



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA AMBIENTAL**

**TEMA:
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE, SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO, RECINTO COCHANCAY. PROPUESTA DE MEDIDAS
PREVENTIVAS-CORRECTIVAS**

AUTOR: Marcia Paola Zambrano López

TUTOR: Dr. Wilson Pozo Guerrero, PhD.

GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE 2019

Guayaquil, 8 de Agosto del 2019

Señor Ingeniero

Vinicio Macas Espinosa. MSc.

DIRECTOR (E) DE LA CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL

FACULTAD CIENCIAS NATURALES

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Ciudad.-

De mis consideraciones:

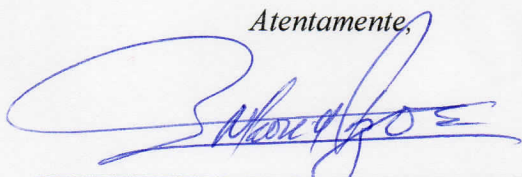
Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE, SISTEMA DE ABASTECIMIENTO, RECINTO COCHANCAY. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS-CORRECTIVAS** de la estudiante Marcia Paola Zambrano López, indicando ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que la estudiante está apta para continuar con el proceso de revisión final.

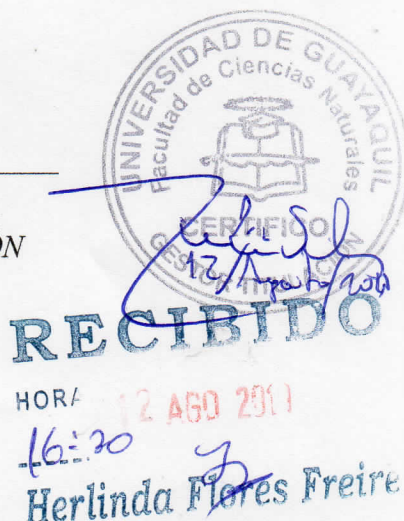
Atentamente,



PhD. Wilson Pozo Guerrero

TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

C.I. 0400440590

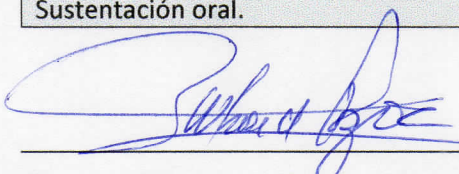


ANEXO 5

RÚBRICA DE EVALUACIÓN TRABAJO DE TITULACIÓN

Título del Trabajo: Evaluación de la calidad de agua potable, sistema de abastecimiento, Recinto Cochancay. Propuesta de medidas preventivas-correctivas
Autor(s): Marcia Paola Zambrano López

ASPECTOS EVALUADOS	PUNTAJE MÁXIMO	CALF.
ESTRUCTURA ACADÉMICA Y PEDAGÓGICA	4.5	4.5
Propuesta integrada a Dominios, Misión y Visión de la Universidad de Guayaquil.	0.3	0.3
Relación de pertinencia con las líneas y sublíneas de investigación Universidad / Facultad/ Carrera	0.4	0.4
Base conceptual que cumple con las fases de comprensión, interpretación, explicación y sistematización en la resolución de un problema.	1	1
Coherencia en relación a los modelos de actuación profesional, problemática, tensiones y tendencias de la profesión, problemas a encarar, prevenir o solucionar de acuerdo al PND-BV	1	1
Evidencia el logro de capacidades cognitivas relacionadas al modelo educativo como resultados de aprendizaje que fortalecen el perfil de la profesión	1	1
Responde como propuesta innovadora de investigación al desarrollo social o tecnológico.	0.4	0.4
Responde a un proceso de investigación – acción, como parte de la propia experiencia educativa y de los aprendizajes adquiridos durante la carrera.	0.4	0.4
RIGOR CIENTÍFICO	4.5	4.5
El título identifica de forma correcta los objetivos de la investigación	1	1
El trabajo expresa los antecedentes del tema, su importancia dentro del contexto general, del conocimiento y de la sociedad, así como del campo al que pertenece, aportando significativamente a la investigación.	1	1
El objetivo general, los objetivos específicos y el marco metodológico están en correspondencia.	1	1
El análisis de la información se relaciona con datos obtenidos y permite expresar las conclusiones en correspondencia a los objetivos específicos.	0.8	0.8
Actualización y correspondencia con el tema, de las citas y referencia bibliográfica	0.7	0.7
PERTINENCIA E IMPACTO SOCIAL	1	1
Pertinencia de la investigación	0.5	0.5
Innovación de la propuesta proponiendo una solución a un problema relacionado con el perfil de egreso profesional	0.5	0.5
CALIFICACIÓN TOTAL *	10	10
* El resultado será promediado con la calificación del Tutor Revisor y con la calificación de obtenida en la Sustentación oral.		



Firma del docente tutor de trabajo de titulación

No. C.I. 0400440590

Fecha: 8 de Agosto del 2019

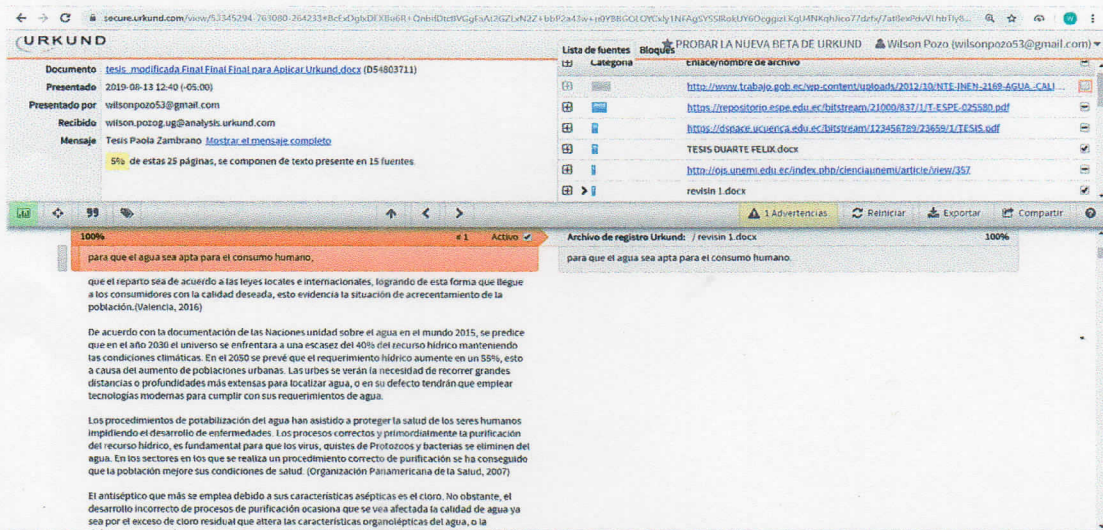

RECIBIDO
 HOR/ 2 AGO 2019
 16:30
 Herlinda Flores Freire

ANEXO 6

CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado PhD Wilson Orlando Guerrero Pozo, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por Marcia Paola Zambrano López, C.C.:0302226709, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniera Ambiental.

