óptima calidad que posee el agua de consumo de la JAPAQ en este parámetro la misma que no posee contaminación por nitrógeno específicamente por nitritos.

Al comparar nuestros resultados con la investigación realizada en la parroquia Baños, cantón Cuenca, provincia de Azuay concuerdan con los obtenidos en la presente investigación ya que ningún valor excede el límite permitido, siendo sus promedios de 0.001 mg/L en la vertiente, 0.000 mg/L en el tanque de Chuzalongo, Colacucho previo al ingreso a los filtros de arena y después de la salida de los filtros de arena , 0.004 mg/L en el tanque después de la salida del filtro de carbón activado, 0.011 mg/L en el tanque de almacenamiento y 0.002 mg/L en la Red de Distribución Domiciliar Norte, Centro y Sur, ante lo cual Velasco indico que su presencia es sinónimo de contaminación fecal de animales de sangre caliente como ganado, aves, etc., incluyendo también contaminación fecal humana. Se puede observar en el examen microbiológico una mínima presencia de Coliformes fecales cuando el resultado de Nitritos es muy bajo; en cambio en presencia de valores elevados de Nitritos y Nitratos se observa un abundante crecimiento de Coliformes fecales.

3.1.2.6 Análisis del parámetro sulfatos según muestras analizadas.

Tabla 14-3: Datos estadísticos a partir de valores de sulfatos.

Lugar de muestreo	Media-Sulfatos (mg/L)	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)
VERTIENTE	39.33	250
CHUZALONGO	37.67	250
COLACUCHO	34.67	250
COLACUCHO FILTROS	39.33	250
TANQUE SALIDA FILTRO	34.00	250
TANQUE ALMACENAMIENTO	30.33	250
RED NORTE	30.00	250
RED CENTRO	31.33	250
RED SUR	29.33	250

Realizado por: Poleth Ortiz 2016.

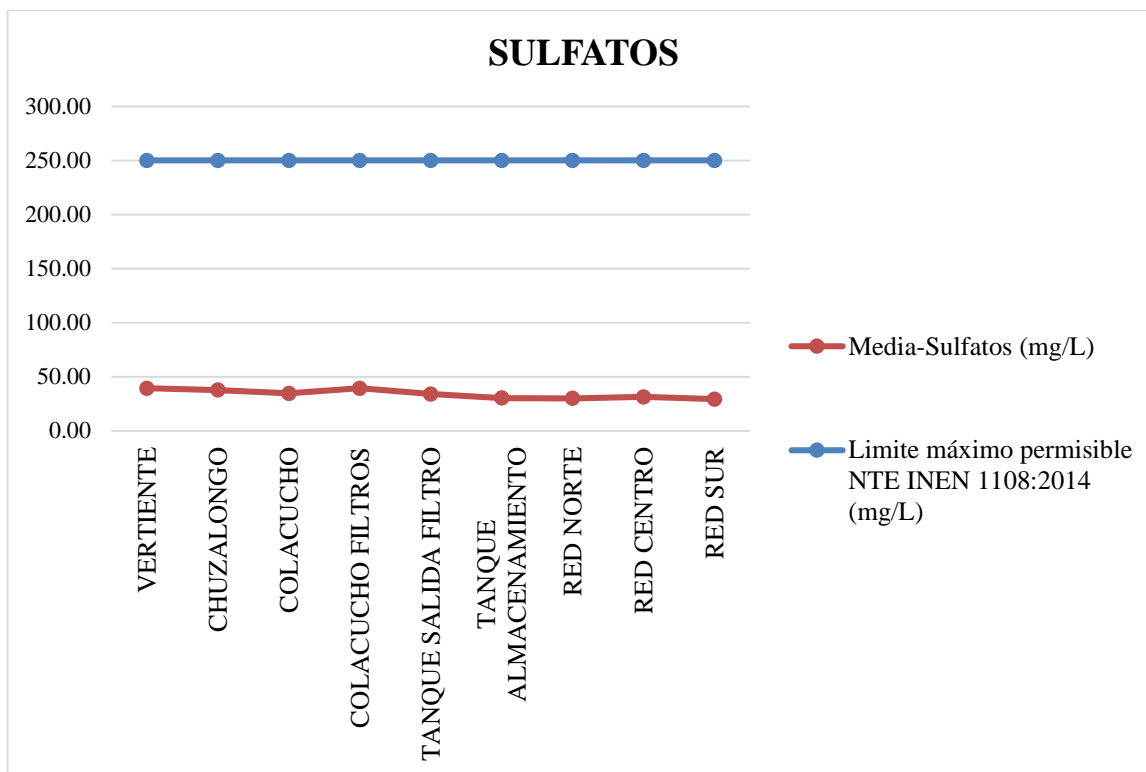


Figura 13-3: Dispersión lineal del parámetro sulfatos.

Realizado por: Poleth Ortiz 2016

La Tabla 21-3 (Ver Anexo B) indica los resultados obtenidos de los sulfatos a partir de las muestras analizadas durante el período de investigación Noviembre- Diciembre del 2015, en donde las concentraciones obtenidas están por debajo del límite máximo permitido por la norma NTE INEN 1108:2014 Quinta edición, evidenciando así la óptima calidad que posee el agua de consumo de la JAPAQ en este parámetro.

Al comparar nuestros resultados con los resultados de una investigación realizada en la parroquia Baños, cantón Cuenca, provincia de Azuay concuerdan con los obtenidos en la presente investigación ya que ningún valor excede el límite permitido, como se puede apreciar claramente en la Tabla 14-3, ante lo cual Velasco indica que los niveles elevados de sulfatos pueden acelerar la corrosión de los metales sobre todo a nivel industrial, y se llega a la conclusión que el agua distribuida por la JAPAQ es de calidad e inocua en cuanto a este parámetro.

3.1.2.7 *Análisis del parámetro fosfatos según muestras analizadas.*

Tabla 15-3: Datos estadísticos a partir de valores de fosfatos.

Lugar de muestreo	Media-Fosfatos (mg/L)	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)
VERTIENTE	0.33	0.3
CHUZALONGO	0.22	0.3
COLACUCHO	0.27	0.3
COLACUCHO FILTROS	0.25	0.3
TANQUE SALIDA FILTRO	0.17	0.3
TANQUE ALMACENAMIENTO	0.17	0.3
RED NORTE	0.21	0.3
RED CENTRO	0.23	0.3
RED SUR	0.34	0.3

Realizado por: Poleth Ortiz 2016.

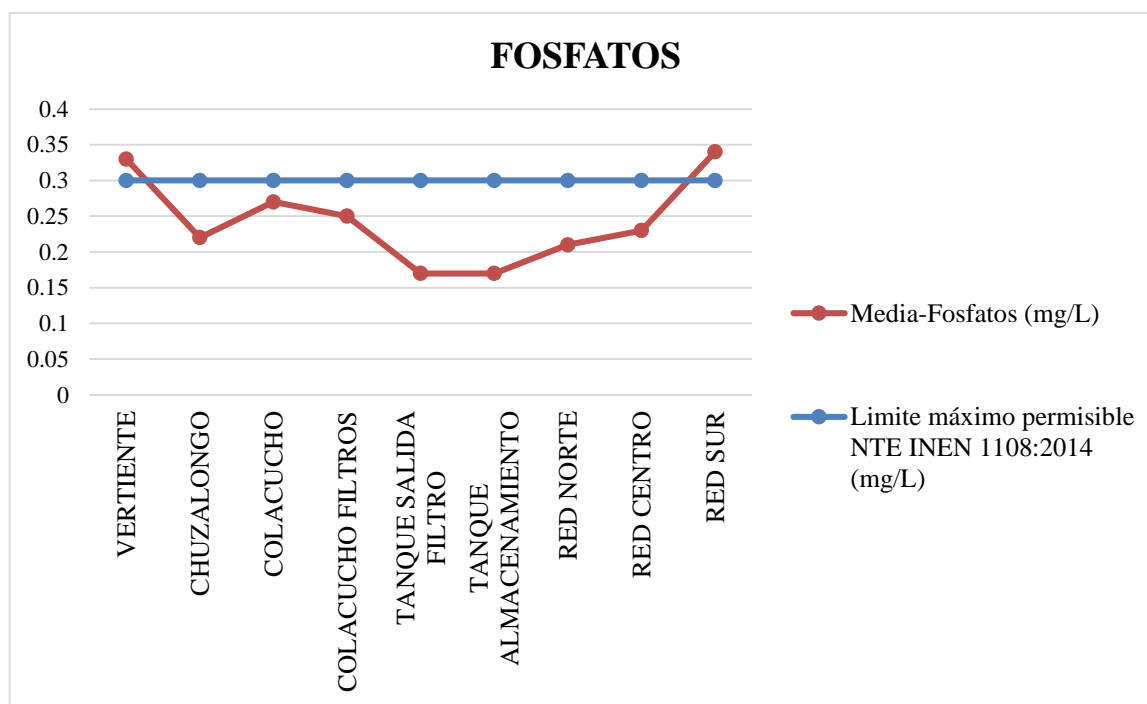


Figura 14-3: Dispersión lineal del parámetro fosfatos.

Realizado por: Poleth Ortiz 2016

La Tabla 21-3 (Ver Anexo B) indica los resultados obtenidos de los fosfatos a partir de las muestras analizadas durante el período de investigación Noviembre- Diciembre del 2015, en donde las

concentraciones obtenidas están fuera del límite máximo permitido por la norma NTE INEN 1108:2014 Quinta edición, que es de 0.4 mg/L.

En la Figura 14-3 podemos evidenciar que los concentraciones que sobrepasan el límite máximo permisible de la norma NTE INEN 1108:2014 Quinta edición es la de la Vertiente con una concentración de 0.33 mg/L y la de la Red de Distribución domiciliar Sur con una concentración de 0.34 mg/L; que resultan mínimas según lo explica Romero en su libro que para aguas naturales la concentración de fosfatos permitida va de 0.01mg/L a 1 mg/L, puesto que al encontrarse las aguas dentro de estas concentraciones de fosfatos resultan inofensivas para el consumo humano.

Se asume que la Red de Distribución Domiciliar Sur presenta un ligero incremento en las concentraciones de fosfatos ya que debe haber posibles infiltraciones o rupturas de las tuberías que conducen el agua, y por ahí puede estar produciéndose una contaminación por fosfatos provenientes de agroquímicos usados para cultivar las tierras pues como bien se conoce la parroquia Quisapincha es altamente agrícola. En cambio; en la vertiente la presencia de fosfatos puede ser de origen natural y se evidencia claramente, puesto que se puede observar la presencia de algas flotando en las aguas de la vertiente esto se produce debido al exceso de fosfatos que existe en dicho lugar, ya que dicho compuesto resulta ser un nutriente que controla el crecimiento de estos organismos.

3.1.2.8 *Análisis del parámetro manganeso según muestras analizadas.*

Tabla 16-3: Datos estadísticos a partir de valores de manganeso.

Lugar de muestreo	Media-Manganeso (mg/L)	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)
VERTIENTE	0.008	0.1
CHUZALONGO	0.009	0.1
COLACUCHO	0.009	0.1
COLACUCHO FILTROS	0.006	0.1
TANQUE SALIDA FILTRO	0.006	0.1
TANQUE ALMACENAMIENTO	0.007	0.1
RED NORTE	0.014	0.1
RED CENTRO	0.010	0.1
RED SUR	0.014	0.1

Realizado por: Poleth Ortiz 2016.

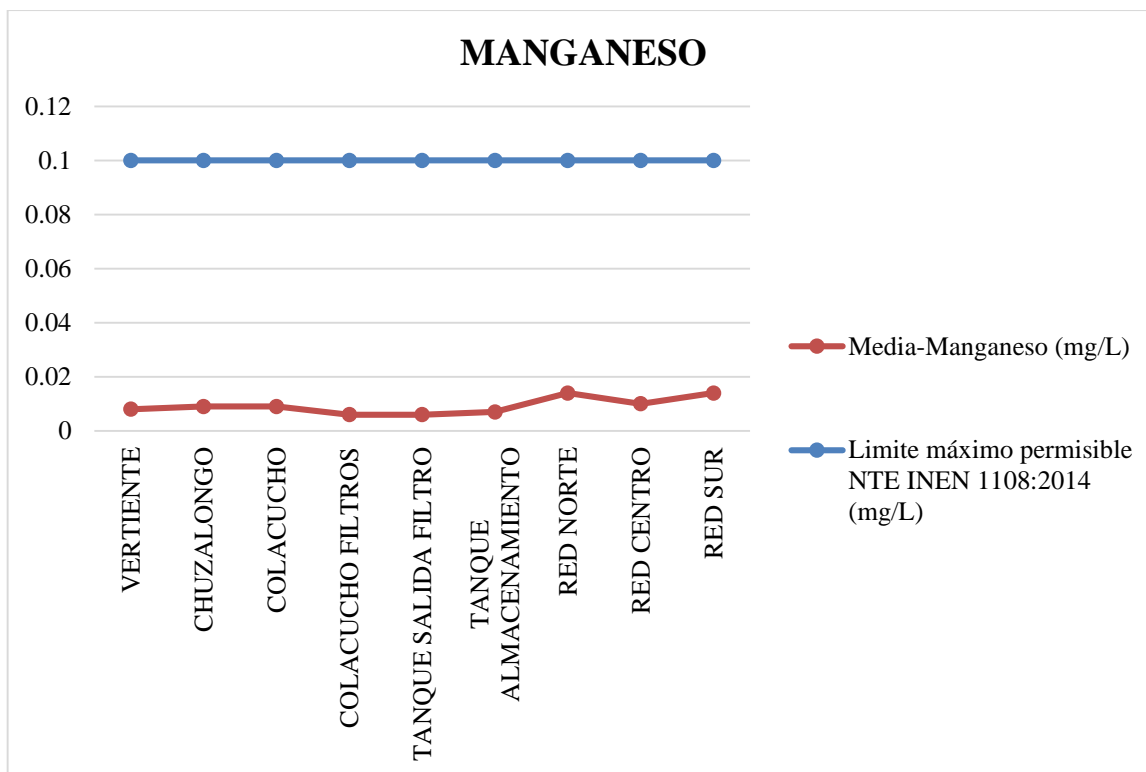


Figura 15-3: Dispersión lineal del parámetro manganeso.

Realizado por: Poleth Ortiz 2016

La Tabla 21-3 (Ver Anexo B) indica que de todas las muestras analizadas en cuanto al parámetro manganeso, ninguna está por encima del límite máximo permitido, por tanto el 100% de las muestras analizadas cumplen con lo permitido por la norma, confirmando con ello la calidad del agua de consumo humano de la JAPAQ en base al parámetro manganeso analizado

Así en un estudio realizado en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua por la Ingeniera Bioquímica Tirado Andrea revela que en el agua que llega a la Planta de Tratamiento Casigana los niveles de manganeso siempre fueron cero durante todo el tiempo de estudio, valores que al corroborar con los obtenidos en la presente investigación concuerdan al cumplir con el límite máximo permitido por la normativa NTE INEN 1108:2011 Quinta edición. Por tanto, al obtener niveles tan bajos de manganeso se puede adjudicar que el agua que proporciona la JAPAQ a los usuarios no presentaría sabores ni olores desagradables originados por elevadas concentraciones de manganeso en el líquido vital. Además el agua tratada aparentemente evidencia ser no dañina para las tuberías de las redes de distribución domiciliar, ya que dicha agua no presenta cantidades significativas en cuanto a sustancias inorgánicas e iones presentes en la misma que puedan corroer la tubería o servir de nutrientes para la proliferación de posibles microorganismos existentes en el sistema de distribución.

3.1.2.9 *Análisis del parámetro flúor según muestras analizadas.*

Tabla 17-3: Datos estadísticos a partir de valores de flúor.

Lugar de muestreo	Media-Flúor (mg/L)	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)
VERTIENTE	0.10	1.5
CHUZALONGO	0.13	1.5
COLACUCHO	0.11	1.5
COLACUCHO FILTROS	0.09	1.5
TANQUE SALIDA FILTRO	0.07	1.5
TANQUE ALMACENAMIENTO	0.14	1.5
RED NORTE	0.04	1.5
RED CENTRO	0.20	1.5
RED SUR	0.03	1.5

Realizado por: Poeth Ortiz 2016.

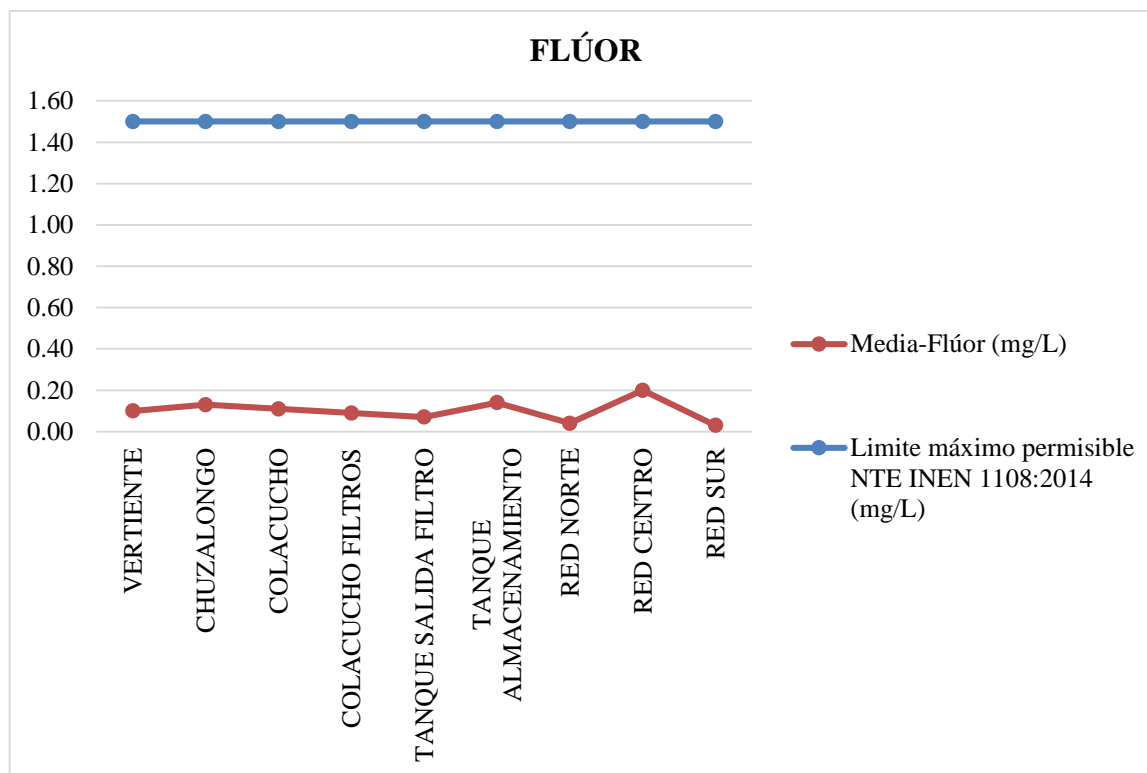


Figura 16-3: Dispersión lineal del parámetro flúor.

Realizado por: Poeth Ortiz 2016

La Tabla 21-3 (Ver Anexo B) evidencia que todos los resultados obtenidos en las muestras analizadas en los meses de Noviembre- Diciembre del 2015 con respecto a flúor cumple con las exigencias establecidas en la norma NTE INEN 1108:2014 al no exceder su límite máximo permitido, presentando el agua potable de la JAPAQ calidad en cuanto al parámetro flúor según las muestras analizadas.

Un estudio realizado en la comunidad de San Jerónimo por el Ingeniero Mario Mejía en Honduras revela que existe 0.49 mg/L de flúor en el agua subterránea destinada para el consumo humano, lo que concuerda con los resultados obtenidos en el presente trabajo, ya que están por debajo del límite máximo permitido por la normativa. La presencia de flúor es normal ya que se encuentra distribuida de forma natural por toda la corteza terrestre.

Y, según Romero J. A. 2002, concentraciones bajas de flúor conlleva beneficios para poblaciones, ya que a bajas concentraciones (<1 mg/L) posee la capacidad para prevenir las caries dentales, un ejemplo cercano de un agua de consumo que presenta esta característica es el agua de la parroquia de San Luis, provincia de Chimborazo.

3.1.2.10 Análisis del parámetro amoníaco según muestras analizadas.

Tabla 18-3: Datos estadísticos a partir de valores de amoníaco.

Lugar de muestreo	Media-Amoníaco (mg/L)	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (mg/L)
VERTIENTE	0.28	1
CHUZALONGO	0.26	1
COLACUCHO	0.22	1
COLACUCHO FILTROS	0.24	1
TANQUE SALIDA FILTRO	0.25	1
TANQUE ALMACENAMIENTO	0.22	1
RED NORTE	0.14	1
RED CENTRO	0.16	1
RED SUR	0.12	1

Realizado por: Poletth Ortiz 2016.

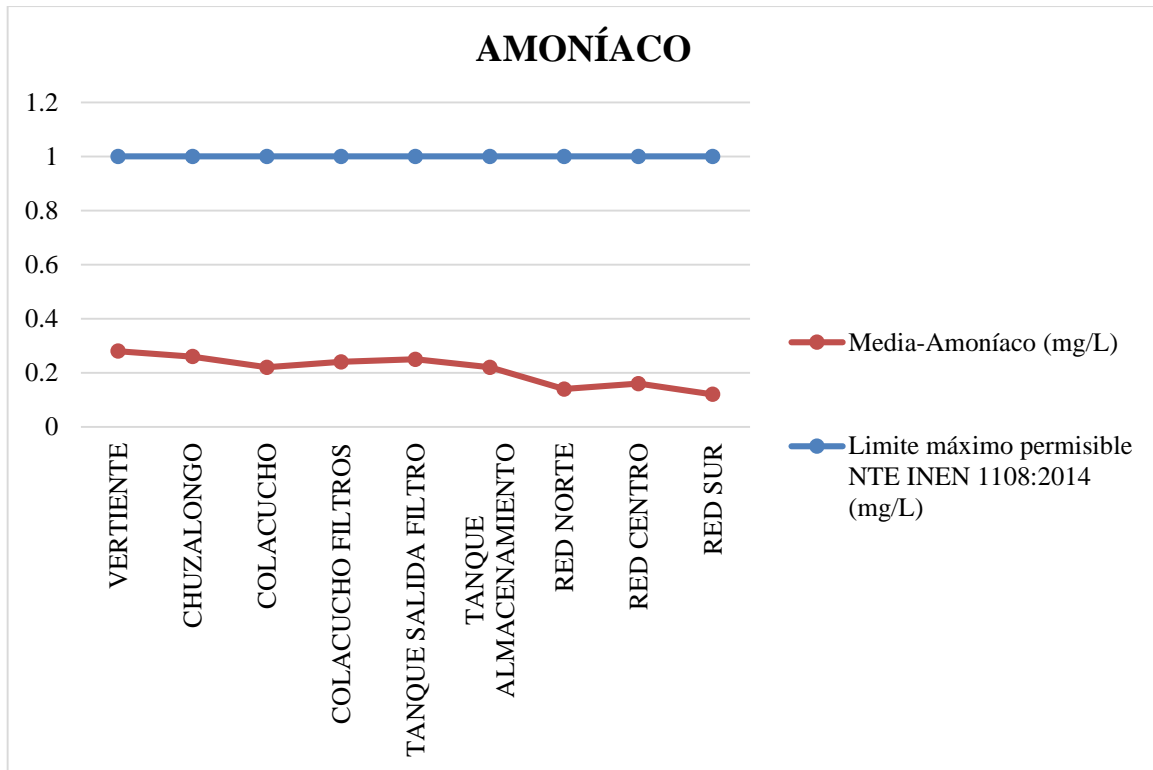


Figura 17-3: Dispersión lineal del parámetro amoníaco.

Realizado por: Poletth Ortiz 2016

La Tabla 21-3 (Ver Anexo B) indica que todos los resultados obtenidos en las muestras analizadas en los meses de Noviembre- Diciembre del 2015 con respecto al parámetro amoníaco cumple con las exigencias establecidas en la norma NTE INEN 1108:2014 Quinta edición, al no exceder su límite máximo permitido; presentando el agua potable de la JAPAQ calidad en cuanto al parámetro amoníaco se refiere.

Las concentraciones de amoníaco obtenidas a lo largo de nuestra investigación se encuentran por debajo del límite permisible de la norma, y se puede evidenciar también que mientras el agua va siguiendo su cauce e incluso pasa por el proceso convencional de potabilización el amoniacos va disminuyendo; esto se produce debido a la aireación que sufre el agua al seguir su curso. Según Romero en su libro indica que las elevadas concentraciones de amoniacos están asociadas con las elevadas concentraciones de hierro y color, lo que no sucede con nuestra investigación puesto que aquí el agua de la JAPAQ presenta elevadas concentraciones de hierro y color, pero por lo contrario las concentraciones de amoniacos son muy bajas.

Los niveles elevados de amoníaco son indicativos de una contaminación reciente; y dicha contaminación puede deberse a aguas residuales ya que el amoníaco proviene de la descomposición de la urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Con esta afirmación podemos concluir que las concentraciones de amoníaco obtenidos en nuestra investigación evidencian que no existe una contaminación significativa en el agua de la JAPAQ.

3.1.3 Análisis microbiológico del agua

El análisis microbiológico del agua se realizó en el Laboratorio de Análisis Clínico y Bacteriológico de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias y se contó con la ayuda técnica del BQ.F. Víctor Guangasig, para el conteo de los microorganismos se emplearon placas 3M Petrifilm™ para coliformes fecales y totales.

Tabla 19-3: Datos estadísticos a partir del conteo de coliformes totales y fecales.

Lugar de muestreo	Media-Coliformes Totales (UFC/100mL)	Límite máximo permisible Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 (UFC/100mL)	Media-Coliformes Fecales (UFC/100mL)	Límite máximo permisible NTE INEN 1108:2014 (UFC/100mL)
VERTIENTE	133.33	2	0.00	<1
CHUZALONGO	100.00	2	0.00	<1
COLACUCHO	66.67	2	0.00	<1
COLACUCHO FILTROS	100.00	2	0.00	<1
TANQUE SALIDA FILTRO	66.67	2	0.00	<1
TANQUE ALMACENAMIENTO	0.00	2	0.00	<1
RED NORTE	0.00	2	0.00	<1
RED CENTRO	0.00	2	0.00	<1
RED SUR	0.00	2	0.00	<1

Realizado por: Poleth Ortiz 2016.

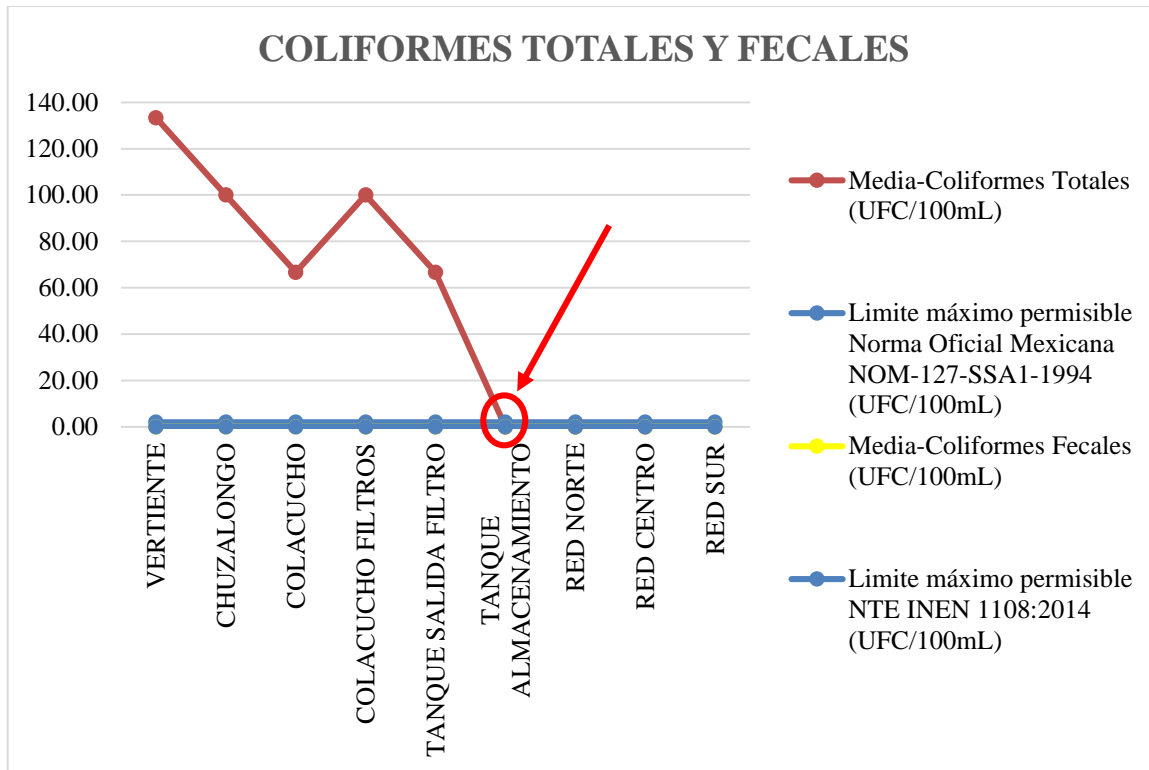


Figura 18-3: Dispersión lineal a partir del conteo de coliformes totales y fecales.

Realizado por: Poeth Ortiz 2016

La Tabla 22-3 (Ver Anexo C) indica el conteo microbiológico en cuanto a Coliformes totales y fecales efectuado en todo el sistema de distribución de la JAPAQ, de las cuales las muestras provenientes de la vertiente, tanque de Chuzalongo, Colacucho previo a los filtros de arena y Colacucho después de la salida de los filtros de arena, se evidenció el crecimiento microbiano solo de coliformes totales mas no fecales, no cumpliendo así con lo exigido en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 para coliformes totales que exige un máximo de 2 UFC/100mL, en cuanto a Coliformes fecales si cumplía puesto que la norma NTE INEN 1108:2014 Quinta edición exige ausencia absoluta de colonias (*E. coli*) y pues no se evidenció crecimiento microbiano durante la investigación.

Las placas 3M Petrifilm™ EC utilizadas para desarrollar la presente investigación fueron selectivas tanto para Coliformes fecales como para Coliformes totales de donde se puede deducir que, el agua cruda si presentó crecimiento microbiano, mientras que en el agua tratada hubo ausencia absoluta de estos microorganismos; es decir pasaba a ser un líquido vital de alta seguridad, inocuidad y calidad para el consumo humano. Cabe recalcar que en ninguna de las muestras analizadas durante la investigación se evidenció el crecimiento de colonias de *E. coli*.

El agua conducida desde la vertiente hacia la planta de tratamiento a través de tuberías obsoletas que poseen perforaciones, provocan contaminación fecal del agua por la presencia de animales de sangre caliente en el páramo Casahuala y por las deposiciones de los animales de pastoreo, por donde pasan las tuberías que trasladan el agua, siendo inevitables la contaminación fecal más aun en época lluviosa donde las precipitaciones elevan el riesgo de contaminación.

Cabe mencionar que, el tanque de Chuzalongo donde llega el agua después de recorrer 20 kilómetros aproximadamente desde la vertiente, no está herméticamente sellado, lo que facilita el ingreso de insectos y desechos sólidos al agua. En el sector de Colacucho antes y después de los filtros de arena los tanques están contruidos de bloques y cemento en cuyo interior carecen de algún tipo de material que facilite su limpieza y la visualización de posibles macro-contaminantes. Además que las impurezas adheridas a las paredes de dichos tanques (tierra, insectos, algas) fueron fácilmente observadas.

Un estudio realizado en San Diego, estado Carabobo, Venezuela, por el profesor de Microbiología Alfieri y colaboradores, revela que mediante el método de siembra en placas 3M Petrifilm™, tres muestras (13%) presentaron recuentos menores de 10 UFC/mL para coliformes totales para la marca de agua potable A, y siete (47%) para la marca B y que ninguna muestra presentó coliformes fecales. Con respecto al recuento de los grupos Coliformes totales, el 87% de las muestras de la marca A presentaron recuentos mayores a 10 UFC/mL por el método rápido de siembra en placas Petrifilm™ y 53% de la marca B presentaron recuentos fuera de especificaciones. Además catorce (14) muestras de agua potables (93%) de la marca B, presentaron recuentos microbiológicos mayores de 10 UFC/mL para aerobios mesofilos por el método Petrifilm™, mientras que para la marca A todas las muestras (100%) presentaron recuentos mayores de 10 UFC/mL, por el mismo método de siembra. Es decir, en lo relativo a Coliformes totales y fecales nuestra investigación concuerda con la efectuada en Carabobo, ya que no existe presencia de Coliformes fecales y la presencia de Coliformes totales es mínima, sin embargo cabe destacar que al efectuar la cloración del agua en la planta de tratamiento de la JAPAQ se eliminan estos microorganismos patógenos.