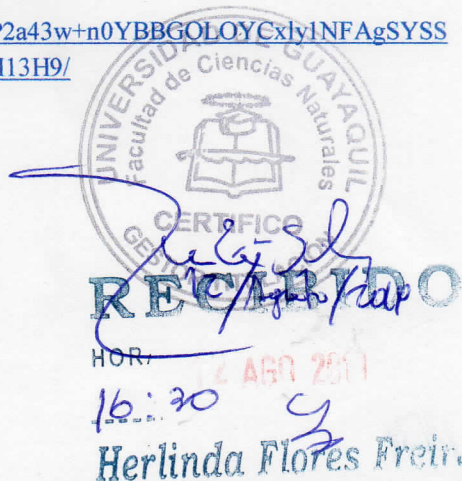
Se informa que el trabajo de titulación: *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE, SISTEMA DE ABASTECIMIENTO, RECINTO COCHANCAI. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS-CORRECTIVAS* ha sido orientada durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio Urkund quedando el 5% de coincidencia.



<https://secure.urkund.com/view/53345294-763080->

[264233#BcExDgIxDEXBu6R+QnbifDtcBVGGfAt2GZLxN2Z+bbP2a43w+n0YBBGOLOYCxly1NFAgSYSSIRokUY6OcggiLkQ4UNKqhJico77dzfx/7at8exPdvVLhbTly8LX8M13H9/](https://secure.urkund.com/view/53345294-763080-264233#BcExDgIxDEXBu6R+QnbifDtcBVGGfAt2GZLxN2Z+bbP2a43w+n0YBBGOLOYCxly1NFAgSYSSIRokUY6OcggiLkQ4UNKqhJico77dzfx/7at8exPdvVLhbTly8LX8M13H9/)

PhD Wilson Guerrero Pozo
C.I. 0400440590



Guayaquil, 23 de Agosto de 2019

Señor ingeniero

Vinicio Macas Espinosa. MSc.

DIRECTOR(E) DE LA CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL

FACULTAD CIENCIAS NATURALES

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE, SISTEMA DE ABASTECIMIENTO, RECINTO COCHANCAI. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS-CORRECTIVAS**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

- El título tiene un máximo de 16 palabras.
- La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.
- El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.
- La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.
- Los soportes teóricos son de máximo 27 años.
- La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

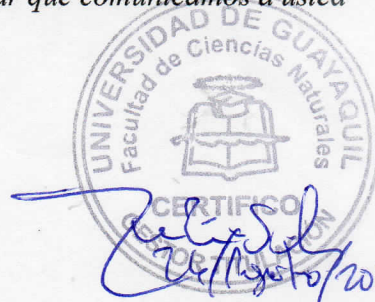
- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que la estudiante **MARCIA PAOLA ZAMBRANO LÓPEZ** está apta para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

Ing. Vinicio Macas Espinosa
C.I. 0704536838



RÚBRICA DE EVALUACIÓN MEMORIA ESCRITA TRABAJO DE TITULACIÓN

Título del Trabajo: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE, SISTEMA DE ABASTECIMIENTO, RECINTO COCHANCA Y. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS-CORRECTIVAS

Autor(s): MARCIA PAOLA ZAMBRANO LÓPEZ

ASPECTOS EVALUADOS	PUNTAJE MÁXIMO	CALF.	COMENTARIOS
ESTRUCTURA Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA	3	3	
Formato de presentación acorde a lo solicitado	0.6	0.6	
Tabla de contenidos, índice de tablas y figuras	0.6	0.6	
Redacción y ortografía	0.6	0.6	
Correspondencia con la normativa del trabajo de titulación	0.6	0.6	
Adecuada presentación de tablas y figuras	0.6	0.6	
RIGOR CIENTÍFICO	6	6	
El título identifica de forma correcta los objetivos de la investigación	0.5	0.5	
La introducción expresa los antecedentes del tema, su importancia dentro del contexto general, del conocimiento y de la sociedad, así como del campo al que pertenece	0.6	0.6	
El objetivo general está expresado en términos del trabajo a investigar	0.7	0.7	
Los objetivos específicos contribuyen al cumplimiento del objetivo general	0.7	0.7	
Los antecedentes teóricos y conceptuales complementan y aportan significativamente al desarrollo de la investigación	0.7	0.7	
Los métodos y herramientas se corresponden con los objetivos de la investigación	0.7	0.7	
El análisis de la información se relaciona con datos obtenidos	0.4	0.4	
Factibilidad de la propuesta	0.4	0.4	
Las conclusiones expresa el cumplimiento de los objetivos específicos	0.4	0.4	
Las recomendaciones son pertinentes, factibles y válidas	0.4	0.4	
Actualización y correspondencia con el tema, de las citas y referencia bibliográfica	0.5	0.5	
PERTINENCIA E IMPACTO SOCIAL	1	1	
Pertinencia de la investigación/ Innovación de la propuesta	0.4	0.4	
La investigación propone una solución a un problema relacionado con el perfil de egreso profesional	0.3	0.3	
Contribuye con las líneas / sublíneas de investigación de la Carrera/Escuela	0.3	0.3	
CALIFICACIÓN TOTAL*		10	
10			
* El resultado será promediado con la calificación del Tutor y con la calificación de obtenida en la Sustentación oral.			

Ing. Vinicio Macas Espinosa
 No. C.I. 0704536838

fecha: 23 de Agosto de 2019



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE, SISTEMA DE ABASTECIMIENTO, RECINTO COCHANCAY. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS-CORRECTIVAS
----------------------------	--

AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	ZAMBRANO LÓPEZ MARCIA PAOLA
--	-----------------------------

REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	MACAS ESPINOZA VINICIO MSC. POZO GUERRERO WILSON PhD.
--	--

INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
---------------------	--------------------------

UNIDAD/FACULTAD:	FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
-------------------------	--------------------------------

TERCER NIVEL:	INGENIERÍA AMBIENTAL
----------------------	----------------------

GRADO OBTENIDO:	INGENIERA AMBIENTAL
------------------------	---------------------

FECHA DE PUBLICACIÓN:	7 Octubre 2019	No. DE PÁGINAS:	118
------------------------------	----------------	------------------------	-----

ÁREAS TEMÁTICAS:	CIENCIAS AMBIENTALES
-------------------------	----------------------

PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Agua Potable, Calidad, Evaluación, Parámetros, Sistema
---------------------------------------	--

RESUMEN/ABSTRACT:

La planta de agua potable, Recinto Cochancay, se enfrenta a una evaluación de la calidad del agua: En captación, tratamiento y distribución, se realizó la medición de los parámetros: físicos (Color, Turbidez, Sólidos totales disueltos, Sólidos totales, Sólidos suspendidos totales, Conductividad), químicos (Dureza, pH, Sulfatos, Nitritos, Alcalinidad, Calcio, Cloruros, Hierro, Fosfatos, Magnesio, Potasio, Sodio) y biológicos (Coliformes totales, coliformes fecales, Escherichia coli). Se muestreo en base Norma INEN 2169 y análisis de la calidad del agua con Stándar Methods. Se verifico 21 parámetros físicos y químicos analizados cumplen con la INEN 1108 y TULSMA Libro VI, Anexo 1. Los 21 parámetros físicos y químicos, analizados cumplen con la Norma, la potabilización mejora la calidad; mientras los parámetros biológicos están sobre los límites máximos permisibles establecidos en INEN 1108 y la OMS. También se analizaron parámetros que no están en la norma y son de aceptabilidad para los consumidores.

ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO
---------------------	--	-----------------------------

CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 593 990430578	E-mail: zambranolopaola@gmail.com
-------------------------------	-----------------------------------	---

CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Blga. Miriam Salvador Brito Msc. Teléfono: 3080777 - 3080758 E-mail: info@fccnnugye.com miriam.salvadorb@ug.edu.ec
-------------------------------------	---



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 11

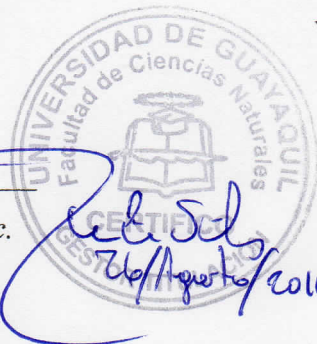
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

*Habiendo sido nombrado **MACAS ESPINOSA VINICIO XAVIER**, tutor revisor del trabajo de titulación **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE, SISTEMA DE ABASTECIMIENTO, RECINTO COCHANCAI. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS-CORRECTIVAS**, certifico que el presente trabajo de titulación, elaborado por **MARCIA PAOLA ZAMBRANO LÓPEZ**, con C.I. No. 0302226709, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **INGENIERA AMBIENTAL**, en la Carrera Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ciencias Naturales, ha sido **REVISADO Y APROBADO** en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.*

Guayaquil, 23 de Agosto de 2019

Ing. *Vinicio Macas Espinosa*, MSc.

C.I. No. 0704536838





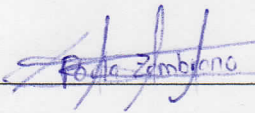
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL
UNIDAD DE TITULACIÓN



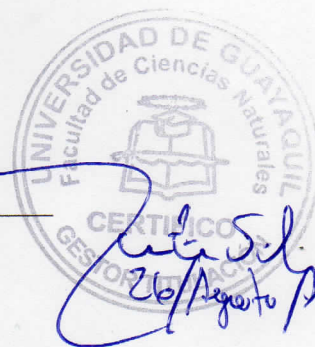
ANEXO 12

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL
USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES ACADÉMICOS**

Yo, **MARCIA PAOLA ZAMBRANO LÓPEZ** con C.I. No. **0302226709**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE, SISTEMA DE ABASTECIMIENTO, RECINTO COCHANCAY. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS-CORRECTIVAS** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad Y **SEGÚN EL Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN***, autorizo el uso de una licencia gratuita intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la presente obra con fines académicos, en favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga uso del mismo, como fuera pertinente



MARCIA PAOLA ZAMBRANO LÓPEZ
C.I. No. 0302226709



*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 - Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 13

***EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE, SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO, RECINTO COCHANCAY. PROPUESTA DE
MEDIDAS PREVENTIVAS-CORRECTIVAS***

Autor: Marcia Paola Zambrano López

Tutor: Wilson Pozo Guerrero, PhD.

Resumen

*La planta de agua potable, Recinto Cochancay, se enfrenta a una evaluación de la calidad del agua: En captación, tratamiento y distribución, se realizó la medición de los parámetros: físicos (Color, Turbidez, Sólidos totales disueltos, Sólidos totales, Sólidos suspendidos totales, Conductividad), químicos (Dureza, pH, Sulfatos, Nitritos, Alcalinidad, Calcio, Cloruros, Hierro, Fosfatos, Magnesio, Potasio, Sodio) y biológicos (Coliformes totales, coliformes fecales, Escherichia coli). Se muestreo en base Norma INEN 2169 y análisis de la calidad del agua con Stándar Methods. Se verifico 21 parámetros físicos y químicos analizados cumplen con la INEN 1108 y TULSMA Libro VI, Anexo I. los 21 parámetros físicos y químico, analizados cumplen con la Norma, la potabilización mejora la calidad; mientras los parámetros biológicos están sobre los límites **máximos permisibles establecidos en INEN 1108** y la OMS. También se analizaron parámetros que no están en la norma y son de aceptabilidad para los consumidores.*

Palabras Claves: Agua Potable, Calidad, Evaluación, Parámetros, Sistema



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA **INGENIERIA AMBIENTAL**
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO 14

***EVALUATION OF THE QUALITY OF DRINKING WATER, SUPPLY SYSTEM,
COCHANCAI. PROPOSAL FOR PREVENTIVE-CORRECTIVE MEASURES***

Author: Marcia Paola Zambrano López

Advisor: Wilson Pozo Guerrero, PhD.

Abstract

The drinking water plant, Cochancay Campus, faces an evaluation of water quality: In the collection, treatment and distribution, the parameters were measured: physical (Color, Turbidity, Total dissolved solids, Total solids, Suspended solids Total, Conductivity), chemicals (Hardness, pH, Sulfates, Nitrites, Alkalinity, Calcium, Chlorides, Iron, Phosphates, Magnesium, Potassium, Sodium) and biological (Total coliforms, fecal coliforms, Escherichia coli). It was sampled based on INEN Standard 2169 and analysis of water quality with Standard Methods. It was verified 21 physical and chemical parameters analyzed comply with INEN 1108 and TULSMA Book VI, Annex 1. The 21 physical and chemical parameters, analyzed comply with the Standard, purification improves quality; while the biological parameters are above the maximum permissible limits established in INEN 1108 and the WHO. We also analyzed parameters that are not in the standard and are acceptable to consumers.

Keywords: Drinking Water, System, Quality, Parameters and Evaluation

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres Jenny y Homero por ser el motor que impulsa mi vida sin ustedes nada de esto hubiera sido posible. A mi tía Marcia por su compañía y apoyo en todas las etapas de mi vida.

Agradecimientos

El llegar a esta etapa de nuestra vida y la realización de una tesis conlleva la participación de un sinnúmero de personas, sin el apoyo de las mismas, no podría llevar a cabalidad su trabajo, razón por la cual aprovecho este espacio para dejar mi gratitud y reconocimiento para con ellas.

Quiero Agradecer a mi familia quienes han sido mi fuente de energía constante y pilares fundamentales para llegar hasta aquí y culminar esta investigación en especial a mis Padres Jenny y Homero , su amor, comprensión y palabras de aliento siempre lograron motivarme para dar mi mejor esfuerzo. A mi tutor de Tesis por su paciencia y ayuda en la realización de este trabajo de Investigación.