CONCLUSIONES

1. Se determinaron los parámetros físico- químicos y microbiológicos del agua de la Junta Administradora de Agua Potable de Quisapincha (JAPAQ), en muestras procedentes de nueve puntos de muestreos, siguiendo metodologías de la NTE INEN (Métodos Normalizados para el análisis del Agua Potable y Residuales), *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, normas APHA, AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, métodos HACH, y los métodos Petrifilm™.
2. Al analizar los parámetros físicos como son: pH, color, olor, turbiedad, sólidos totales disueltos y conductividad, podemos constatar que se encuentran dentro del rango permisible por la norma NTE INEN 1108:2014; exceptuando el parámetro color que nunca cumplió con el límite y puede deberse a que existe un elevado contenido de hierro en el agua, que hace que dicho parámetro se incremente.
3. Los parámetros químicos: cloro libre residual, dureza, hierro total, nitratos, nitritos, sulfatos fosfatos, manganeso, flúor y amoníaco se encuentran dentro del rango permisible por la norma NTE INEN 1108:2014; exceptuando el parámetro hierro total y fosfatos que están fuera del límite y puede deberse a que el agua proviene de fuentes subterráneas ricas en dichos metales, o que el sistema de tratamiento convencional que se le da al agua no es eficiente; además se podría asumir que las tuberías que conducen el agua ya cumplieron su tiempo de vida útil, pues que estas pueden tener infiltraciones, poseer corrosión y por esta razón hacen que estos parámetros incrementen.
4. Al analizar el parámetro microbiológico que comprende el conteo de colonias de Coliformes totales y fecales, podemos constatar que se encuentra dentro del rango permisible por la norma NTE INEN 1108:2014, aunque se evidenció el crecimiento de colonias de Coliformes totales en las muestras recolectadas en los puntos previos al tratamiento convencional que se le da al agua, pues que a partir de que el agua es clorada ya no se evidenció crecimiento microbiano.
5. Se pudo evidenciar que en los sectores cercanos a la vertiente existen animales, excretas, materia orgánica, entre otros factores que contaminan el agua, ya que no existe un cerco o una tapa que cubra la vertiente facilitando así su contaminación.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda mejorar el sistema de potabilización del agua de la JAPAQ, pues que no está cumpliendo el objetivo deseado.
2. Para disminuir la concentración de hierro se recomienda realizar una mayor aeración al agua ya sea esta mediante caídas del agua en escaleras, cascadas, chorros o aplicar gas a la masa de agua mediante aspersión o burbujeo; con estos procesos se disminuirá también la concentración del color.
3. Se recomienda hacer una estructura que proteja el ojo del agua de contaminaciones fecales por parte de los animales presentes en el campo abierto.
4. Se recomienda mejorar el mantenimiento e infraestructura del tanque de almacenamiento en el sector de Colacucho y Pie de pucara, estableciendo períodos de limpieza y desinfección del mismo y de sus alrededores, así como la desinfección y lavado de los filtros de arena
5. Capacitar a los operadores en el manejo de equipos para la determinación de cloro libre residual y pH, para que controlen si el dosificador de cloro gas está funcionando correctamente.
6. Realizar un control de mantenimiento permanente de tuberías, filtros, tanques de almacenamiento y redes de distribución, con el fin de garantizar las condiciones de potabilización realizadas en la planta de la JAPAQ, hasta la llegada a los inmuebles de los usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

1. **3M™ PETRIFILM™**. *Guías de interpretación* [En línea]. España, 2012. [Consultada: 15 de diciembre 2015]. Disponible en: http://jornades.uab.cat/workshopmrama/sites/jornades.uab.cat/workshopmrama/files/Petriefilm_guias.pdf
2. **AGBAR AGUA**. *Nitratos- Parámetros Químicos del agua*. Chile, 2013. [Consultada: 16 de diciembre 2015]. Disponible en: <http://www.aquagest-regiondemurcia.es/img/contenidos/1/ficha-sobre-calidad-del-agua.pdf>
3. **APHA, W. A. 2015**. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington D.C. : American Public Health Association.
4. **ARCOS, Mireya**. *Indicadores microbiologicos de contaminación de las fuentes de agua* [En línea] 12 de Diciembre de 2012. [Consulta: 24 de Noviembre de 2015.]. Disponible en: http://www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/ARTREVIS2_4.pdf
5. **AUCAPIÑA, Fanny & VELASCO, María**. *Evaluación fisico.quimica y microbiologica del agua para consumo humano*[en línea] Universidad de Cuenca, 2011. [Consulta: 7 de Julio de 2015.] Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2456/1/tq1099.pdf>.
6. **AZNAR, Antonio**. *Determinación de los Parámetros de Calidad de las Aguas* . [en línea] 2012. [Consulta: 12 de Julio de 2015.]. Disponible en: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>.
7. **BOISCHIO, Ana**. *Flúor en el agua de consumo* [en línea]. Organización Mundial de la Salud, 2012. [Consultada: 16 de diciembre 2015]. Disponible en: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=8193%3A2013-fluor-agua-consumo&catid=4716%3Atoxicology-content&Itemid=39798&lang=es
8. **CRESPO, José**. *Ayuda en Acción para mejorar la calidad del agua* [en línea] 2013. [Citado el: 11 de Julio de 2015.]. Disponible en:

<http://www.ayudaenaccion.org/contenidos/documentos/El%20agua%20un%20recurso%20indispensable.pdf>.

9. **ECHARRI, Luis.** *Agua de calidad para el consumo humano* [en línea]. Universidad de Navarra 2009. [Consultado: 12 de Julio de 2015.]. Disponible en: <file:///C:/Users/HP/Downloads/Tema%208%20Contaminacion%20del%20agua%2007.pdf>.
10. **EL AGUA EN NAVARRA.** [en línea]. España: Navarra, 2013. [Consultado: 16 de diciembre 2015]. Disponible en:
http://www.navarra.es/home_es/Temas/Medio+Ambiente/Agua/Documentacion/Parametros/ParametrosNutrientes.htm
11. **GLYNN, Henry.** *Parámetros físico químicos del agua* [en línea]. Ingeniería Sanitaria 2009. [Consultado: 12 de Julio de 2015.]. Disponible en: <file:///C:/Users/HP/Downloads/1209953401.determinacion-de-solidos.pdf>.
12. **HACH COMPANY.** *Manual de análisis de agua 2000* [en línea]. [Consultado: 5 de Noviembre de 2015.]. Disponible en: https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8c&ved=0ahUKEwiq5OKG3bjKAhUESyYKHaWBD9IQFgggMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.hach.com%2Fassetget.download.jsa%3Fid%3D7639984469&usg=AFQjCNF50fT_1mifB_6kQ0-W_W6W6phtKA&sig2=d7CyA1CmLZt-52qdqUOqiw&bvm=bv.112064104,d.eWE
13. **IDROVO, Cecibel.** *Calidad microbiológica del agua* [en línea]. Universidad de Cuenca 2010. [Consultado: 12 de Julio de 2015.]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/2426/1/tq1066.pdf>.
14. **Instituto Ecuatoriano de Normatización INEN 971.** *Agua potable. Determinación de la turbiedad. Método nefelométrico.* [Consulta: 12 de Julio del 2015.]. Disponible en: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0971.1984.pdf>
15. **MARK, Farland & MONTY, Dozier.** *Problemas del agua potable: El hierro y el manganeso* [en línea]. Instituto de Recursos de Agua de Texas, 2008. [Consultada: 16 de diciembre 2015]. Disponible en: <http://texaswater.tamu.edu/resources/factsheets/15451sironandman.pdf>

- 16. MONGE, Cristina.** *El agua: recurso natural y elemento de desarrollo* [en línea]. Diciembre de 2014. [Consultado: 12 de Julio de 2015.]. Disponible en: <http://www.fusda.org/revista11pdf/Revista11-2ELAGUARECURSONATURALYELEMENTODEDESARROLLO.pdf>
- 17. Norte, Salud Pública Carolina NCPH.** [en línea] 2009. [Consultado: 12 de Julio de 2015.] Disponible en: http://epi.publichealth.nc.gov/oe/docs/Las_Bacterias_Coliformes_WellWaterFactSt.pdf.
- 18. OLAIZ, Gustavo.** *Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "Salud Ambiental, agua para uso y consumo humano- limites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización"* [en línea]. Noviembre de 2000. [Consultado: 6 de Enero de 2016.]. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>
- 19. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD..** *Hojas informativas sobre enfermedades relacionadas con el agua* [en línea]. 2013. [Consultado: 12 de Julio de 2015.]. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/diseasefact/es/.
- 20. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD.** *Guías para el Mejoramiento de la Calidad del Agua a Nivel Casero.* [en línea]. Lima 2005. [Consultado: 13 de Enero de 2016.]. Disponible en: http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d25/067%20Gu%C3%ADa%20para%20el%20mejoramiento%20de%20la%20calidad%20del%20agua%20a%20nivel%20casero/guia-mejor_agua_metodocasero.pdf
- 21. PASCAL, Kosuth.** *Recursos Naturales el Agua* [en línea] 2012. [Consultado: 12 de Julio de 2015.] Disponible en: <http://www.agropolis.org/es/pdf/dossier-agua/agua-recurso-natural.pdf>.
- 22. PENTAIR.** *Aquatic systems-kits de prueba* [en línea]. 2016 [Consultado: 20 de Enero de 2016.]. Disponible en: <http://es.pentairpool.com/products/maintenance-and-safety-equipment-test-kits-201.htm>

23. **RAMIREZ, Fabián.** *Potabilización del agua* [en línea]. Noviembre de 2015. [Consultado: 27 de Noviembre de 2015.]. Disponible en: <http://www.elaguapotable.com/coagulacion-floculacion.htm>.
24. **ROMERO, J.** *Calidad del agua*. Tercera edición. Bogotá-Colombia: Escuela Colombia de Ingeniería, 2009, pp. 107-115.
25. **ROMERO, Mynor.** *Tratamientos utilizados en la potabilización del agua* [en línea]. Universidad Rafael Landívar 2012. [Consultado: 12 de Julio de 2015.]. Disponible en: http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_08_ING02.pdf.
26. **SÁNCHEZ, Andrés.** *Validación de las Técnicas Hierro total y Fosfatos en agua en el Laboratorio ALISCCA LTDA*. Pereira- Ecuador, 2011. [Consultada: 16 de diciembre 2015]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2080/1/628162S211.pdf>
27. **SIGLER, Adam & BAUDER, Jim.** *Well Educated "Educación en el Agua"* [en línea]. Universidad Estatal de Montana, 2014. [Consultada: 16 de diciembre 2015]. Disponible en: http://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Nitrate%202012-11-15-SP.pdf
28. **TACURI, José & VINTIMILLA, Oscar.** *Control microbiológico y físico-químico del agua potable del sistema de abastecimiento del Cantón Santa Isabel*. [en línea]. Universidad de Cuenca 2012. [Consultado: 11 de Julio de 2015.]. Disponible en: <file:///C:/Users/HP/Downloads/tq914.pdf>.
29. **TAMEZ, Carlos.** *ECHANGE ET MISSION*. [en línea] Junio de 2010. [Consultado: 12 de Julio de 2015.]. Disponible en: <http://www.interfazweb.net/ifzclientes/ambienteglobal/doc/3agua.pdf>.
30. **TIRADO, Andrea.** *Caracterización físico-química y microbiológica de la calidad de agua que accede a la planta de tratamiento casigana EP EMAPA-A y estrategias para evitar su contaminación* [en línea]. (Tesis pregrado) Universidad Técnica de Ambato 2013. [Consultado: 7 de Julio de 2015.]. Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6644/1/BQ%2051.pdf>.

31. **VARGAS, Carmen & ROJAS, Ricardo.** *Organización Mundial de la Salud- Control y Vigilancia de la calidad del Agua de Consumo Humano (1995)* [en línea]. Julio de 2010. [Consultado: 6 de Enero de 2016.]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/cd-cagua/ref/text/09.pdf>
32. **VERREY, J.** *Agua su calidad y tratamiento.* Segunda edición. Departamento Federal-México: Fuentes Impresores S.A., 1968, pp. 1-8.
33. **VELASCO, María.** *Análisis Físico –Químico y Microbiológico del Sistema de Agua Potable de la Junta Administradora de Agua Potable de la Parroquia Baños* [en línea]. (Tesis pregrado) Universidad de Cuenca. Cuenca - Ecuador 2011. [Consultado: 8 de Enero de 2016.]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2456/1/tq1099.pdf>
34. **WEBER, W.** *Control de la calidad del agua- Procesos fisicoquímicos.* Barcelona- España: Reverté, 1979, pp. 115-116.

ANEXOS

Anexo A. Tabla 20-3: Resultados de los parámetros físicos de las muestras analizadas

LUGAR DE MUESTREO	NÚMERO DE MUESTREO	pH	COLOR (Und Pt-Co)	TURBIEDAD (U.N.T.)	TEMPERATURA (°C)	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS (mg/L)	CONDUCTIVIDAD (µSiems/cm)
VERTIENTE	Muestreo 1	6.6	58	7.57	13.1	78	145.8
VERTIENTE	Muestreo 2	6.98	41	6.23	14.1	60	112.8
VERTIENTE	Muestreo 3	6.8	43	6.12	13.8	59.7	112.5
CHUZALONGO	Muestreo 1	6.67	51	6.74	12.9	77.9	145.7
CHUZALONGO	Muestreo 2	7.08	35	6.69	14.4	61.6	115.7
CHUZALONGO	Muestreo 3	6.81	35	5.11	13.1	60.2	114.3
COLACUCHO	Muestreo 1	6.66	53	6.26	13.3	79.2	148.2
COLACUCHO	Muestreo 2	6.97	34	5.73	14.3	61.6	115.7
COLACUCHO	Muestreo 3	6.79	41	5.14	13.4	60.4	114.5
COLACUCHO FILTROS	Muestreo 1	6.7	47	4.24	13.3	75	140.3
COLACUCHO FILTROS	Muestreo 2	7.1	49	3.34	14.6	61.5	115.5
COLACUCHO FILTROS	Muestreo 3	6.9	42	4.5	13.8	58.7	112.7
TANQUE SALIDA FILTRO	Muestreo 1	6.9	28	2.63	14.2	80.1	150
TANQUE SALIDA FILTRO	Muestreo 2	7.1	37	1.86	14.9	61.9	116.3
TANQUE SALIDA FILTRO	Muestreo 3	6.97	31	1.9	14.1	61.8	116
TANQUE ALMACENAMIENTO	Muestreo 1	6.82	35	2.59	14.1	73.6	137.8
TANQUE ALMACENAMIENTO	Muestreo 2	7.15	24	2.08	14.7	60.9	114.5
TANQUE ALMACENAMIENTO	Muestreo 3	7.1	31	1.65	14.1	68.3	121.9

RED NORTE	Muestreo 1	7.15	29	2.98	14.7	73.5	138
RED NORTE	Muestreo 2	7.29	23	1.96	15.5	60.7	114.3
RED NORTE	Muestreo 3	7.18	21	1.58	14.8	69.3	122.9
RED CENTRO	Muestreo 1	7.14	36	3.07	14.7	72.9	136.6
RED CENTRO	Muestreo 2	7.3	36	1.93	15.5	60.5	113.9
RED CENTRO	Muestreo 3	7.22	24	1.63	14.3	67.9	121.3
RED SUR	Muestreo 1	7.15	36	3.24	14.3	72.7	136.3
RED SUR	Muestreo 2	7.28	31	2.07	16.2	60.9	114.8
RED SUR	Muestreo 3	7.18	28	1.75	14.3	65.9	119.8

Realizado por: Poleth Ortiz 2016

Anexo B. Tabla 21-3: Resultados de los parámetros químicos de las muestras analizadas

LUGAR DE MUESTREO	NÚMERO DE MUESTREO	CLORO LIBRE RESIDUAL (mg/L)	DUREZA (mg/L)	HIERRO TOTAL (mg/L)	NITRATO S (mg/L)	NITRITO S (mg/L)	SULFATO S (mg/L)	FOSFATO S (mg/L)	MANGANESO (mg/L)	FLÚOR (mg/L)	AMONÍACO (mg/L)
VERTIENTE	Muestreo 1	0	10.6	0.93	0.1	0.001	49	0.41	0.009	0.28	0.48
VERTIENTE	Muestreo 2	0	10.4	0.78	0.5	0	34	0.2	0.008	-0.1	0.19
VERTIENTE	Muestreo 3	0	10.1	0.7	0.2	0.002	35	0.37	0.007	0.11	0.17
CHUZALONGO	Muestreo 1	0	9.2	0.99	0.4	0	43	0.25	0.012	0.28	0.41
CHUZALONGO	Muestreo 2	0	10	0.76	0.6	0	32	0.13	0.009	-0.02	0.16
CHUZALONGO	Muestreo 3	0	9.8	0.73	0.5	0	38	0.27	0.007	0.14	0.21
COLACUCHO	Muestreo 1	0	8.5	0.83	0.3	0	42	0.28	0.015	0.22	0.37
COLACUCHO	Muestreo 2	0	9.4	0.77	0.4	0	33	0.24	0.007	0.11	0.17
COLACUCHO	Muestreo 3	0	8.7	0.67	0.4	0.001	29	0.29	0.006	0.01	0.12
COLACUCHO FILTROS	Muestreo 1	0	10	0.52	0.2	0	45	0.25	0.006	0.27	0.45
COLACUCHO FILTROS	Muestreo 2	0	9	0.51	0.5	0.001	36	0.23	0.008	-0.03	0.14
COLACUCHO FILTROS	Muestreo 3	0	9.7	0.47	0.3	0	37	0.26	0.004	0.03	0.12
TANQUE SALIDA FILTRO	Muestreo 1	0	7.1	0.37	0.4	0.004	44	0.08	0.006	0.15	0.44
TANQUE SALIDA FILTRO	Muestreo 2	0	8.1	0.36	0.6	0.004	31	0.25	0.007	-0.02	0.14
TANQUE SALIDA FILTRO	Muestreo 3	0	7.6	0.33	0.2	0.003	27	0.17	0.004	0.07	0.18
TANQUE ALMACENAMIENTO	Muestreo 1	0.5	7.4	0.38	0.1	0.024	34	0.11	0.005	0.17	0.33
TANQUE ALMACENAMIENTO	Muestreo 2	0.6	7.8	0.41	0.8	0.006	31	0.27	0.009	0.1	0.13
TANQUE ALMACENAMIENTO	Muestreo 3	0.6	7.3	0.3	0.2	0.002	26	0.14	0.006	0.14	0.21
RED NORTE	Muestreo 1	0.3	6.7	0.45	0.2	0.003	33	0.17	0.024	0.15	0.13