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	5
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.2. OBJETIVOS	6
1.2.1. Objetivo general.....	6
1.2.2. Objetivos específicos	7
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	7
1.4. HIPÓTESIS.....	8
CAPÍTULO II	9
2.1. ANTECEDENTES.....	9
2.2. MARCO TEÓRICO.....	11
2.2.1. Agua potable.....	11
2.2.2. Agua cruda.....	12
2.2.3. Límite máximo permitido	12
2.2.4. Desinfección.....	12
2.2.5. Agua y Salud.....	13
2.2.6. Enfermedades transmitidas por el agua.....	13
2.2.7. Sistema de abastecimiento de agua potable	14
2.2.8. Calidad del agua	16
2.2.9. Cantidad (nivel de servicio)	22
2.3. MARCO LEGAL	23
2.3.1. Constitución de la República del Ecuador	23
2.3.2. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2014	24
2.3.4. Ley Orgánica de Salud	25
2.3.5. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua	26
2.3.6. Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA)	29
2.3.7. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)	32
CAPÍTULO III	33
3.1. ÁREA DE ESTUDIO	33
3.1.1. Características básicas del sistema de abastecimiento	33
3.2. METODOLOGÍA.....	38

3.2.1. Recolección de muestras	39
3.2.2. Análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos en laboratorio	41
3.2.3. Análisis estadístico	79
CAPÍTULO IV	81
4.1. RESULTADOS.....	81
4.1.1. Parámetros Microbiológicos.....	81
4.1.2. Parámetros Físicos y Químicos	83
4.1.3. Comparación resultados de análisis Físicos, químicos y microbiológicos con la Normativa	94
4.2. DISCUSIÓN	109
4.3. PROPUESTA DE MEDIDAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA	113
4.4. CONCLUSIONES	114
4.5. RECOMENDACIONES	116
5. BIBLIOGRAFÍA	117

Índice de tablas

Tabla 1: Límites máximos permitidos para el Agua Potable según INEN 1108.....	24
Tabla 2: Límites máximos Microbiológicos permisibles segun INEN 1108	25
Tabla 3: Límites máximos permisibles para agua de Consumo Humano Según el TULSMA Libro VI, Anexo 1	29
Tabla 4: Puntos de muestreo con coordenadas.....	39
Tabla 5: Resultado del análisis cuantitativo de los parámetros microbiológicos en los 4 puntos de Muestreo.....	81
Tabla 6: Comparación de Resultados con los límites máximos permisibles establecidos en el TULSMA	94
Tabla 7: Comparación de los resultados de los parámetros microbiológicos con el límite máximo permisible para agua potable.....	103
Tabla 8: Comparación de resultados con Límites máximos permisibles con la NTE INEN 1108 y la OMS	103

Índice de Anexos

ANEXO 1: Formatos de Fichas de Muestreo	119
ANEXO 2: Resultados de Análisis de Laboratorio	122

Índice de Figuras

Figura 1: Componentes del sistema de Abastecimiento de Agua Potable.....	16
Figura 2: Área de Estudio_ Sistema de Abastecimiento del Recinto Cochancay.....	37
Figura 3: Ubicación de los puntos de Muestreo en el Sistema de Abastecimiento-Cochancay. Fuente. Elaboración Propia.....	38
Figura 4: Preparación de Materiales.....	43
Figura 5: Medición del pH Inicial.....	43
Figura 6: Muestra con el indicador antes de la titulación.....	43
Figura 7: Verificación del pH final después de la titulación.....	44
Figura 8: Medición de pH Inicial.....	44
Figura 9: Conversión a 0 de la muestra.....	46
Figura 10: Reactivos.....	47
Figura 11: Resultado final después de 3 minutos de espera.....	47
Figura 12: Absorbancia Final.....	48
Figura 13: Reactivos utilizados.....	50
Figura 14: Tiempo de espera.....	51
Figura 15: Preparación del Blanco.....	54
Figura 16: Absorbancia de la muestra para fosfatos.....	54
Figura 17: Preparación del Equipo para análisis de conductividad.....	57
Figura 18: Medición de Conductividad en la muestra.....	57
Figura 19: Peso Inicial del Filtro.....	59
Figura 20: Lavado de muestra.....	60
Figura 21: Peso final del filtro.....	60
Figura 22: Pesado Inicial del Beaker.....	64
Figura 23: Volumen transferido al beaker.....	65
Figura 24: Selección de Muestra.....	67
Figura 25: Viraje Final de la muestra.....	67
Figura 26: Selección de Muestra para análisis de Dureza.....	68
Figura 27: Selección del Método.....	73
Figura 28: Reactivos para análisis de nitritos.....	74
Figura 29: Resultado del Análisis de Coliformes Fecales en los 4 puntos de muestreo.....	81
Figura 30: Resultado del Análisis de Coliformes Totales en los 4 puntos de Muestreo.....	82
Figura 31: Resultado del análisis de Escherichia coli en los 4 puntos de muestreo.....	83
Figura 32: Resultado del análisis de Alcalinidad en los 4 puntos de muestreo.....	83
Figura 33: Resultado del análisis de Bicarbonatos en los 4 puntos de Muestreo.....	84
Figura 34: Resultado del análisis de Carbonatos en los 4 Puntos de muestreo.....	84

Figura 35: Resultado del análisis de Cloruros en los 4 puntos de muestreo	85
Figura 36: Resultado del Análisis del Color del Agua en los 4 puntos de Muestreo	85
Figura 37: Resultado del Análisis de la conductividad del Agua en los 4 puntos de muestreo	86
Figura 38: Resultado del análisis de Dureza del agua en los 4 puntos de muestreo	86
Figura 39: Resultado del análisis de Fosfatos en el agua en los 4 puntos de muestreo	87
Figura 40: Resultados del análisis de Hierro en el agua en los 4 puntos de muestreo	87
Figura 41: Resultados del análisis de Manganeso en el agua en los 4 puntos de muestreo	88
Figura 42: Resultados del análisis de Nitritos en el agua en los 4 puntos de muestreo	88
Figura 43: Resultado del análisis de Solidos Suspendidos Totales en el agua en los 4 puntos de muestreo	89
Figura 44: Resultados del análisis de Solidos totales en el agua en los 4 puntos de muestreo	89
Figura 45: Resultados del Análisis de Solidos Totales Disueltos en el agua en los 4 puntos de muestreo	90
Figura 46: Resultados del análisis de Sulfatos en el agua en los 4 puntos de muestreo	90
Figura 47: Resultados del análisis de pH en el agua en los 4 puntos de muestreo	91
Figura 48: Resultado del análisis de Turbidez en el agua en los 4 puntos de muestreo	91
Figura 49: Resultado del análisis de Calcio en el agua en los 4 puntos de muestreo	92
Figura 50: Resultados del análisis de Magnesio en el agua en los 4 puntos de muestreo	92
Figura 51: Resultados del análisis de Potasio en el agua en los 4 puntos de muestreo	93
Figura 52: Resultado del análisis de Sodio en el agua en los 4 puntos de muestreo	93
Figura 53: Comparación de Coliformes fecales con el límite máximo permisible	95
Figura 54: Comparación de Coliformes Totales con el límite máximo permisible	95
Figura 55: Comparación de Cloruros con el límite máximo permisible	96
Figura 56: Comparación del Color con los límites máximos permisibles	97
Figura 57: Comparación de la Dureza con los límites máximos permisibles	97
Figura 58: Comparación del Hierro con el límite máximo permisible	98
Figura 59: Comparación del Manganeso con el límite máximo permisible	99