RED NORTE	Muestreo 2	0.3	7.3	0.42	0.7	0.002	32	0.27	0.013	-0.06	0.16
RED NORTE	Muestreo 3	0.3	6.8	0.31	0.3	0.001	25	0.18	0.006	0.02	0.14
RED CENTRO	Muestreo 1	0.3	6.7	0.54	0.6	0.002	33	0.2	0.013	0.16	0.17
RED CENTRO	Muestreo 2	0.3	6.3	0.36	0.9	0.001	33	0.3	0.011	0.23	0.15
RED CENTRO	Muestreo 3	0.3	6.5	0.33	0.4	0.003	28	0.19	0.007	0.21	0.15
RED SUR	Muestreo 1	0.3	5.9	0.51	0.7	0	33	0.4	0.017	0.14	0.13
RED SUR	Muestreo 2	0.3	5.7	0.39	0.8	0.001	28	0.31	0.017	-0.2	0.11
RED SUR	Muestreo 3	0.3	6.1	0.35	0.5	0	27	0.3	0.008	0.15	0.11

Realizado por: Poeth Ortiz 2016


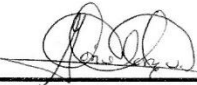

Anexo C. Tabla 22-3: Resultados del conteo microbiológico de las muestras analizadas

LUGAR DE MUESTREO	NÚMERO DE MUESTREO	COLIFORMES TOTALES (U.F.C.)	COLIFORMES FECALES (U.F.C.)
VERTIENTE	Muestreo 1	100	0
VERTIENTE	Muestreo 2	0	0
VERTIENTE	Muestreo 3	300	0
CHUZALONGO	Muestreo 1	100	0
CHUZALONGO	Muestreo 2	0	0
CHUZALONGO	Muestreo 3	200	0
COLACUCHO	Muestreo 1	0	0
COLACUCHO	Muestreo 2	0	0
COLACUCHO	Muestreo 3	200	0
COLACUCHO FILTROS	Muestreo 1	0	0
COLACUCHO FILTROS	Muestreo 2	0	0
COLACUCHO FILTROS	Muestreo 3	300	0
TANQUE SALIDA FILTRO	Muestreo 1	0	0
TANQUE SALIDA FILTRO	Muestreo 2	0	0
TANQUE SALIDA FILTRO	Muestreo 3	200	0
TANQUE ALMACENAMIENTO	Muestreo 1	0	0
TANQUE ALMACENAMIENTO	Muestreo 2	0	0
TANQUE ALMACENAMIENTO	Muestreo 3	0	0
RED NORTE	Muestreo 1	0	0
RED NORTE	Muestreo 2	0	0
RED NORTE	Muestreo 3	0	0
RED CENTRO	Muestreo 1	0	0
RED CENTRO	Muestreo 2	0	0
RED CENTRO	Muestreo 3	0	0

RED SUR	Muestreo 1	0	0
RED SUR	Muestreo 2	0	0
RED SUR	Muestreo 3	0	0

Realizado por: Poleth Ortiz 2016

Anexo D: Reporte del análisis físico-químico del agua de la JAPAQ, realizado el 04/11/2015.

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON CHAMBO CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DIRECCION : 18 DE MARZO Y SOR MARGARITA GUERRERO Telf. 03-2910172			
			
REPORTE DE ANALISIS DE AGUA			
DATOS DE LA MUESTRA		MUESTRA N°. 003	
Fuente: Vertiente		Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz	
Fecha de recolección: 04/11/2015		Hora: 7:00 am Fecha de análisis: 04/11/2015	
Sistema de Agua Potable: Quisapincha		Agua Cruda/Tratada: Cruda	
Localidad: Ambato		Barrio/Comunidad: Quisapincha	
1) DETERMINACIONES FISICAS			
PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	6,6
Color	Und Pt-Co	15	58
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	7,57
Temperatura	°C		13,1
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	78
Conductividad	µSiems/cm	-	145,8
2) DETERMINACIONES QUIMICAS			
PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	0
Dureza	mg/L	500	10,6
Hierro Total	mg/L	0,3	0,93
Nitratos	mg/L	50	0,1
Nitritos	mg/L	3	0,001
Sulfatos	mg/L	250	49
Fosfatos	mg/L	0,3	0,41
Manganeso	mg/L	0,1	0,009
Flúor	mg/L	1,5	0,28
Amoniaco	mg/L	1	0,48
ABREVIATURAS	U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad		
LIMITE PERMISIBLE	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión) 2014-01		
OBSERVACIONES:	Varios parámetros fuera de norma		
RECOMENDACIÓN:	Implementar un sistema de potabilización para garantizar la calidad del agua y seguridad en el consumo.		
ATENTAMENTE:	 Ing. María Cargua		
	TÉCNICA DEL AGUA POTABLE		
Nota:	El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo Las muestras son receptadas en el laboratorio.		
			



REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 004

Fuente: Chuzalongo	Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 04/11/2015	Hora: 7:15 am Fecha de análisis: 04/11/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Cruda
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Quisapincha

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	6,67
Color	Und Pt-Co	15	51
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	6,74
Temperatura	°C		12,9
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	77,9
Conductividad	µSiems/cm	-	145,7

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	0
Dureza	mg/L	500	9,2
Hierro Total	mg/L	0,3	0,99
Nitratos	mg/L	50	0,4
Nitritos	mg/L	3	0
Sulfatos	mg/L	250	43
Fosfatos	mg/L	0,3	0,25
Manganeso	mg/L	0,1	0,012
Flúor	mg/L	1,5	0,28
Amoniaco	mg/L	1	0,41

ABREVIATURAS

U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad

LIMITE PERMISIBLE

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

OBSERVACIONES:

Varios parámetros fuera de norma

RECOMENDACIÓN:

Implementar un sistema de potabilización para garantizar la calidad del agua y seguridad en el consumo.

ATENTAMENTE:

Ing. María Carga

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo

Las muestras son receptadas en el laboratorio.



REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 005

Fuente: Colacucho	Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 04/11/2015	Hora: 7:20 am Fecha de análisis: 04/11/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Cruda
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Quisapincha

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	6,66
Color	Und Pt-Co	15	53
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	6,26
Temperatura	°C		13,3
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	79,2
Conductividad	µSiems/cm	-	148,2


2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	0
Dureza	mg/L	500	8,5
Hierro Total	mg/L	0,3	0,83
Nitratos	mg/L	50	0,3
Nitritos	mg/L	3	0
Sulfatos	mg/L	250	42
Fosfatos	mg/L	0,3	0,28
Manganeso	mg/L	0,1	0,015
Flúor	mg/L	1,5	0,22
Amoniaco	mg/L	1	0,37

ABREVIATURAS U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad
LIMITE PERMISIBLE Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión) 2014-01
OBSERVACIONES: Varios parámetros fuera de norma.

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

ATENTAMENTE:



 Ing. María Cargua
TÉCNICA DEL AGUA POTABLE



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



REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 006

Fuente: Colacucho	Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 04/11/2015	Hora: 7:23 am Fecha de análisis: 04/11/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Cruda
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Quisapincha

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	6,7
Color	Und Pt-Co	15	47
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	4,24
Temperatura	°C		13,3
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	75
Conductividad	µSiems/cm	-	140,3

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	0
Dureza	mg/L	500	10
Hierro Total	mg/L	0,3	0,52
Nitratos	mg/L	50	0,2
Nitritos	mg/L	3	0
Sulfatos	mg/L	250	45
Fosfatos	mg/L	0,3	0,25
Manganeso	mg/L	0,1	0,006
Flúor	mg/L	1,5	0,27
Amoníaco	mg/L	1	0,45

ABREVIATURAS U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad
LIMITE PERMISIBLE Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión) 2014-01
OBSERVACIONES: Varios parámetros fuera de norma

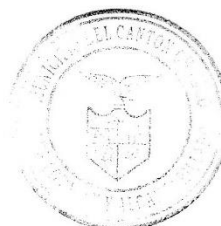
RECOMENDACIÓN: Implementar un sistema de tratamiento de potabilización para garantizar la calidad del agua y seguridad en el consumo.

ATENTAMENTE:

Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

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





REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 007

Fuente: Tanque Salida Filtro.	Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 04/11/2015	Hora: 7:41 am Fecha de análisis: 04/11/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Tratada
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Quisapincha

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	6,9
Color	Und Pt-Co	15	28
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	2,63
Temperatura	°C		14,2
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	80,1
Conductividad	µSiems/cm	-	150

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

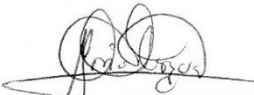
PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	
Dureza	mg/L	500	7,1
Hierro Total	mg/L	0,3	0,37
Nitratos	mg/L	50	0,4
Nitritos	mg/L	3	0,004
Sulfatos	mg/L	250	44
Fosfatos	mg/L	0,3	0,08
Manganeso	mg/L	0,1	0,006
Flúor	mg/L	1,5	0,15
Amoniaco	mg/L	1	0,44

ABREVIATURAS U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad
LIMITE PERMISIBLE Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión) 2014-01

OBSERVACIONES: Varios parámetros fuera de norma

RECOMENDACIÓN: Mejorar el Sistema de Potabilización, dar mantenimiento e implementar otra etapas de tratamiento para brindar agua de calidad a los consumidores, ya que no cumple con la norma de calidad.

ATENTAMENTE:


 Ing. María Cargua
TÉCNICA DEL AGUA POTABLE



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



REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 008

Fuente: Tanque de Almacenamiento	Recolectada por: Srta. Poeth Ortiz
Fecha de recolección: 04/11/2015	Hora: 7:47 am Fecha de análisis: 04/11/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Tratada
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Quisapincha

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	6,82
Color	Und Pt-Co	15	35
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	2,59
Temperatura	°C		14,1
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	73,6
Conductividad	µSiems/cm	-	137,8

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	0,5
Dureza	mg/L	500	7,4
Hierro Total	mg/L	0,3	0,38
Nitratos	mg/L	50	0,1
Nitritos	mg/L	3	0,024
Sulfatos	mg/L	250	34
Fosfatos	mg/L	0,3	0,11
Manganeso	mg/L	0,1	0,005
Flúor	mg/L	1,5	0,17
Amoniaco	mg/L	1	0,33

ABREVIATURAS

U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad

LIMITE PERMISIBLE

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

OBSERVACIONES:

Agua fuera de norma

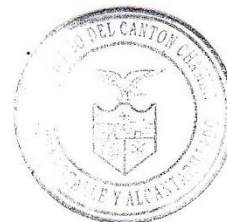
RECOMENDACIÓN:

Mejorar el Sistema de Potabilización, dar mantenimiento e implementar otra etapas de tratamiento para brindar agua de calidad a los consumidores, ya que no cumple con la norma de calidad.

ATENTAMENTE:



 Ing. María Cargua
TÉCNICA DEL AGUA POTABLE



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



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

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 009

Fuente: Red Distribución Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 04/11/2015 Hora: 7:51 am Fecha de análisis: 04/11/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha Agua Cruda/Tratada: Tratada
Localidad: Ambato Barrio/Comunidad: Norte

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	7,15
Color	Und Pt-Co	15	29
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	2,98
Temperatura	°C		14,7
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	73,5
Conductividad	µSiems/cm	-	138

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	0,3
Dureza	mg/L	500	6,7
Hierro Total	mg/L	0,3	0,45
Nitratos	mg/L	50	0,2
Nitritos	mg/L	3	0,003
Sulfatos	mg/L	250	33
Fosfatos	mg/L	0,3	0,17
Manganeso	mg/L	0,1	0,024
Flúor	mg/L	1,5	0,15
Amoníaco	mg/L	1	0,13

ABREVIATURAS

U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad

LIMITE PERMISIBLE

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

OBSERVACIONES:

Agua fuera de norma

RECOMENDACIÓN:

Mejorar el Sistema de Potabilización, dar mantenimiento e implementar otras etapas de tratamiento para brindar agua de calidad a los consumidores, ya que no cumple con la norma de calidad.

ATENTAMENTE:

Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo

Las muestras son receptadas en el laboratorio.





REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 010

Fuente: Red Distribución	Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 04/11/2015	Hora: 7:56 am Fecha de análisis: 04/11/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Tratada
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Centro

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	7,14
Color	Und Pt-Co	15	36
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	3,07
Temperatura	°C		14,1
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	72,9
Conductividad	µSiems/cm	-	136,6

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

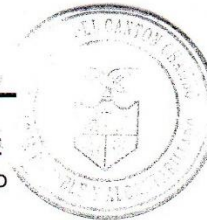
PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	0,3
Dureza	mg/L	500	6,7
Hierro Total	mg/L	0,3	0,54
Nitratos	mg/L	50	0,6
Nitritos	mg/L	3	0,002
Sulfatos	mg/L	250	33
Fosfatos	mg/L	0,3	0,2
Manganeso	mg/L	0,1	0,013
Flúor	mg/L	1,5	0,16
Amoniaco	mg/L	1	0,17

ABREVIATURAS	U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad
LIMITE PERMISIBLE	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión) 2014-01
OBSERVACIONES:	Agua fuera de norma. Problema en la red de distribución (fugas, infiltraciones Falta de mantenimiento).
RECOMENDACIÓN:	Mejorar el Sistema de Potabilización, dar mantenimiento e implementar otras etapas de tratamiento para brindar agua de calidad a los consumidores, ya que no cumple con la norma de calidad.

ATENTAMENTE:

Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE



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

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 011

Fuente: Red de Distribución	Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 04/11/2015	Hora: 8:00 am Fecha de análisis: 04/11/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Tratada
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Sur

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	7,15
Color	Und Pt-Co	15	36
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	3,24
Temperatura	°C		14,3
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	72,7
Conductividad	µSiems/cm	-	136,3

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	0,3
Dureza	mg/L	500	5,9
Hierro Total	mg/L	0,3	0,51
Nitratos	mg/L	50	0,7
Nitritos	mg/L	3	0
Sulfatos	mg/L	250	33
Fosfatos	mg/L	0,3	0,4
Manganeso	mg/L	0,1	0,017
Flúor	mg/L	1,5	0,14
Amoníaco	mg/L	1	0,13

ABREVIATURAS

U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad

LIMITE PERMISIBLE

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

OBSERVACIONES:

Agua fuera de norma

RECOMENDACIÓN:

Mejorar el Sistema de Potabilización, dar mantenimiento e implementar otra etapas de tratamiento para brindar agua de calidad a los consumidores, ya que no cumple con la norma de calidad.

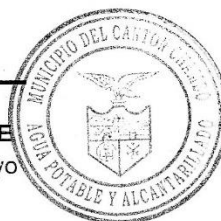
ATENTAMENTE:


 Ing. María Cargua




TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo

Las muestras son receptadas en el laboratorio.



Anexo E: Reporte del análisis físico-químico del agua de la JAPAQ, realizado el 18/11/2015.