Figura 60: Comparación de Nitritos con el límite máximo permisible	99
Figura 61: Comparación entre pH y el límite máximo permisible	100
Figura 62: Comparación de la Turbidez con el límite máximo permisible	100
Figura 63: Comparación del Sodio con el límite máximo permisible	101
Figura 64: Comparación de los Solidos Totales Disueltos y el límite máximo permisible.....	101
Figura 65: Comparación de Sulfatos y el límite máximo permisible	102
Figura 66: Comparación de los Cloruros con el límite máximo permisible para agua potable	104
Figura 67: Comparación del Color con el límite máximo permisible para agua potable.....	104
Figura 68: Comparación del Hierro con el límite máximo permisible para agua potable.....	105
Figura 69: Comparación del Manganeseo con el límite máximo permisible para el agua potable	105
Figura 70: Comparación de la turbidez con el límite máximo permisible para agua potable	106
Figura 71: Comparación de los Nitritos con el límite máximo permisible para agua potable.	106
Figura 72: Comparación de los Solidos Totales Disueltos con el límite máximo permisible para agua potable	107
Figura 73: Comparación del pH con el límite máximo permisible para agua potable	108
Figura 74: Comparación del Sodio con el límite máximo permisible para agua potable.....	108

INTRODUCCIÓN

La media de la disponibilidad anual del recurso hídrico en el mundo es alrededor de 1386000 billones dam^3 , de tal forma que el agua salada representa un 97,5% y el 2,5% restante corresponde a la disponibilidad de agua dulce, esto es 35000 billones de dam^3 , de esta parte el 70% no es utilizable para el consumo humano debido a que se halla en estado sólido en glaciares, hielo y nieve.

El 2,5% de agua que es utilizable para el consumo humano, solo una reducida fracción se halla en cuerpos hídricos como ríos, lagos además de encontrarse en el suelo en forma de humedad y como agua subterránea localizados a poca profundidad. El total de agua que en teoría se podría utilizar generalmente se encuentra lejos de los centros poblados, por lo que es muy difícil el acceso a este recurso vital y resulta imposible utilizarla de forma práctica y segura. Se considera que para el ser humano solo el 0,77% del agua dulce le resulta fácilmente accesible (Conagua, 2016).

Del total de población de América Latina las Repúblicas Andinas como Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Venezuela representan un porcentaje del 21,5% del total de habitantes. El abastecimiento general de agua potable en estas repúblicas corresponde al 82%, perteneciendo a la zona urbana el 90% del área rural un 60%. Adicional existen un 71% de domicilios con conexiones y un 11% tienen facilidades para utilizarla. Siendo muy distinta la situación de los sectores rurales en los que solo un 38% de domicilios cuentan con conexiones y el 21% con redes sencillas de utilizar (Fernandez & Mortier, 2005).

El agua es considerada un recurso vital, componente que motiva al crecimiento de un sector, por lo tanto, el agua que ha sido sometida a un proceso de potabilización, no produce ningún efecto adverso en la salud de los seres humanos que la beben o la utilizan a lo largo del desarrollo de su ciclo de vida, es esencial en la administración de la salud, indistintamente de la utilización que se le dé. El apropiado suministro, el acercamiento al agua y su tratamiento, tiene una huella importante desarrollo económico de una región, así como también en las condiciones de vida de los habitantes de un sector determinado.

El agua para consumo humano en medidas y condiciones apropiadas, en conexión con la depuración correcta y desinfección producen impactos en el estado y las condiciones de vida de los habitantes, en eliminar las carencias y la necesidad, la disminución de la muerte de infantes, el enfrentamiento a trastornos infecciosos, y el mantenimiento del ambiente en condiciones favorables (Conagua, 2016).

El recurso hídrico es componente primordial del conjunto de procedimientos esenciales y naturales del planeta, los seres vivos necesitan del agua para su crecimiento natural, este recurso hídrico es la base elemental para calcular el progreso de la colectividad a través del tiempo. Los manantiales de agua, que es utilizable para los seres humanos, el correcto procesamiento, traslado y colocación final de los remanentes, componen los fundamentos para el crecimiento de la colectividad, en la magnitud que una población no tenga agua en cantidad y calidad adecuadas, que no se realicen los tratamientos adecuados para que el agua sea apta para el consumo humano, que el reparto sea de acuerdo a las leyes locales e internacionales, logrando de esta forma que

llegue a los consumidores con la calidad deseada, esto evidencia la situación de acrecentamiento de la población (Valencia, 2016).

De acuerdo con la documentación de las Naciones unidas sobre el agua en el mundo 2015, se predice que en el año 2030 el universo se enfrentara a una escasez del 40% del recurso hídrico manteniendo las condiciones climáticas. En el 2050 se prevé que el requerimiento hídrico aumente en un 55%, esto a causa del aumento de poblaciones urbanas. Las urbes se verán la necesidad de recorrer grandes distancias o profundidades más extensas para localizar agua, o en su defecto tendrán que emplear tecnologías modernas para cumplir con sus requerimientos de agua.

Los procedimientos de potabilización del agua han asistido a proteger la salud de los seres humanos impidiendo el desarrollo de enfermedades. Los procesos correctos y primordialmente la purificación del recurso hídrico, es fundamental para que los virus, quistes de Protozoos y bacterias se eliminen del agua. En los sectores en los que se realiza un procedimiento correcto de purificación se ha conseguido que la población mejore sus condiciones de salud (Organización Panamericana de la Salud, 2007).

El antiséptico que más se emplea debido a sus características asépticas es el cloro. No obstante, el desarrollo incorrecto de procesos de purificación ocasiona que se vea afectada la calidad de agua ya sea por el exceso de cloro residual que altera las características organolépticas del agua, o la deficiencia que produce que no existan garantías sobre las condiciones de calidad del

recurso hídrico (Organización Panamericana de la Salud, 2007) (Guanuchi & Ordóñez, 2017).

El recurso hídrico es esencial en la administración de la salud de la población por tal situación es indispensable brindar a los consumidores agua de que ha sido sometida a un proceso de potabilización de manera que sea segura e inocua, para que esto sea posible es necesario contar con una infraestructura que permita que estos procesos se desarrollen de manera adecuada y permitan obtener un producto que cumpla con la ley vigente en este caso Norma técnica ecuatoriana INEN 1108. Debido a esta situación dificultosa de la salud pública, comienzan los análisis especializados y, por tanto, la administración a cargo de la Junta Administradora de agua Potable y Saneamiento (Amezquita, Perez, & Torres, 2015).

El recurso hídrico que tiene como finalidad el consumo humano, tiene que tener primero que nada las condiciones sanitarias adecuadas, luego del proceso de potabilización, y mantener la misma calidad en todo momento en la red de distribución.

El control de la inocuidad del agua es distinto y está estrechamente con el uso que se le va a dar, en este caso en específico que corresponde al agua para consumo humano, la inspección metódica de sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas, se debe efectuar de manera permanente y absoluta.

Para el agua de consumo humano, usualmente las inspecciones y leyes tienen tendencia asegurar que el agua es constantemente potable. Para saber si el agua es potable necesariamente se debe someterla a una inspección completa de sus características. Analizar el agua en la captación nos da una visión clara de cuál es el tratamiento correcto que necesitamos aplicar.

CAPÍTULO I

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua es muy importante en el desarrollo de la vida de cualquier ser vivo del planeta. Por ello, su calidad es un tema que preocupa cada vez más en países de todo el mundo por motivos como la salud de la población, el desarrollo económico nacional y la calidad ambiental de los ecosistemas. Cabe recordar que 663 millones de personas carecen de fuentes mejoradas de agua (OMS, 2015) , pese a que el agua es un derecho humano reconocido por las Naciones Unidas.

En Ecuador según el INEC, de acuerdo con los últimos datos del Censo de Información Ambiental Económica realizado en municipios del país, en el 2017, el 41,7 % de estos cabildos consideró que la principal afectación ambiental en su jurisdicción fue por contaminación de agua, seguido por deforestación con 20,8% y 12,5% por actividad minera (Galárraga, 2000).

La calidad de agua en un sistema de distribución de agua potable varía durante su trayectoria desde las fuentes de abastecimiento, hasta la toma domiciliaria ya que el desinfectante decae por la reacción con el agua y con las paredes de tuberías y tanques dentro de la red (Guanuchi & Ordóñez, 2017).

Manejo inadecuado de químicos empleados en el proceso de potabilización, baja calidad de agua, incumplimiento de normativas, pocos registros de análisis de calidad de agua, proliferación de enfermedades gastrointestinales en la población forman un grupo de factores los cuales

representan un problema en el manejo del sistema de abastecimiento de Agua Potable del Recinto Cochancay.

En el Recinto Cochancay, se enfrenta a necesidad de una evaluación del agua potable, con la finalidad que permita garantizar un suministro eficiente en relación con la calidad de agua potable, debido a que existen muy pocos registros de análisis de agua que permita comprobar que se están cumpliendo con las normativas correspondientes, tampoco se conoce si, los métodos empleados son los más adecuados de acuerdo a las características del agua y si estos están cumpliendo con las expectativas de potabilización, pudiendo así promover un escenario propicio para desarrollar la cuantificación de impactos ambientales y sociales.

Como una comprobación de la dotación del agua potable a la población se prevé un muestreo y análisis de la calidad del agua en la red para verificar alteraciones en el suministro, debiendo comprobar el decaimiento del cloro residual en la red de distribución, esta variación de la concentración altera la calidad del agua, pudiendo permitir la presencia de microorganismos que generan un impacto negativo en la salud de los consumidores.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Evaluar la calidad de agua en el sistema de abastecimiento de agua potable del recinto Cochancay, mediante la medición de los parámetros: físicos, químico y biológicos. Propuesta de medidas preventivas - correctivas.

1.2.2. Objetivos específicos

- Medir la calidad bacteriológica del agua de consumo en el sistema de abastecimiento.
- Caracterizar la calidad del agua mediante su composición física-química del agua de consumo en el sistema de abastecimiento.
- Analizar los resultados para la evaluación del método de potabilización usado en la actualidad y si cumple con las normativas.
- Plantear medidas correctivas - preventivas para el sistema de abastecimiento de agua potable.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La potabilización de agua incluye una serie de procesos, como parte de los mismos existen algunos que requieren el uso de productos químicos, que pueden producir subproductos los cuales ocasionarían impactos ambientales considerables en el medio, por lo que, se requiere conocer las características principales del agua que forma parte de este proceso, para así poder mejorar las técnicas y métodos empleados.

El nivel de desarrollo y competitividad de una comunidad, se mide de acuerdo a la calidad de vida de sus habitantes. La salud, es uno de los mejores indicadores de la calidad de vida, la cual se ve afectada por el entorno donde se desarrolla la comunidad, es indispensable para una salud sana de la población, contar con una buena calidad de agua potable disponible para su consumo y en las cantidades suficientes.

Uno de los motivos principales de esta investigación, es que, se cuenta con un sólo registro de análisis de calidad de agua potable por lo que es de vital importancia conocer las características físicas, químicas y biológicas del agua

en la red de Abastecimiento del Recinto Cochancay, para poder verificar si se cumple con las normativas aplicables y si el procedimiento utilizado en la actualidad para la potabilización está permitiendo tener agua con la calidad necesaria para mejorar la calidad de vida de la población y prevenir impactos ambientales al ambiente.

Esta investigación permitirá generar información referente a la calidad del agua que están utilizando los habitantes del recinto Cochancay, conociendo así, la situación actual de ésta población. Mediante toma de muestras en diferentes puntos y su respectivo análisis físico, químico y biológico, será posible determinar las condiciones de calidad del agua, y relacionar los resultados con las normativas nacionales correspondientes.

1.4. HIPÓTESIS

La calidad de agua potable en el sistema de abastecimiento del Recinto Cochancay, se puede valorar mediante la medición y comparación con la normativa correspondiente de parámetros físicos, químicos y biológicos.

CAPÍTULO II

2.1. ANTECEDENTES

Según la Evaluación de la calidad y cantidad de agua de las Juntas Administradoras de agua potable del Cantón Montufar se obtuvo como resultado que al menos el 72% de las Juntas no están cumpliendo con las cantidades de cloro residual, probablemente la dosis empleada en el tratamiento no es la correcta. Además, se encontró que el 44% de las Juntas de agua tienen inconvenientes por la presencia de coliformes fecales, de estas 14 no han podido cumplir con la NTE INEN 1108 en lo que se refiere a este parámetro, por este motivo se propone modernizar el proceso que se le aplica al agua y controlar la dosis de cloro que se emplea para de esta manera no causar alteraciones en la salud y calidad de vida de los consumidores (Chiles, 2015).

Según Ortiz (2015) “Análisis físico, químico y microbiológico del sistema de agua de la Junta Administradora de agua potable y alcantarillado regional Yanahurco antes y después del tratamiento convencional” (p i).