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON CHAMBO CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DIRECCION : 18 DE MARZO Y SOR MARGARITA GUERRERO Telf. 03-2910172			
			
REPORTE DE ANALISIS DE AGUA			
DATOS DE LA MUESTRA		MUESTRA N°. 065	
Fuente: Vertiente			
Fecha de recolección: 18/11/2015		Hora: 6:00 am Fecha de análisis: 18/11/2015	
Sistema de Agua Potable: Quisapincha		Agua Cruda/Tratada: Cruda	
Localidad: Ambato		Barrio/Comunidad: Quisapincha	
1) DETERMINACIONES FISICAS			
PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	<i>Unidades</i>	6,5 - 8,5	6,98
Color	<i>Und Pt-Co</i>	15	41
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	<i>U.N.T</i>	5	6,23
Temperatura	°C		14,1
Solidos Totales Disueltos	<i>mg/l</i>	500	60
Conductividad	<i>µSiems/cm</i>	-	112,8
2) DETERMINACIONES QUIMICAS			
PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	<i>mg/L</i>	0,3 - 1,5	0
Dureza	<i>mg/L</i>	500	10,4
Hierro Total	<i>mg/L</i>	0,3	0,78
Nitratos	<i>mg/L</i>	50	0,5
Nitritos	<i>mg/L</i>	3	0
Sulfatos	<i>mg/L</i>	250	34
Fosfatos	<i>mg/L</i>	0,3	0,2
Manganeso	<i>mg/L</i>	0,1	0,008
Flúor	<i>mg/L</i>	1,5	<0,10
Amoniaco	<i>mg/L</i>	1	0,19
ABREVIATURAS	U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad		
LIMITE PERMISIBLE	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión) 2014-01		
OBSERVACIONES:	Varios parámetros fuera de norma		
RECOMENDACIÓN:	Implementar un sistema de potabilización para garantizar la calidad del agua y seguridad en el consumo.		
ATENTAMENTE:	 <hr style="width: 100%;"/> Ing. María Cargua TÉCNICA DEL AGUA POTABLE		
Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo Las muestras son aceptadas en el laboratorio.			



REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 066

Fuente: Sector Chuzalongo	Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 18/11/2015	Hora: 6:45 am Fecha de análisis: 18/11/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Cruda
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Quisapincha

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	7,08
Color	Und Pt-Co	15	35
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	6,69
Temperatura	°C		14,4
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	61,6
Conductividad	µSiems/cm	-	115,7

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	0
Dureza	mg/L	500	10
Hierro Total	mg/L	0,3	0,76
Nitratos	mg/L	50	0,6
Nitritos	mg/L	3	0
Sulfatos	mg/L	250	32
Fosfatos	mg/L	0,3	0,13
Manganeso	mg/L	0,1	0,009
Flúor	mg/L	1,5	<0,02
Amoníaco	mg/L	1	0,16

ABREVIATURAS U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad
LIMITE PERMISIBLE Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión) 2014-01
OBSERVACIONES: Varios parámetros fuera de norma

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

ATENTAMENTE:

Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

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





REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 067

Fuente: Colacucho	Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 18/11/2015	Hora: 6:58 am Fecha de análisis: 18/11/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Cruda
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Quisapincha

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	6,97
Color	Und Pt-Co	15	34
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	5,73
Temperatura	°C		14,3
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	61,6
Conductividad	µSiems/cm	-	115,7

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 -1,5	0
Dureza	mg/L	500	9,4
Hierro Total	mg/L	0,3	0,77
Nitratos	mg/L	50	0,4
Nitritos	mg/L	3	0
Sulfatos	mg/L	250	33
Fosfatos	mg/L	0,3	0,24
Manganeso	mg/L	0,1	0,007
Flúor	mg/L	1,5	0,11
Amoníaco	mg/L	1	0,17

ABREVIATURAS

U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad

LIMITE PERMISIBLE

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

OBSERVACIONES:

Varios parámetros fuera de norma.

RECOMENDACIÓN:

Implementar un sistema de potabilización para garantizar la calidad del agua y seguridad en el consumo.

ATENTAMENTE:

Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

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





REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 068

Fuente: Colacucho	Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 18/11/2015	Hora: 7:17 am Fecha de análisis: 18/11/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Cruda
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Quisapincha

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	<i>Unidades</i>	6,5 - 8,5	7,1
Color	<i>Und Pt-Co</i>	15	49
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	<i>U.N.T</i>	5	3,34
Temperatura	°C		14,6
Solidos Totales Disueltos	<i>mg/l</i>	500	61,5
Conductividad	<i>µSiems/cm</i>	-	115,5

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	<i>mg/L</i>	0,3 - 1,5	0
Dureza	<i>mg/L</i>	500	9
Hierro Total	<i>mg/L</i>	0,3	0,51
Nitratos	<i>mg/L</i>	50	0,5
Nitritos	<i>mg/L</i>	3	0,001
Sulfatos	<i>mg/L</i>	250	36
Fosfatos	<i>mg/L</i>	0,3	0,23
Manganeso	<i>mg/L</i>	0,1	0,008
Flúor	<i>mg/L</i>	1,5	<0,03
Amoniaco	<i>mg/L</i>	1	0,14

ABREVIATURAS U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad
LIMITE PERMISIBLE Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión) 2014-01

OBSERVACIONES: Varios parámetros fuera de norma

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

ATENTAMENTE:

Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

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





REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 069

Fuente: Tanque Salida Filtro	Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 18/11/2015	Hora: 7:28 am Fecha de análisis: 18/11/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Tratada
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Quisapincha

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	<i>Unidades</i>	6,5 - 8,5	7,1
Color	<i>Und Pt-Co</i>	15	37
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	<i>U.N.T</i>	5	1,86
Temperatura	°C		14,9
Solidos Totales Disueltos	<i>mg/l</i>	500	61,9
Conductividad	<i>µSiems/cm</i>	-	116,3

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	<i>mg/L</i>	0,3 - 1,5	
Dureza	<i>mg/L</i>	500	8,1
Hierro Total	<i>mg/L</i>	0,3	0,36
Nitratos	<i>mg/L</i>	50	0,6
Nitritos	<i>mg/L</i>	3	0,004
Sulfatos	<i>mg/L</i>	250	31
Fosfatos	<i>mg/L</i>	0,3	0,25
Manganeso	<i>mg/L</i>	0,1	0,007
Flúor	<i>mg/L</i>	1,5	<0,02
Amoníaco	<i>mg/L</i>	1	0,14

ABREVIATURAS

U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad

LIMITE PERMISIBLE

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

OBSERVACIONES:

Varios parámetros fuera de norma

RECOMENDACIÓN:

Mejorar el Sistema de Potabilización, dar mantenimiento e implementar otra etapas de tratamiento para brindar agua de calidad a los consumidores, ya que no cumple con la norma de calidad.

ATENTAMENTE:

Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo

Las muestras son receptadas en el laboratorio.





REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 070

Fuente: Tanque de Almacenamiento	Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 18/11/2015	Hora: 7:43 am Fecha de análisis: 18/11/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Tratada
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Quisapincha

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	<i>Unidades</i>	6,5 - 8,5	7,15
Color	<i>Und Pt-Co</i>	15	24
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	<i>U.N.T</i>	5	2,08
Temperatura	°C		14,7
Solidos Totales Disueltos	<i>mg/l</i>	500	60,9
Conductividad	<i>µSiems/cm</i>	-	114,5

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	<i>mg/L</i>	0,3 - 1,5	0,6
Dureza	<i>mg/L</i>	500	7,8
Hierro Total	<i>mg/L</i>	0,3	0,41
Nitratos	<i>mg/L</i>	50	0,8
Nitritos	<i>mg/L</i>	3	0,006
Sulfatos	<i>mg/L</i>	250	31
Fosfatos	<i>mg/L</i>	0,3	0,27
Manganeso	<i>mg/L</i>	0,1	0,009
Flúor	<i>mg/L</i>	1,5	0,1
Amoníaco	<i>mg/L</i>	1	0,13

ABREVIATURAS

U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad

LIMITE PERMISIBLE

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

OBSERVACIONES:

Agua fuera de norma

RECOMENDACIÓN:

Mejorar el Sistema de Potabilización, dar mantenimiento e implementar otra etapas de tratamiento para brindar agua de calidad a los consumidores, ya que no cumple con la norma de calidad.

ATENTAMENTE:

Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

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



REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 071

Fuente: Red Distribución	Recolectada por: Srta. Poeth Ortiz
Fecha de recolección: 18/11/2015	Hora: 7:54 am Fecha de análisis: 18/11/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Tratada
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Norte

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	7,29
Color	Und Pt-Co	15	23
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	1,96
Temperatura	°C		15,5
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	60,7
Conductividad	µSiems/cm	-	114,3

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	0,3
Dureza	mg/L	500	7,3
Hierro Total	mg/L	0,3	0,42
Nitratos	mg/L	50	0,7
Nitritos	mg/L	3	0,002
Sulfatos	mg/L	250	32
Fosfatos	mg/L	0,3	0,27
Manganeso	mg/L	0,1	0,013
Flúor	mg/L	1,5	<0,06
Amoniaco	mg/L	1	0,16

ABREVIATURAS

U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad

LIMITE PERMISIBLE

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

OBSERVACIONES:

Agua fuera de norma

RECOMENDACIÓN:

Mejorar el Sistema de Potabilización, dar mantenimiento e implementar otra etapas de tratamiento para brindar agua de calidad a los consumidores, ya que no cumple con la norma de calidad.

ATENTAMENTE:



Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo

Las muestras son receptadas en el laboratorio.





REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 072

Fuente: Red Distribución	Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 18/11/2015	Hora: 8:00 am Fecha de análisis: 18/11/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Tratada
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Centro

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	7,3
Color	Und Pt-Co	15	36
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	1,93
Temperatura	°C		15,5
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	60,5
Conductividad	µSiems/cm	-	113,9

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	0,3
Dureza	mg/L	500	6,3
Hierro Total	mg/L	0,3	0,36
Nitratos	mg/L	50	0,9
Nitritos	mg/L	3	0,001
Sulfatos	mg/L	250	33
Fosfatos	mg/L	0,3	0,3
Manganeso	mg/L	0,1	0,011
Flúor	mg/L	1,5	0,23
Amoniaco	mg/L	1	0,15

ABREVIATURAS

U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad

LIMITE PERMISIBLE

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

OBSERVACIONES:

Agua fuera de norma. Problema en la red de distribución (fugas, infiltraciones Falta de mantenimiento).

RECOMENDACIÓN:

Mejorar el Sistema de Potabilización, dar mantenimiento e implementar otra etapas de tratamiento para brindar agua de calidad a los consumidores, ya que no cumple con la norma de calidad.

ATENTAMENTE:

Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo

Las muestras son receptadas en el laboratorio.





REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 073

Fuente: Red de Distribución	Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 18/11/2015	Hora: 8:15 am Fecha de análisis: 18/11/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Tratada
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Sur

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	<i>Unidades</i>	6,5 - 8,5	7,28
Color	<i>Und Pt-Co</i>	15	31
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	<i>U.N.T</i>	5	2,07
Temperatura	°C		16,2
Solidos Totales Disueltos	<i>mg/l</i>	500	60,9
Conductividad	<i>µSiems/cm</i>	-	114,8

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	<i>mg/L</i>	0,3 -1,5	0,3
Dureza	<i>mg/L</i>	500	5,7
Hierro Total	<i>mg/L</i>	0,3	0,39
Nitratos	<i>mg/L</i>	50	0,8
Nitritos	<i>mg/L</i>	3	0,001
Sulfatos	<i>mg/L</i>	250	28
Fosfatos	<i>mg/L</i>	0,3	0,31
Manganeso	<i>mg/L</i>	0,1	0,017
Flúor	<i>mg/L</i>	1,5	<0,20
Amoníaco	<i>mg/L</i>	1	0,11

ABREVIATURAS

U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad

LIMITE PERMISIBLE

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

OBSERVACIONES:

Agua fuera de norma

RECOMENDACIÓN:

Mejorar el Sistema de Potabilización, dar mantenimiento e implementar otra etapas de tratamiento para brindar agua de calidad a los consumidores, ya que no cumple con la norma de calidad.

ATENTAMENTE:

Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo

Las muestras son receptadas en el laboratorio.



Anexo F: Reporte del análisis físico-químico del agua de la JAPAQ, realizado el 02/12/2015

 GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON CHAMBO CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DIRECCION : 18 DE MARZO Y SOR MARGARITA GUERRERO Telf. 03-2910172			
REPORTE DE ANALISIS DE AGUA			
DATOS DE LA MUESTRA		MUESTRA N°. 095	
Fuente: Vertiente		Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz	
Fecha de recolección: 02/12/2015		Hora: 6:10 am Fecha de análisis: 02/12/2015	
Sistema de Agua Potable: Quisapincha		Agua Cruda/Tratada: Cruda	
Localidad: Ambato		Barrio/Comunidad: Quisapincha	
1) DETERMINACIONES FISICAS			
PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	6,8
Color	Und Pt-Co	15	43
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	6,12
Temperatura	°C		13,8
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	59,7
Conductividad	µSiems/cm	-	112,5
2) DETERMINACIONES QUIMICAS			
PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	0
Dureza	mg/L	500	10,1
Hierro Total	mg/L	0,3	0,7
Nitratos	mg/L	50	0,2
Nitritos	mg/L	3	0,002
Sulfatos	mg/L	250	35
Fosfatos	mg/L	0,3	0,37
Manganeso	mg/L	0,1	0,007
Flúor	mg/L	1,5	0,11
Amoniaco	mg/L	1	0,17
ABREVIATURAS		U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad	
LIMITE PERMISIBLE		Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión) 2014-01	
OBSERVACIONES:		Varios parámetros fuera de norma	
RECOMENDACIÓN:		Implementar un sistema de potabilización para garantizar la calidad del agua y seguridad en el consumo.	
ATENTAMENTE:		 <hr style="width: 100%;"/> Ing. María Cargua TÉCNICA DEL AGUA POTABLE	
Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo Las muestras son receptadas en el laboratorio.			



REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 096

Fuente: Chuzalongo	Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 02/12/2015	Hora: 6:40 am Fecha de análisis: 02/12/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Cruda
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Quisapincha

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	6,81
Color	Und Pt-Co	15	35
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	5,11
Temperatura	°C		13,1
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	60,2
Conductividad	µSiems/cm	-	114,3

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	0
Dureza	mg/L	500	9,8
Hierro Total	mg/L	0,3	0,73
Nitratos	mg/L	50	0,5
Nitritos	mg/L	3	0
Sulfatos	mg/L	250	38
Fosfatos	mg/L	0,3	0,27
Manganeso	mg/L	0,1	0,007
Flúor	mg/L	1,5	0,14
Amoniaco	mg/L	1	0,21

ABREVIATURAS

U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad

LIMITE PERMISIBLE

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

OBSERVACIONES:

Varios parámetros fuera de norma

RECOMENDACIÓN:

Implementar un sistema de potabilización para garantizar la calidad del agua y seguridad en el consumo.

ATENTAMENTE:

Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

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





REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 097

Fuente: Colacucho	Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 02/12/2015	Hora: 7:00 am Fecha de análisis: 02/12/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Cruda
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Quisapincha

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	6,79
Color	Und Pt-Co	15	41
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	5,14
Temperatura	°C		13,4
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	60,4
Conductividad	µSiems/cm	-	114,5

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 -1,5	0
Dureza	mg/L	500	8,7
Hierro Total	mg/L	0,3	0,67
Nitratos	mg/L	50	0,4
Nitritos	mg/L	3	0,001
Sulfatos	mg/L	250	29
Fosfatos	mg/L	0,3	0,29
Manganeso	mg/L	0,1	0,006
Flúor	mg/L	1,5	0,01
Amoniaco	mg/L	1	0,12

ABREVIATURAS

U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad

LIMITE PERMISIBLE

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

OBSERVACIONES:

Varios parámetros fuera de norma.

RECOMENDACIÓN:

Implementar un sistema de potabilización para garantizar la calidad del agua y seguridad en el consumo.

ATENTAMENTE:

Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo

Las muestras son receptadas en el laboratorio.





REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 098

Fuente: Colacucho	Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 02/12/2015	Hora: 7:05 am Fecha de análisis: 02/12/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Cruda
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Quisapincha

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	6,9
Color	Und Pt-Co	15	42
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	4,5
Temperatura	°C		13,8
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	58,7
Conductividad	µSiems/cm	-	112,7

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	0
Dureza	mg/L	500	9,7
Hierro Total	mg/L	0,3	0,47
Nitratos	mg/L	50	0,3
Nitritos	mg/L	3	0
Sulfatos	mg/L	250	37
Fosfatos	mg/L	0,3	0,26
Manganeso	mg/L	0,1	0,004
Flúor	mg/L	1,5	0,03
Amoniaco	mg/L	1	0,12

ABREVIATURAS

U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad

LIMITE PERMISIBLE

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

OBSERVACIONES:

Varios parámetros fuera de norma

RECOMENDACIÓN:

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

ATENTAMENTE:

Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo

Las muestras son receptadas en el laboratorio.





REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 099

Fuente: Tanque Salida Filtro	Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 02/12/2015	Hora: 7:20 am Fecha de análisis: 02/12/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Tratada
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Quisapincha

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	6,97
Color	Und Pt-Co	15	31
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	1,9
Temperatura	°C		14,1
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	61,8
Conductividad	µSiems/cm	-	116

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	
Dureza	mg/L	500	7,6
Hierro Total	mg/L	0,3	0,33
Nitratos	mg/L	50	0,2
Nitritos	mg/L	3	0,003
Sulfatos	mg/L	250	27
Fosfatos	mg/L	0,3	0,17
Manganeso	mg/L	0,1	0,004
Flúor	mg/L	1,5	0,07
Amoniaco	mg/L	1	0,18

ABREVIATURAS

U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad

LIMITE PERMISIBLE

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

OBSERVACIONES:

Varios parámetros fuera de norma

RECOMENDACIÓN:

Mejorar el Sistema de Potabilización, dar mantenimiento e implementar otra etapas de tratamiento para brindar agua de calidad a los consumidores, ya que no cumple con la norma de calidad.

ATENTAMENTE:

Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo

Las muestras son receptadas en el laboratorio.





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

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 100

Fuente: Tanque de Almacenamiento Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
 Fecha de recolección: 02/12/2015 Hora: 7:25 am Fecha de análisis: 02/12/2015
 Sistema de Agua Potable: Quisapincha Agua Cruda/Tratada: Tratada
 Localidad: Ambato Barrio/Comunidad: Quisapincha

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	7,1
Color	Und Pt-Co	15	31
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	1,65
Temperatura	°C		14,1
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	68,3
Conductividad	µSiems/cm	-	121,9

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	0,55
Dureza	mg/L	500	7,3
Hierro Total	mg/L	0,3	0,3
Nitratos	mg/L	50	0,2
Nitritos	mg/L	3	0,002
Sulfatos	mg/L	250	26
Fosfatos	mg/L	0,3	0,14
Manganeso	mg/L	0,1	0,006
Flúor	mg/L	1,5	0,14
Amoniaco	mg/L	1	0,21

ABREVIATURAS

U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad

LIMITE PERMISIBLE

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

OBSERVACIONES:

Agua fuera de norma

RECOMENDACIÓN:

Mejorar el Sistema de Potabilización, dar mantenimiento e implementar otra etapas de tratamiento para brindar agua de calidad a los consumidores, ya que no cumple con la norma de calidad.

ATENTAMENTE:

Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo

Las muestras son receptadas en el laboratorio.





REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 101

Fuente: Red Distribución	Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 02/12/2015	Hora: 7:35 am Fecha de análisis: 02/12/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Tratada
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Norte

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	7,18
Color	Und Pt-Co	15	21
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	1,58
Temperatura	°C		14,8
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	69,3
Conductividad	µSiems/cm	-	122,9

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	0,3
Dureza	mg/L	500	6,8
Hierro Total	mg/L	0,3	0,31
Nitratos	mg/L	50	0,3
Nitritos	mg/L	3	0,001
Sulfatos	mg/L	250	25
Fosfatos	mg/L	0,3	0,18
Manganeso	mg/L	0,1	0,006
Flúor	mg/L	1,5	0,02
Amoníaco	mg/L	1	0,14

ABREVIATURAS U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad
LIMITE PERMISIBLE Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (quinta revisión) 2014-01
OBSERVACIONES: Agua fuera de norma

RECOMENDACIÓN: Mejorar el Sistema de Potabilización, dar mantenimiento e implementar otra etapas de tratamiento para brindar agua de calidad a los consumidores, ya que no cumple con la norma de calidad.

ATENTAMENTE:



Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

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



REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 102

Fuente: Red Distribución	Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 02/12/2015	Hora: 7:45 am Fecha de análisis: 02/12/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Tratada
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Centro

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	7,22
Color	Und Pt-Co	15	24
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	1,63
Temperatura	°C		14,3
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	67,9
Conductividad	μSiems/cm	-	121,3

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	0,3
Dureza	mg/L	500	6,5
Hierro Total	mg/L	0,3	0,33
Nitratos	mg/L	50	0,4
Nitritos	mg/L	3	0,003
Sulfatos	mg/L	250	28
Fosfatos	mg/L	0,3	0,19
Manganeso	mg/L	0,1	0,007
Flúor	mg/L	1,5	0,21
Amoniaco	mg/L	1	0,15

ABREVIATURAS

U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad

LIMITE PERMISIBLE

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

OBSERVACIONES:

Agua fuera de norma. Problema en la red de distribución (fugas, infiltraciones Falta de mantenimiento).

RECOMENDACIÓN:

Mejorar el Sistema de Potabilización, dar mantenimiento e implementar otra etapas de tratamiento para brindar agua de calidad a los consumidores, ya que no cumple con la norma de calidad.

ATENTAMENTE:



Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

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





REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA N°. 103

Fuente: Red de Distribución	Recolectada por: Srta. Poleth Ortiz
Fecha de recolección: 02/12/2015	Hora: 8:00 am Fecha de análisis: 02/12/2015
Sistema de Agua Potable: Quisapincha	Agua Cruda/Tratada: Tratada
Localidad: Ambato	Barrio/Comunidad: Sur

1) DETERMINACIONES FISICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
pH	Unidades	6,5 - 8,5	7,18
Color	Und Pt-Co	15	28
Olor	-	No Objetable	No Objetable
Turbiedad	U.N.T	5	1,75
Temperatura	°C		14,3
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500	65,9
Conductividad	µSiems/cm	-	119,8

2) DETERMINACIONES QUIMICAS

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Cloro Libre Residual	mg/L	0,3 - 1,5	0,3
Dureza	mg/L	500	6,1
Hierro Total	mg/L	0,3	0,35
Nitratos	mg/L	50	0,5
Nitritos	mg/L	3	0
Sulfatos	mg/L	250	27
Fosfatos	mg/L	0,3	0,3
Manganeso	mg/L	0,1	0,008
Flúor	mg/L	1,5	0,15
Amoníaco	mg/L	1	0,11

ABREVIATURAS

U.N.T Unidad Nefelométrica de Turbiedad

LIMITE PERMISIBLE

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

OBSERVACIONES:

Agua fuera de norma

RECOMENDACIÓN:

Mejorar el Sistema de Potabilización, dar mantenimiento e implementar otras etapas de tratamiento para brindar agua de calidad a los consumidores, ya que no cumple con la norma de calidad.

ATENTAMENTE:

Ing. María Cargua

TÉCNICA DEL AGUA POTABLE

Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo

Las muestras son receptadas en el laboratorio.





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.

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

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

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

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

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

5. REQUISITOS

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

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

TABLA 1. Características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas

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

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

^b Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ²¹⁰Po, ²²⁴Ra, ²²⁶Ra, ²²⁸Th, ²³⁴U, ²³⁸U, ²³⁹Pu

^{cc} Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ⁶⁰Co, ⁸⁶Br, ⁹⁰Br, ¹²⁵I, ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb, ²²⁶Ra

TABLA 2. Sustancias orgánicas

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

TABLA 3. Plaguicidas

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

TABLA 4. Residuos de desinfectantes

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

TABLA 5. Subproductos de desinfección

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

TABLA 6. Cianotoxinas

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

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

TABLA 7. Requisitos Microbiológicos

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

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

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

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

7. MÉTODOS DE ENSAYO

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

APÉNDICE Y
(Informativo)

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

Tabla Y.1

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

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

APÉNDICE Z

BIBLIOGRAFÍA

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

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

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

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

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

Subcomité Técnico de: **AGUA POTABLE**

Fecha de iniciación: 2013-10-29

Fecha de aprobación: 2013-11-08

Integrantes del Subcomité:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Ing. Marcelo Carpio (Presidente)

EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Dra. Zoila Novillo

SECRETARIA DEL AGUA

Dr. Carlos Espinosa

EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Dr. Edgar Pazmiño

EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Dr. Luis Cazar Ubilla

INTERAGUA

Ing. María José Pineda

MIPRO – SCA

Dra. Enith Bravo

ARCSA

Ing. Andrea Celi

MSP – DIRECCIÓN DE VIGILANCIA Y CONTROL SANITARIO

Dr. Juan Mora

ARCSA

Dra. Giomara Quizphe

ARCSA

Ing. Natazha Valarezo

MSP – DIRECCIÓN SALUD AMBIENTAL

Ing. Michelle Maldonado

INEN – NORMALIZACIÓN

Ing. Gabriela Chacón

INEN – NORMALIZACIÓN

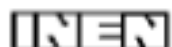
Ing. Maritza Farinango

INEN – NORMALIZACIÓN

Ing. María E. Dávalos (Secretaria técnica)

INEN - REGIONAL CHIMBORAZO

Anexo H: NTE INEN 2176:1998 Agua. Calidad del Agua. Muestreo. Técnica de Muestreo.



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 176:1998

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

Primera Edición

WATER QUALITY. SAMPLING. GUIDANCE ON SAMPLING TECHNIQUES.

First Edition

DESCRIPTORES: Agua, calidad, muestreo, equipo de muestreo, condiciones generales.
AL 01.06-255
CDU: 614.777.620.113
CIBU: 42.420.4200
ICS: 13.080.01

Norma Técnica
Ecuatoriana
Opcional

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

NTE INEN
2 176:1998
1998-08

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece guías sobre las técnicas de muestreo usadas para obtener los datos necesarios en los análisis de control de calidad, de las aguas naturales, poluidas y aguas residuales para su caracterización.

2. ALCANCE

- 2.1 Esta norma se aplica a las técnicas de muestreo generales.
- 2.2 No se aplica a los procedimientos para situaciones especiales de muestreo.

3. DEFINICIONES

- 3.1 Para el propósito de esta norma, se aplican las siguientes definiciones:
 - 3.1.1 *Muestra compuesta.* Es la formada por dos o más muestras o submuestras, mezcladas en proporciones conocidas, de la cual se puede obtener un resultado promedio de una característica determinada. Las proporciones para la mezcla se basan en las mediciones del tiempo y el flujo.
 - 3.1.2 *Muestra instantánea, puntual, individual.* Es la muestra tomada al azar (con relación al tiempo y/o lugar de un volumen de agua).
 - 3.1.3 *Muestreador.* Es el equipo usado para obtener una muestra de agua, para el análisis de varias características predefinidas.
 - 3.1.4 *Muestreo.* Es el proceso de tomar una porción, lo más representativa, de un volumen de agua para el análisis de varias características definidas.

4. TIPOS DE MUESTRA

- 4.1 Los datos analíticos obtenidos mediante la determinación de parámetros como: las concentraciones de material inorgánico, minerales o químicos disueltos, gases disueltos, materia orgánica disuelta y materia en suspensión en el agua o en el sedimento en un tiempo y lugar específicos o a intervalos de tiempo y en un lugar en particular son necesarios para indicar la calidad del agua.
 - 4.1.1 Ciertos parámetros, como las concentraciones de gases disueltos deben medirse "in situ", para obtener resultados exactos. Se debe tener en cuenta que los procesos para conservar la muestra se realizará en los casos específicos (ver NTE INEN 2 169).
 - 4.1.2 Se recomienda separar las muestras que van a ser usadas en los análisis químicos, microbiológicos y biológicos, debido a que el proceso y el equipo para la recolección y manejo de las muestras es diferente.
 - 4.1.3 Las técnicas de muestreo varían de acuerdo a situaciones específicas. Los diferentes tipos de muestreo son descritos en el capítulo 5.

(Continúa)

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

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

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

4.2 Muestras puntuales

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

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

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

4.2.4 La muestra puntual es adecuada para la investigación de una posible 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 poluentes están presentes. También se puede tomar muestras puntuales para establecer un programa de muestreo más extensivo. Las muestras puntuales son esenciales cuando el objetivo del programa de muestreo es estimar si la calidad del agua cumple con los límites o se aparta del promedio de calidad.

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

4.3 Muestras periódicas.

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

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

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

4.4 Muestras continuas

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

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

(Continúa)

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

4.5 Muestras en serie

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

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

4.6 Muestras compuestas

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

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

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

4.7 Muestras de grandes volúmenes

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

5. TIPOS DE MUESTREO

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

(Continúa)

6. EQUIPO DE MUESTREO

6.1 Características del muestreador y del equipo de muestreo.

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

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

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

6.1.1.3 Los recipientes de vidrio son recomendados para la determinación de compuestos químicos orgánicos y de especies biológicas, y los recipientes plásticos para la determinación de 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.

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

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

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

(Continúa)

6.1.2 Líneas de muestreo

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

6.2 Tipos de recipiente para muestras

6.2.1 Recipientes normales

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

6.2.2 Recipientes especiales

6.2.2.1 A las consideraciones ya mencionadas se suma el almacenamiento de muestras que contienen materiales foto 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 periodos. La recolección y el análisis de las muestras que contengan gases disueltos o constituyentes que puedan alterarse por aireación plantea un problema específico. Las botellas de boca angosta para análisis de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) deben tener tapones de vidrio esmerilado para minimizar la inclusión de aire, y se requiere de un sellante especial durante el transporte.

6.2.3 Recipientes para el análisis de contaminantes orgánicos, en trazas

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

6.2.4 Recipientes para el análisis microbiológico

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

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

(Continúa)

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

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

6.3.1.1 Los muestreadores deben:

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

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

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

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

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

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

(Continúa)

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

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

6.3.3 *Equipo de muestreo automático*

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

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

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

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

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

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

6.4.1 *Plancton*

6.4.1.1 *Fitoplancton*, las técnicas y los equipos usados son similares a los descritos para tomar muestras puntuales para el análisis de sustancias químicas en el agua. Para la mayoría de las investigaciones limnológicas, se recomienda una botella de 0,5 litros a 2 litros de capacidad, sin embargo, se deben considerar los requerimientos analíticos (ver 6.1). Se requiere de un mecanismo para abrir la botella a la profundidad de muestreo deseada y para poder cerrarla inmediatamente (ver 6.3.2.2). No se recomienda, para los análisis cuantitativos, recolectar la muestra usando redes.

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

(Continúa)

6.4.2 Fauna y flora de profundidad

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

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

6.4.2.2 *Macrófitos*

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

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

6.4.3 *Peces*

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

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

6.5 Equipo de muestreo para análisis microbiológico

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

(Continúa)

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

6.6 Equipo y técnicas de muestreo para análisis de radioactividad

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

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

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

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

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

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

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

7. IDENTIFICACIÓN Y REGISTROS

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

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

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

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

(Continúa)

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

(Continúa)

ANEXO A
(Normativo)**Características de un equipo de muestreo automático**

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

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

(Continúa)

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

Norma Técnica Ecuatoriana NTE NTE INEN 2 169:1996	<i>Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras para análisis.</i>
ISO 5667-4:1980,	<i>Water quality - Sampling - y partes siguientes.</i>
ISO 6107-2:1989,	<i>Water quality - Vocabulary - Part 2.</i>
ISO 7828:1985,	<i>Water quality - Methods of biological sampling - Guidance on handnet sampling of aquatic benthic macroinvertebrates.</i>
ISO 8265:1988,	<i>Water quality - Design and use of quantitative samplers for benthic macroinvertebrates on stony substrata in shallow freshwaters.</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

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

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2 176 TÍTULO: AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO Código: AL 01.06-203
TECNICAS DE MUESTREO

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. de publicado en el Registro Oficial No. de Fecha de iniciación del estudio:
Fechas de consulta pública: de a	

Subcomité Técnico: AGUAS
Fecha de iniciación: 1997-10-07 Fecha de aprobación: 1997-11-13
Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

Dra. Magda Salto (Presidenta)
Dra. Rocío Cobos
Dra. Piedad Enríquez
Dr. Ángel Buenazo
Dra. Alexandra Levoyer
Dra. Mirely Segovia
Dr. Hernán Riofrío
Ing. Marcelo Soria
Dra. Blanca Viera
Tiga. María Dívalos (Secretaria Técnica)

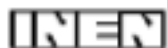
INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

MINISTERIO DE SALUD
REFRESHMENT PRODUCT SERVICES E.
INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS U.C.
INDEGA
E-M-AAP-Q
DIRECCIÓN DE HIGIENE MUNICIPAL
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
INEN CATI
INEN REGIONAL CHIMBORAZO

Otros trámites:

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1998-06-18

Oficializada como: OPCIONAL Por Acuerdo Ministerial No. 323 de 1998-07-23
Registro Oficial No. 376 de 1998-08-05



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 169:98

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

Primera Edición

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

First Edition

DESCRIPTORES: Agua, calidad, muestreo, muestras para el análisis, preservación, manejo, condiciones generales.
AL 01.06-202
CDU: 614.777.620.113
CIIU: 42.420.4200
ICS: 13.080.01

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

1. OBJETO

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

2. ALCANCE

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

3. DISPOSICIONES GENERALES

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

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

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

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

(Continúa)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(Continúa)

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

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

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

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

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

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

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

4. MANEJO Y CONSERVACIÓN

4.1 El uso de recipientes apropiados

4.1.1 Es muy importante escoger y preparar los recipientes.

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

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

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

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

(Continúa)

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

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

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

4.2 Preparación de recipientes

4.2.1 Recipientes de muestras para análisis químicos

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.2.3 Recipientes de muestras para análisis microbiológico.

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

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

(Continúa)

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

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

4.3 Llenado del recipiente

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

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

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

4.4 Refrigeración y congelación de las muestras

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

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

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

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

4.5 Filtración y centrifugación de muestras

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

(Continúa)

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

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

4.6 Adición de preservantes

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

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

4.6.1.1 *Precaución* - Se debe evitar el uso de cloruro de mercurio (II) (HgCl_2) y de acetato-fenil mercurio (II) ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{HgC}_6\text{H}_5$).

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

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

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

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

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

4.7 Identificación de las muestras

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

(Continúa)

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

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

4.8 Transporte de las muestras

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

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

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

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

4.9 Recepción de las muestras en el laboratorio

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

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

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

(Continúa)

TABLA 1 - Técnicas generales para la conservación de muestras - análisis físico-químico.

Parámetros	Tipo de recipiente P = plástico V = vidrio VB = vidrio borosilicado	Técnicas de Conservación	Lugar del Análisis	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis. (Si no se especifica el periodo, se que no es importante. "1 mes" indica que se conserva sin dificultad)	Recomendaciones	Método de Ensayo NTE INEN
Acidez y alcalinidad	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	De preferencia analizar en el punto de muestreo (especialmente para muestras con altos contenidos de gases disueltos)	
Aluminio disuelto ¹⁾ total	P	Filtración en el lugar del muestreo y acidificación del filtrado a pH = 2	Laboratorio	1 mes	El aluminio disuelto ¹⁾ y el adherido a la materia en suspensión se pueden determinar en la misma muestra.	
		Acidificación a pH = 2	Laboratorio	1 mes		
Amonio, libre e ionizado	P o V	Acidificar a pH = 2 con H ₂ SO ₄ , refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h		
		Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	6 h		
AOX Hidrocarburos orgánicos absorbibles	V	Acidificar a pH = 2 con ácido nítrico, refrigerar entre 2°C y 5°C, guardar en la oscuridad	Laboratorio	3 días	Analizar tan pronto sea posible. Referir a Normas Internacionales para detalles relevantes para tipos especiales de agua.	
Arsénico	P o V	Acidificar a pH = 2	Laboratorio	1 mes	El HCl es amplia, si el método de análisis es de la técnica de hidruro	900
Bario	P o VB		Ver Aluminio		No usar H ₂ SO ₄	
DBO (demanda bioquímica de oxígeno)	P o V (se prefiere vidrio para concentraciones bajas de DBO)	Refrigerar entre 2°C y 5°C, guardar en la oscuridad	Laboratorio	24 h		
Boro y boratos	P		Laboratorio	1 mes		
Bromuros y sus compuestos	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	Las muestras se deben proteger de la luz directa del sol	
Cadmio	P o VB		Ver Aluminio			900
Calcio	P o V	-	Laboratorio	24 h	Hasta 48 h es posible, pero extremando las precauciones para muestras con una conductividad mayor a 70 mS/m.	1107
		Acidificar a pH = 2	Laboratorio	1 mes	La acidificación (no con H ₂ SO ₄) permite la determinación en la misma muestra de calcio y de otros metales.	
Dióxido de carbono	P o V	-	En el sitio	--		

1) Disuelto: Implica a los que pasan a través de un filtro de 0,45 µm de diámetro de poro.

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Carbono orgánico	V	Acidificar a pH < 2 con H ₂ SO ₄ , refrigerar a 2°C y 5°C, guardar en la oscuridad	Laboratorio	1 semana	La técnica de conservación depende del método de análisis usado. El análisis se debe realizar lo más pronto posible.	
	P	Congelar a -20°C	Laboratorio	1 mes	El congelamiento a -20°C se usa en ciertos casos.	
Cloruro	P o V	--	Laboratorio	1 mes		975
Cloro residual	P o V	--	En el sitio	--	Transportar en oscuridad. Realizar el análisis lo antes posible.	977
Clorofila	P o V	Refrigerar a 4°C	Laboratorio	24 h	Transportar en oscuridad.	
		Luego de filtrar refrigerar el residuo.	Laboratorio	1 mes		
Cromo (VI)	P o VB	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h		983
Cromo total	P o VB			Ver	Aluminio	
Cobalto	P o VB			Ver	Aluminio	
DQO (demanda química de oxígeno)	P o V (preferible vidrio para contenidos bajos de DQO)	Acidificar a pH < 2 con H ₂ SO ₄ , refrigerar entre 2°C y 5°C, guardar en la oscuridad	Laboratorio	5 días		
	P	Congelar a -20 °C	Laboratorio	1 mes		
Color	P o V	--	En el sitio	--		970
		Refrigerar entre 2°C y 5°C y guardar en la oscuridad	Laboratorio	24 h		
Conductividad	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	El análisis de preferencia realizarlo en el sitio	
Cobre	P o VB			Ver	Aluminio	984
Cianuro, liberado fácilmente	P	la técnica de conservación de			depende del método análisis usado	
Cianuro total	P	la técnica de conservación de			depende del método análisis usado	
Detergentes				Ver	Surfactantes	
Residuo seco				Ver	Residuo Total	972
Fluoruro	P pero no PTFE	--	Laboratorio	1 mes		985
Grasas, aceites, hidrocarburos	Vidrio lavado con el solvente usado en la extracción.	Cuando sea posible extraer en el sitio y refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	Se recomienda adicionar el agente de extracción inmediatamente luego de recoger la muestra; o realizar la extracción en el sitio (según las regulaciones locales sobre seguridad).	
Metas pesados (excepto mercurio)	P o VB			Ver	Aluminio	
Hidrazina	V	Acidificar con HCl (100 cm ³ por litro de muestra) y guardar en oscuridad.	Laboratorio	24 h		
Hidrocarburos				Ver	Grasas	
Hidrogenocarbonatos				Ver	Alcalinidad	

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Ioduro	Vidrio	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	Las muestras se deben proteger de la luz directa del sol	
		Alcalinizar a pH 11	Laboratorio	1 mes		
Hierro (II)	P o VB	Acidificar a pH +2 con HCl, y eliminar el oxígeno atmosférico	En el sitio o en el laboratorio	24 h		
Hierro total	P o VB		Ver	Aluminio		979
Nitrógeno Kjeldahl	P o VB	Acidificar a pH +2 con H ₂ SO ₄ , refrigerar entre 2°C y 5°C y guardar en la oscuridad	Laboratorio	24 h	No acidificar al nitrógeno libre va a ser determinado en la misma muestra.	1 204
Fósforo	P o VB		Ver	Aluminio	No usar H ₂ SO ₄	1 100
Litio	P	-	Laboratorio	1 mes		
		Acidificar a pH +2	Laboratorio	1 mes	La acidificación permite la determinación del litio en la misma muestra como la de otros metales	
Magnesio	P o VB		Ver	Calcio		1 100
Manganeso	P o VB		Ver	Aluminio		1 104
Mercurio Total	VB	Acidificar a pH +2 con HNO ₃ y adición de K ₂ Cr ₂ O ₇ (0,05 % (m/v) de concentración final)	Laboratorio	1 mes	Poner especial cuidado para asegurar que los recipientes porta muestra estén libres de contaminación.	
Níquel	P o VB		Ver	Aluminio		
Nitrato	P o V	Acidificar a pH +2 o refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h		975 995
		En el lugar filtrar en membrana filtrante de poro 0,45 µm y refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	48 h	Para aguas de pozo o superficiales	
Nitrito	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h		
Clor	V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio (para el análisis cuantitativo)	6 h	El análisis se debe realizar en el lugar lo más pronto posible (análisis cualitativo)	
Oloro orgánico			(Haluros)	Ver Orgánicos	AOX absorbibles)	
Ortofosfato total	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	El análisis debe realizarse lo más pronto posible.	
Ortofosfato disueltos	P o V	Filtrar la muestra en el lugar al momento del muestreo. Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	El análisis debe realizarse lo más pronto posible.	
Oxígeno	P o V	-	En el sitio	-		1 106
	V	Fijar el oxígeno en el sitio y guardar en la oscuridad	Laboratorio	4 días a lo mucho	Fijar el oxígeno de acuerdo con el método de análisis usado	
Ceseno	-	-	En el sitio	-		

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Índice de permanganato	V	Acidificar a pH 2 con H_2SO_4 , refrigerar entre 2°C y 5°C guardar en obscuridad	Laboratorio	2 días	Analizar tan pronto sea posible; acidificar de acuerdo con el fundamento del método puede ser una técnica de preservación ventajosa.	
	P	Congelar a -20°C	Laboratorio	1 mes		
Pesticidas organoclorados	V (lavado con solvente)	Refrigerar entre 2°C y 5°C, guardar en obscuridad	Laboratorio	24 h	Se recomienda, inmediatamente luego de muestrear, adicionar el solvente a usarse en el método de análisis o realizar la extracción en el sitio.	
Pesticidas organofosforados	V (lavado con solvente)	Refrigerar entre 2°C y 5°C, guardar en obscuridad	Laboratorio	24 h	La extracción se realiza tan pronto sea posible luego del muestreo, preferiblemente antes de las 24 h.	
Petróleo y sus derivados	Ver grasa aceites e hidrocarburos					
pH	P o V	-	En el sitio		El análisis se debe realizar tan pronto sea posible y de preferencia inmediatamente en el sitio del muestreo.	973
		Transportar a temperatura más baja que la inicial	Laboratorio	6 h		
Índice de Fenol	VB	Inhibir la oxidación bioquímica con $CuSO_4$, y acidificar con H_3PO_4 , a pH = 2	Laboratorio	24 h	La técnica de preservación dependerá del método de análisis a usarse.	
Fenoles	VB	Refrigerar entre 2°C y 5°C guardar en la obscuridad	Laboratorio	24 h	La extracción se debe realizar lo antes posible.	
Fósforo disuelto	VB o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C. Filtrar inmediatamente en el sitio, de ser necesario	Laboratorio	24 h	Se recomienda el uso de recipientes de vidrio lodado, cuando las concentraciones son bajas; (una botella puede ser lodada colocando unos pocos cristales de Ioduro dentro del recipiente, sellar y calentar a 80 °C por 8h). Se debe evitar que el Ioduro puede lixiviarse dentro de la muestra por lo tanto interferir con el análisis. Se recomienda consultar con el analista para utilizar la mejor técnica de conservación.	
Fósforo Total	VB o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	Ver arriba	
		Acidificar a pH = 2 con H_2SO_4	Laboratorio	1 mes	Ver arriba	
Potasio	Ver Litio					
Selenio	V o VB	Acidificar a pH = 1, si sección al se-ómn presentes selenuros; si estos están presentes acidificar a pH = 11 con $NaOH$	Laboratorio	1 mes		
Silicatos disueltos	P	Filtración, en el sitio del muestreo acidificar a pH = 2 con H_2SO_4 y refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h		
Silicatos totales	P	Ver arriba	Laboratorio	24 h		

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Plata	P o V	Ver	Aluminio	No usar HCl, algunas formas de la plata necesitan la adición de cianuro para estabilizar.		
Sodio		Ver	Lito			
Sulfatos	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	1 semana	En muestras de deshecho, considerar que se pueden formar sulfuros; por lo tanto adicionar peróxido de hidrógeno. Para muestras con un alto DBO (> 200 mg/l), considerando el peligro de eliminación del sulfuro, se debe adicionar ácido clorhídrico en lugar de peróxido de hidrógeno.	975
Sulfuros (floculante liberados)	P o V	Fjar las muestras inmediatamente por alcalinización con carbonato de sodio, seguido de la adición de 4 gotas de acetato de zinc 2N por cada 100 cm ³ de muestra.	Laboratorio	24 h	Estabilizar de acuerdo a los procedimientos de las Normas Internacionales.	
Sulfuros	P o V	Igual que para sulfuros floculante liberados, llenar completamente el recipiente. Cuando se determine sulfuros totales alcalinizar la muestra con hidróxido de sodio a pH = 9.	Laboratorio	-	Analizar tan pronto sea posible. Estabilizar de acuerdo a los procedimientos de las Normas Internacionales.	
Sulfitos	P o V	Fjar en el sitio con adición de 1 cm ³ de EDTA 2,5% (m/m) por 100 cm ³ de muestra.	Laboratorio	48 h		
Surfactantes catiónicos	V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	48 h	Lavar el recipiente de vidrio como se describe en ISO 7875-1 y 7875-2. Analizar las muestras tan pronto sea posible. Para prevenir la adsorción en las paredes del recipiente, adicionar en el sitio del muestreo 5 mg/l de un surfactante lineal alquilétilcolato no iónico.	
Surfactantes aniónicos	V	Acidificar a pH = 2 con H ₂ SO ₄ y refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	48 h	Lavar los recipientes de vidrio como se describe en ISO 7875-1 y analizar lo más pronto posible.	
Surfactantes no iónicos	V	Adicionar formaldehído al 40% (v/v), hasta tener una solución al 1% (v/v); refrigerar entre 2°C y 5°C, asegurarse que el recipiente está completamente lleno.	Laboratorio	1 mes	Lavar los recipientes de vidrio como se describe en ISO 7875-2 y analizar lo más pronto posible.	
Sólidos en suspensión y sedimentables	P o V	-	Laboratorio	24 h	El análisis se debe realizar lo más pronto posible y de preferencia en el sitio.	

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Estaño	P o VB		Ver	Aluminio	No usar HNO_3 . Si están presentes compuestos orgánicos estañosos usar ácido acético para la preservación del estaño total, si se especifica congelar y analizar lo más pronto posible	
Dureza total	P o VB			ver	calcio	974
Sólidos totales (extracto seco)	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h		
Turbidez	P o V	-	Laboratorio	24 h	El análisis realizar de preferencia en el sitio del muestreo	971
Uranio	P o VB			Ver	Aluminio	
Zinc	P o VB			Ver	Aluminio	981

TABLA 2 - Distribución de los parámetros de análisis según el tipo de preservación y conservación usado (anexo a la tabla 1)

Preservación por	Recomendado para	No recomendado para
Alcalinización a pH = 11	Isotras	La mayoría de los compuestos orgánicos, metales pesados en estados de oxidación menor. Algunos metales que forman aniones solubles a estados de oxidación altos (dependiendo del anión presente consultar las tablas de solubilidad) Amoniacolamonió Aminas y amidas Fósforo total Hidrazina Hidroxilamina
Acidificación a pH = 2	Metales alcalinos Aluminio Amonio (pero no si se requiere por separado el amonio libre y el total) Aniónico Metales alcalinotérreos Nitrato Dureza total Fósforo total Metales pesados	Cianuros Sulfuros Carbonatos, bicarbonatos, dióxido de carbono Sulfatos, dióxido de azufre Tiosulfatos Nitrito Fosfonatos (si la técnica indica) Surfactantes y éteres Hexametilentetramina No usar ácido sulfúrico para Calcio, Estroncio, Bario, Radio y Plomo No usar ácido clorhídrico para Plata, Talio, Plomo, Bismuto, Mercurio(II) y Antimonio No usar ácido nítrico para estaño

(Continúa)

(Continuación tabla 2)

Conservación por	Recomendado para	No recomendado para
Refrigeración de 2°C a 5°C	<p>Acidez, alcalinidad</p> <p>Amonio</p> <p>Bromo y sus compuestos</p> <p>Clorofila</p> <p>Cloruros</p> <p>Ioduros</p> <p>Nitrógeno (kjeldahl)</p> <p>Conductividad</p> <p>Nitrato</p> <p>Nitrato</p> <p>Nitró</p> <p>Olor</p> <p>Ortobofatos</p> <p>Fósforo</p> <p>Sulfatos</p> <p>Surfactantes catiónicos</p> <p>Residuo seco</p> <p>Sólidos totales</p> <p>Bioensayos</p>	
Congelamiento a -20°C	<p>Clorofila</p> <p>DOO</p> <p>Bioensayos análisis de toxicidad</p> <p>Carbón orgánico</p> <p>Índice de permanganato</p>	<p>No recomendable para biota si se hace una distinción entre la biota del líquido y las células contenidas en la biota.</p> <p>Gases disueltos.</p> <p>Para identificación de microorganismos.</p> <p>Pueden ocurrir cambios en varios solutos, lo que requiere de homogenización luego del descongelamiento.</p> <p>Puede ocurrir precipitación (y polimerización) dificultando el análisis.</p> <p>Recíprocamente algunos polímeros depolimerizan. Las recomendaciones se deben evaluar antes del uso rutinario.</p>

TABLA 3 - Técnicas generales recomendadas para la conservación de muestras para el análisis Microbiológico