Se consiguió los siguientes resultados las cantidades de los parámetros físico-químicos y parámetros microbiológicos que se analizaron cumple con los límites máximos permitidos por NTE INEN 1108, concluyendo así que el agua de consumo humano distribuida por la Junta de Agua Potable Yanahurco tiene condiciones apropiadas en lo referente a la calidad física, química y microbiológica, por ello se la puede considerar adecuada para el consumo (Ortiz, 2015).

Las condiciones del agua designada al uso de los habitantes en una Cantón de Ecuador, evidencio que existen índices de calidad del agua que deciden si esta se la puede utilizar para consumo de la población, este caso los indicadores la ponen como de consumo dudoso, por lo que necesita de un proceso de desinfección que la transforme en potable. La media de los parámetros físicos, químicos se encuentra dentro de los límites aceptables con respecto a la calidad ambiental. En lo que corresponde a los elementos de manganeso, Oxígeno disuelto, coliformes fecales, se encuentran muy por encima de los límites permitidos en la normativa. Por lo que se sugiere ejecutar controles permanentes que permitirán reconocer las causas de las alteraciones de los parámetros indicadores de calidad de agua (Baque et al., 2016).

En otro estudio en el que se evaluó las condiciones de dos ríos en Quito se pudo comprobar que en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos los resultados demuestran que se superan de gran manera las cantidades establecidas en el TULSMA por que este recurso no se puede aprovechar para ciertas actividades como agricultura, pecuarias, y de preservación de fauna y flora (Campaña, Gualoto, & Chuluiza, 2017).

Con respecto a las características del agua de consumo en la isla de San Cristóbal en Galápagos se realizaron análisis por el periodo comprendido entre junio y noviembre del 2014, para la realización de los análisis se escogido un laboratorio local obteniendo como resultado que las captaciones de donde se obtiene el agua no cumplen con los parámetros de calidad para convertirlas en aptas para el consumo humano por lo que es indispensable realiza un tratamiento, sin embargo luego del proceso que realizan las plantas de

tratamiento se obtiene como producto agua potable en optimo estado (Nivelo, 2015).

En un caso de estudio realizado en Machala acerca del abastecimiento de agua potable y la relación que existe con la salud de la población, concluyendo que existe desconocimiento por parte de los consumidores sobre la influencia que tiene la calidad del agua de consumo y la salud de los seres vivos, además que existen sectores que no cuentan con agua tratada, y es notoria la carencia de otros servicios básicos lo que da lugar a la contaminación de recursos vitales como lo son el agua y el suelo (Gonzaga, Castro, & Lopez, 2017).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Agua potable

Se refiere al agua que ha recibido un tratamiento de desinfección de tal forma que sus características físicas, químicas y biológicas garanticen la calidad de la misma y que se la puede consumir con total seguridad (NTE INEN1108, 2014).

El recurso hídrico es indispensable para el desarrollo de las actividades habituales de las personas, por lo que se requiere tener disponibilidad de agua en cantidad y calidad aceptables. Tener mayor acceso al agua potable está estrechamente relacionada con los beneficios en la salud de los consumidores. Por lo que es indispensable que los encargados de la gestión de este recurso sumen esfuerzos para conseguir que el agua potable sea lo más fiable posible (OMS, 2011).

Los requerimientos elementales y primordiales para asegurar la calidad del agua potable son un “marco” que engloba metas de defensa de la salud decretadas por la autoridad cualificada para el tema de salud, métodos correctos y ejecutados adecuadamente (equipamientos, vigilancia continua, administración eficiente), y una técnica de supervisión autosuficiente (OMS, 2011).

2.2.2. Agua cruda

Recurso hídrico que se puede hallar en el medio en estado natural y no ha sido sometido a ningún proceso que altere sus propiedades: físicas, químicas o microbiológicas (NTE INEN1108, 2014).

2.2.3. Límite máximo permitido

Simboliza una condición de calidad de agua tratada establecido bajo el saber técnico y científico actualizado, se establece una frontera sobre la misma el agua no cumpliría con las condiciones para su consumo. Cuando sea necesaria la comprobación de las normativas, los resultados se analizan con el número de cifras en los requisitos de esta norma es necesario aplicar lo redondeos de números correspondientes (NTE INEN1108, 2014).

2.2.4. Desinfección

Procedimiento que disminuye o suprime el peligro de afecciones a la salud que pueden mostrar los agentes microbianos patógenos, es una medida de prevención primordial para la salud de los consumidores.

Subproductos de desinfección

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

al añadir el antiséptico al agua, principalmente en existencias de compuestos húmicos (NTE INEN1108, 2014).

2.2.5. Agua y Salud

En el momento en que se manipula agua se debe examinar los peligros coligados a la utilización del recurso hídrico. Los mismo pueden ser globales o personas, cercano o a largo plazo. Durante el ciclo hidrológico, la polución universal reduce las condiciones óptimas del agua.

Riesgos a corto plazo

Se dan como producto de la polución del recurso hídrico a causa de agentes químicos o microbiológicos. Debido a la dimensión de los peligros microbiológicos, si comparamos con los peligros químicos inmediatos o cercanos, son importantes pero no llegan a resultar significativos (Castro & Perez, 2009).

2.2.6. Enfermedades transmitidas por el agua

Son las afecciones que tienen como causa el consumo de agua de mala calidad por el efecto de agentes químicos, (Cólera, fiebre tifoidea, shigella, poliomiélitis, meningitis, hepatitis, diarrea).casi todas estas enfermedad, se pueden evitar si se aplica un tratamiento adecuado del agua antes de su uso (Castro & Perez, 2009).

En términos generales las afecciones a la salud ocasionadas por la mala calidad de agua se dan principalmente por tener contacto directo con el agua, consumir agua que tenga alteraciones en sus parámetros químicos o microbiológicos (Castillo, 2013).

2.2.7. Sistema de abastecimiento de agua potable

Está constituido por todas las infraestructuras que fueron hechas con la finalidad de captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua potable.

2.2.7.1. La captación

Es el lugar específico donde se capta el recurso hídrico. Existen de distintos tipos entre ellos pueden ser superficial, subterráneo, a través de la perforación de pozos, del mar con un tratamiento previo.

La calidad del recurso hídrico captado está estrechamente relacionado con su origen, las que se contaminan con más facilidad son las superficiales aunque tienen como ventaja su fácil localización y acceso (CIDTA, 2015).

2.2.7.2. Tubería de alimentación al depósito

El traslado del recurso hídrico que fue previamente captado hacia el tanque se hace mediante una tubería.

En el caso de que la captación está ubicada en una posición inferior al tanque de depósito se necesitara de una bomba para impulsar el agua y poder trasladarla, caso contrario el traslado se lo realiza por una tubería lineal impulsada por la gravedad (CIDTA, 2015).