Parámetro a ser analizado	Tipo de recipiente	Técnica de preservación	Lugar del análisis	Tiempo máximo de conservación recomendado antes del análisis	Observaciones	Método de ensayo NTE INEN
<p>Recuento de aeróbios mesófilos</p> <p>Coliformes totales</p> <p>Coliformes termotolerantes</p> <p>Streptococo fecal</p> <p>Salmonella</p> <p>Shigela</p> <p>etc.</p>	Recipiente estéril	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	8 h (agua potable, agua superficial, de pozo y lodos)	<p>Para aguas cloradas o bromatadas la muestra se debe recoger en un frasco que contenga (antes de esterilizar) bicarbonato de sodio (0,1 cm³ de una solución al 10% de Na₂CO₃) por cada 125 cm³ de muestra).</p> <p>Para aguas que contengan concentraciones de metales pesados superiores a 0,01 mg/l, adicionar al recipiente (antes de esterilizar) 0,3 cm³ de EDTA al 1% por cada 500 cm³ de muestra (ver 4.6)</p>	1 205

(Continúa)

TABLA 4 - Técnicas generales recomendadas para la preservación de muestras para análisis Biológico

Parámetro a ser analizado	Tipo de recipiente P= plástico V= vidrio VB= vidrio Boroalcalizado	Técnicas de preservación	Lugar del análisis	Tiempo máximo de conservación antes del análisis	Comentarios	Método de ensayo NTE INEN
Cantidad e Identificación						
Sedimento blático, macro invertebrado	P o V	Adicionar etanol al 70 % (v/v)	Laboratorio	1 año	El agua de las muestras se debe decantar para aumentar la concentración del preservante	
-sedimento abundante		Adicionar 40 cm ³ de formaldehído al 40 % (v/v) neutralizado con borato de sodio.	Laboratorio	1 año		
-sedimento escaso	V	Transferir a una solución preservante de etanol al 70 %, formaldehído al 40% y glicerol (en proporciones 100:2:1 respectivamente)	Laboratorio	Indefinidamente	Se requieren de métodos especiales para los grupos de invertebrados que se deforman por el tratamiento normal de preservación (p.e. platelmintos) Precaución: cuidarse de los vapores de formaldehído. No almacenar muchas muestras en el área de trabajo)	
Perifiton	V	Adicionar una parte por volumen de Lugol para 100 partes de volumen de muestra.	Laboratorio	1 año	Guardar las muestras en la oscuridad	
Fitoplancton	V	Ver perifiton	Laboratorio	1 año	Guardar las muestras en la oscuridad	
Zooplancton	V	Adicionar formaldehído al 40 % para tener formalina al 4% o adicionar solución de Lugol como para el Perifiton	Laboratorio	1 año	La adición de una mayor cantidad de Lugol puede ser necesaria si ocurre decoloración	

(Continúa)

(Continuación Tabla 4)

Sedimento húmedo y sedimento seco	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	En el sitio o en el laboratorio	24 h	No congelar a -20°C Realizar el análisis antes de las 24 h
Sedimento biótico o macro invertebrados					
Macrofitos					
Perifiton					
Fitoplancton					
Zooplancton					
Peces	—	En el sitio			
Cenizas del sedimento	P o V	Filtrar y refrigerar entre 2 °C y 5°C	Laboratorio	2 semanas	
Sedimento biótico o macro invertebrados					
Macrofitos					
Perifiton					
Fitoplancton					
Análisis de toxicidad	P o V	Refrigerar entre 2°C y 5°C	Laboratorio	24 h	El periodo de conservación varía de acuerdo al método de análisis usado.
		Congelar a -20°C	Laboratorio	2 semanas	

(Continúa)

TABLA 5. Técnicas generales recomendadas para la preservación de muestras para el análisis de parámetros Radio-químicos

Parámetro a ser analizado	Tipo de recipiente	Técnicas de preservación	Lugar del análisis	Tiempo máximo de preservación antes del análisis	Recomendaciones	Método de ensayo NTE INEN
Actividad Alfa Actividad Beta (excepto radio-iodo)	P	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si se va a determinar la actividad en la materia soluble y en suspensión separadamente, filtrar de inmediato. 2. Adicionar 20 cm³ de ácido nítrico al 50% por cada litro de muestra. El valor del pH debe ser menor que 1. 3. Guardar en lugar obscuro a una temperatura entre 2°C y 5°C. 	Laboratorio	Lo más pronto posible	<p>Las precauciones de seguridad dependen de la actividad de la muestra.</p> <p>Precaución. El polvo radiactivo no debe caer en la piel o en la ropa o ser inhalado.</p>	
Actividad Gamma (para isotopos de radón y de yodo radiactivo ver las recomendaciones separadamente)	P	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si esta presente materia en suspensión y se necesita las mediciones de la actividad por separado, o los ácidos no están totalmente disueltos, filtrar la muestra y tratar como dos muestras separadas. 2. Adicionar cuantitativamente a la muestra una cantidad conocida de una solución que contenga el isotopo no radiactivo de interés. Para muestras que contengan metales, la solución es ácida a pH = 2; el ácido que se emplee no debe precipitar o volatilizar los elementos. Se necesita especial cuidado para los isotopos del radón. 3. Guardar en botellas herméticas y en la oscuridad entre 2°C y 5°C. 	Laboratorio	Depende de la vida media de los elementos radiactivos de interés. Determinar la vida media tan pronto la muestra necesite ser analizada	<p>Las precauciones de seguridad y defensas dependen de la actividad de la muestra.</p> <p>Precaución. El polvo radiactivo no debe caer en la piel o en la ropa o ser inhalado.</p>	

(Continúa)

(Continuación tabla 5)

Radio-iodo	P Pretratar cada botella con yodo no radiactivo mínimo a 80°C cubriendo completamente, enjuagar con etanol seguido de un lavado con agua hasta que todo el yodo desaparezca, o adicionar yoduro de sodio como agente liberador.	1. Ajustar el valor de pH a 0,0±0,1 con la solución de hidróxido de sodio. 2. Adicionar 0,1 g a 0,01 g de yoduro de sodio no radiactivo por litro de muestra. 3. Adicionar de 2 a 4 cm ³ de hipoclorito de sodio [10N(m/m)] por litro de muestra, asegurando un exceso de cloro libre.	Laboratorio	Lo más pronto posible	Las muestras no deben ser ácidas cuando se adiciona el Iodo; (es importante si en la misma muestra se determina actividad alfa y beta). No se debe usar amonio para alcalinizar la muestra.
Radio por otros métodos (ver también actividad alfa y beta)	P	1. Como para la actividad alfa y beta. 2. Acidificar a valores de pH menores que 1 con ácido nítrico y anotar el volumen del ácido adicionado.	Laboratorio	Antes de 2 meses.	Las precauciones y cuidados dependen de la actividad de la muestra. Precaución- El polvo radiactivo no debe caer en la piel o en la ropa o ser inhalado.
lectopos de Radón Radio por incremento interno de radón.	VB Ajustar con un tapón que no quede muy por encima del nivel del líquido.	1. Llenar las botellas sin burbujas y sin espuma, taparlas sin que el tapón tope la superficie del líquido. 2. Si no hay materia sólida, acidificar con ácido nítrico hasta un valor de pH menor a 2. 3. Transportar y guardar a temperatura ligeramente inferior que la temperatura a la que fueron tomadas las muestras. No congelar.	Laboratorio o en el sitio	Tan pronto sea posible, y dentro de las 48 h tomando en cuenta la vida media.	Los recipientes plásticos pueden ser porosos al radón. Si el radón es gaseoso puede formar aerosoles de polonio, etc. El manejo cuidadoso es esencial.
Radio estroncio	P	Como para actividad alfa y beta, pero adicionar una pequeña cantidad de solución no radiactiva de nitrato de estroncio, como acamador.	Laboratorio	Lo más pronto posible, pero antes de 2 semanas.	
Tritio gaseoso o agua tritideada	VB	Se debe evitar el intercambio atmosférico y la inactivación del agua.	Laboratorio	Tan pronto sea posible, pero antes de 1 mes.	
Radio cesio	P	Verradio estroncio (usar nitrato de cesio como acamador)	Laboratorio	Antes de 2 semanas.	

(Continúa)

(Continuación tabla 5)

Uranio	P	Volumen de muestra entre 1 y 5 litros. Acidificar con ácido nítrico a pH < 1	Laboratorio	Antes de 2 semanas		
Plutonio	Vβ	Volumen de muestra entre 5 y 50 litros. Acidificar con ácido nítrico a pH < 1	Laboratorio	Antes de 2 semanas		

NOTAS

1. Se debe evitar la contaminación de la muestra, especialmente si la actividad de la muestra es baja. Algunas muestras presentan lecturas de actividad si permanecen en el sol o al aire. Los laboratorios ordinarios y los radio-químicos, así como algunos artefactos domésticos, pueden contener material radiactivo.
2. Algunas botellas de plástico concentran las muestras paulatinamente debido a que se vuelven permeables al agua. Ver las recomendaciones para radón.
3. Cuando se muestre agua lluvia, (ver ISO 5687-8). Como la recolección de una cantidad suficiente de muestra requiere un período de varios días, anotar la fecha de inicio y finalización de la recolección. Se puede adicionar un acondicionador o estabilizador para determinadas mediciones.
4. La anotación de la fecha y la hora de muestreo es importante cuando se requiere hacer correcciones por deterioro.

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 970:1984	<i>Agua potable. Determinación del color</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 971:1984	<i>Agua potable. Determinación de la turbiedad método nefelométrico</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 972:1984	<i>Agua potable. Determinación del residuo seco total</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 973:1984	<i>Agua potable. Determinación del pH</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 974:1984	<i>Agua potable. Determinación de la dureza total por titulación con EDTA</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 975:1984	<i>Agua potable. Determinación de nitrógeno de nitratos. Método de la brucina.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 976:1984	<i>Agua potable. Determinación de cloruros</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 978:1984	<i>Agua potable. Determinación de sulfatos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 979:1984	<i>Agua potable. Determinación del hierro</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 980:1984	<i>Agua potable. Determinación del arsénico método del dietiltiliocarbamato de plata</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 981:1984	<i>Agua potable. Determinación del zinc</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 982:1984	<i>Agua potable. Determinación de cadmio método de la ditiona</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 983:1984	<i>Agua potable. Determinación del cromo hexavalente</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 984:1984	<i>Agua potable. Determinación del cobre.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 985:1984	<i>Agua potable. Determinación del fluoruro. Método de Spadns</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1102:1984	<i>Agua potable. Determinación del plomo. Método de la ditiona</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1103:1984	<i>Agua potable. Determinación del magnesio por cálculo</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1104:1984	<i>Agua potable. Determinación del manganeso total</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1105:1984	<i>Aguas. Muestreo para examen microbiológico</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1106:1984	<i>Aguas. Determinación del oxígeno disuelto</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1107:1984	<i>Aguas. Determinación del calcio. Método EDTA</i>
ISO 5667-8	<i>Water quality - Sampling - Part 8 Guidance on the sampling of wet deposition.</i>
ISO 7875-1	<i>Water quality - Determination of surfactants. Part 1: Determination of anionic surfactants by the methylene blue spectrometric method.</i>
ISO 7875-2	<i>Water quality - Determination of surfactants - Part 2: Determination of non-ionic surfactants using Dragendorff reagent.</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

ISO 5667-3 *Water quality - Sampling - Part 3 Guidance on the preservation and handling of samples. Second edition. International Organization for Standardization. Geneva, 1994.*

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2 169	TÍTULO: AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS.	Código: AL 01.06-202
------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------	-------------------------

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 1997-06-09	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización por Acuerdo No. de publicado en el Registro Oficial No. de Fecha de iniciación del estudio:
-------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fechas de consulta pública: de _____ a _____

Subcomité Técnico: AGUAS
Fecha de iniciación: 1997-06-09
Integrantes del Subcomité Técnico:

Fecha de aprobación: 1997-07-24

NOMBRES:

Sr. Hassan Bebdach (Presidente)
Dra. María Augusta Sánchez
Dr. Vicente Parreño
Dra. Alexandra Levoyer
Dra. Magda Saltos
Dr. Hernán Ríos
Dra. Piedad Enríquez
Dr. Gonzalo Acosta
Ing. Oswaldo Romero
Ing. Julio Espinosa

Ing. Mario Oñate
Ing. Marcelo Soria
Dra. Paulina Reyes
Dr. Angel Buenaño
Dra. Blanca Viera
Tiga. María Dávalos (Secretaria Técnica)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

FRUIT - IMPERIAL
FRUIT - IMPERIAL
E.M.A.AP-Q
INDEGA
MINISTERIO DE SALUD
DIRECCIÓN DE HIGIENE MUNICIPAL
INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE
TESALIA
COLEGIO DE INGENIEROS DE ALIMENTOS
MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR
INDUSTRIALIZACIÓN Y PESCA
POLITÉCNICA DEL CHIMBORAZO
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
COLEGIO DE BIOQUÍMICOS
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS U.C.
INEN
INEN

Otros trámites:

CARÁCTER: Se recomienda su aprobación como: VOLUNTARIA

Aprobación por Consejo Directivo en sesión de
1998-10-08 como: Voluntaria

Oficializada como: VOLUNTARIA
Por Acuerdo Ministerial No. 980137 de 1998-11-11
Registro Oficial No. 70 de 1998-11-19

Anexo J: NTE INEN 1105:1983 Agua. Muestreo para Examen Microbiológico.



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1105:1983

FECHA DE CONFIRMACIÓN: 2012-10-29

AGUAS. MUESTREO PARA EXÁMEN MICROBIOLÓGICO

Primera edición

WATERS. SAMPLE FOR MICROBIOLOGICAL EXAMINATION

First edition

DESCRIPTORES: Agua potable, muestreo examen microbiológico
AL 01.06-201
CDU: 649.61
ICS: 13.060.20

Norma Técnica Ecuatoriana	AGUAS MUESTREO PARA EXAMEN MICROBIOLÓGICO	NTE INEN 1105 1983-12
---------------------------	------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------

0. INTRODUCCION

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

1. OBJETO

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

2. EQUIPO

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

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

2.3 Aparato de esterilización; uno de los siguientes:

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

3. REACTIVOS

3.1 Tiosulfato de sodio. Solución al 10% de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$.

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

4. CONSIDERACIONES GENERALES

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

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

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

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

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

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

5. PROCEDIMIENTO

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

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

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

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

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

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

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

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

ANEXO A**LAVADO Y ESTERILIZADO**

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

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

APÉNDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

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

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 1105	TÍTULO: AGUAS. MUESTREO PARA EXÁMEN MICROBIOLÓGICO	Código: AL 01.06-201
-----------------------------	----------------------------------------------------	-------------------------

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. publicado en el Registro Oficial No. Fecha de iniciación del estudio:
------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fechas de consulta pública: 1982-03-08-14 a 1982-04-21

Subcomité Técnico de: **AL 01.06 AGUA POTABLE**

Fecha de iniciación: _____ Fecha de aprobación: 1983-02-24
 Integrantes del Subcomité:

NOMBRES:

Dr. Hernán Riofrio
 Dr. José E. Marcos
 Sra. Rita de Meneses
 Dra. Ligia de Arcantales
 Dra. Carlota Naranjo
 Dra. Mercedes Reyes Vera

Dr. Gonzalo Sandoval
 Dr. Hernán Miño
 Dr. Ramiro Gallegos

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

INERHI
 EMAP-GUAYAQUIL
 CERVECERIA ANDINA
 INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE-QUITO
 UNIVERSIDAD CATOLICA-QUITO
 INSITUTO NACIONAL DE HIGIENE-
 GUAYAQUIL
 EMAP-QUITO
 CENDES
 INEN

Otros trámites: *4 Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA a VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20

Anexo K: Fotografías.

LUGARES DONDE SE REALIZÓ LA TOMA DE MUESTRAS



VERTIENTE- Sector Cerro
Casahuala



Tanque de llegada después de
recorrer 20 Km desde la vertiente –
Sector Chuzalongo





Tanque antes y después de los filtros de arena – Sector Colacucho



Tanque salida filtros de carbono- Sector Pie de Pucara





Tanque de almacenamiento- Sector Pie de Pucara



Red de Distribución Domiciliar Norte, Centro y Sur

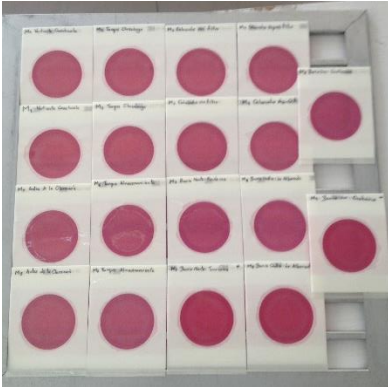
PRUEBAS FÍSICO QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS



Determinaciones Físicas *in-situ* del agua:
temperatura, conductividad, pH, cloro, turbiedad



Determinaciones Químicas del agua –
Laboratorio de Aguas del Cantón Chambo



Determinación Microbiológica del agua-
Laboratorio de Microbiología ESPOCH