2.2.7.3. El depósito

Se lo emplea para reservar el recurso hídrico que ha sido transportado, de tal manera que no exista escasez de agua en las horas de mayor consumo en el día. Su principal objetivo es regular las mayores demandas y los aportes que llegan hasta este tanque desde la captación (CIDTA, 2015).

2.2.7.4. Planta de Tratamiento

Infraestructura diseñada para realizar los procedimientos específicos referentes al tratamiento del agua para transformarla en potable, los principales procesos que aquí se realizan son: sedimentación, floculación, filtración, coagulación, cloración.

2.2.7.5. Sistema de distribución

Está constituido por todas las infraestructuras necesarias para el transporte del agua desde el tanque de almacenamiento del agua ya tratada hasta las conexiones domiciliarias (NTE INEN1108, 2014).

Las redes de distribución constituyen una parte del sistema de abastecimiento y su objetivo es trasladar las cantidades del recurso que se requieren para satisfacer la demanda de los consumidores. Estas redes tienen como fin asegurar que en todo el recorrido el agua este en cantidad adecuada, con la presión correcta y que conserve los parámetros químicos dentro de los límites requeridos (CIDTA, 2015).

Sistema de abastecimiento por gravedad con tratamiento (GCT)

Cuando el agua se capta de fuentes superficiales, necesitan un tratamiento previo antes de transportarlas hacia los consumidores. Si el depósito está en un nivel inferior a la captación y no se requiere el uso de bombas, el sistema se denomina “por gravedad con tratamiento”. Para el diseño de las infraestructuras para los tratamientos se debe considerar las características, físicas, químicas y biológicas que tiene el recurso en la fuente. Las mismas que requieren mantenimientos continuos que permiten obtener siempre un producto con excelentes características.

Al instalar sistemas con tratamiento, es necesario crear las capacidades locales para operación y mantenimiento, para garantizar el resultado esperado.

Cuando se establecen sistemas que requieren tratamientos, es indispensable establecer competencias específicas para la ejecución y conservación, que permita siempre obtener el desenlace deseado (Castro & Pérez, 2009).

Sus elementos son:

- Captación.
- Línea de conducción o impulsión.
- Planta de tratamiento de agua.
- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.
- Conexiones domiciliarias y/o piletas públicas.

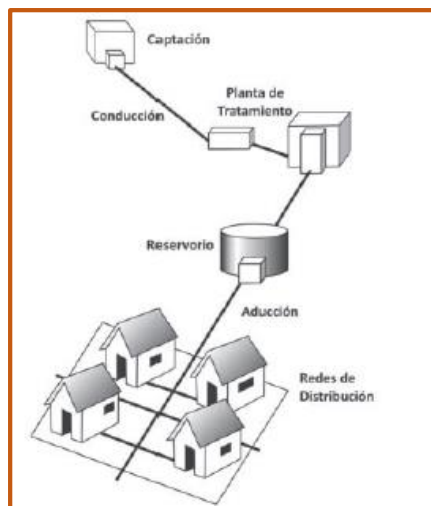


Figura 1: Componentes del sistema de Abastecimiento de Agua Potable.

Fuente: (Castro & Pérez, 2009)

2.2.8. Calidad del agua

Para el análisis de los parámetros de polución o calidad del recurso hídrico se pueden emplear varias clasificaciones, en este caso específico se los divide en:

2.2.8.1. Parámetros físico-químico y bacteriológico

Son veinte y cuatro los parámetros que se van analizar para determinar la calidad del agua potable en el sistema de abastecimiento del Recinto Cochancay.

Parámetros de carácter físico

En el abastecimiento de agua potable se tienen que cuidar los parámetros físicos del agua como el color, turbidez, sabor mediante evaluaciones de los mismos, debido a consecuencias que puede causar la alteración de estos parámetros en el agua potable (Valencia, 2016).

El agua potable debe ser inodora, incolora, y no presentar sabores ya que estos aunque no causan impactos directos en la salud de los consumidores, la alteración de uno de estos parámetros podría ocasionar que las personas consideren que el agua está en malas condiciones y por tanto la rechacen (OMS, 2011).

Los parámetros considerados en el análisis son:

- Color
- Turbidez
- Sólidos totales disueltos
- Sólidos totales
- Sólidos suspendidos totales
- Conductividad.

Color: el agua es incolora, hay que distinguir lo que se llama color aparente, el que presenta el agua bruta y el verdadero, que es el que presenta cuando se le ha separado la materia en suspensión (Reascos & Yar, 2010).

Turbidez: es un parámetro usado para identificar la calidad de las aguas naturales y las aguas residuales tratadas con relación al material residual en suspensión coloidal. Se mide por la comparación entre la intensidad de la luz dispersa en una muestra y la luz dispersa (Reascos & Yar, 2010).

Sólidos totales: Son los residuos de material que quedan en un recipiente después de la evaporación de una muestra y su consecutivo secado en estufa a temperatura definida. Los sólidos totales incluyen los sólidos suspendidos totales y los sólidos disueltos totales.

Sólidos suspendidos totales: Es la porción de sólidos totales retenidas en el filtro. Son sólidos constituidos por sólidos sedimentables, sólidos y materia orgánica en suspensión y/o coloidal retenidas en el elemento filtrante.

Sólidos disueltos totales: Es la porción de sólidos totales que atraviesa el filtro con tamaño nominal de poro de 2,0 μm (o menor). Son sustancias orgánicas e inorgánicas solubles en agua que no son retenidas en el material filtrante (OMS, 2011).

Conductividad: es una medida de la capacidad que tiene la solución para transmitir corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia, movilidad, valencia y concentración de iones, así como de la temperatura del agua (Reascos & Yar, 2010).

Parámetros de carácter químico

Los aspectos que vinculan a la salud con los elementos químicos del agua potable se ocasionan por la facilidad con la que estos elementos químicos afectan a los consumidores a largo plazo. Casi ningún componente químico ocasiona complicaciones en la salud de la población con una única exposición (OMS, 2011).

El análisis referente a la calidad química del recurso hídrico se fundamenta en el cotejo entre los resultados de analizar una muestra de agua y las normativas establecidas.

Los parámetros considerados en este análisis son:

- Dureza
- pH
- Sulfatos
- Nitritos
- Alcalinidad
- Calcio
- Cloruros
- Hierro
- Fosfatos
- Magnesio
- Potasio
- Sodio

Dureza: mide la presencia de cationes Ca^{+2} y Mg^{+2} , y en menor cantidad Fe^{+2} y Mn^{+2} y otros alcalinotérreos. En la actualidad se tiende a prescindir del término “dureza” indicándose la cantidad de calcio y magnesio presente en un agua en mg/l (Reascos & Yar, 2010).

pH: es una de las pruebas más importantes y frecuentes utilizadas en el análisis químico del agua. Prácticamente todas las fases del tratamiento del agua para suministro y residual, como la neutralización ácido-base, suavizado,

precipitación, coagulación, desinsectación y control de la corrosión, dependen del pH (Castillo, 2013).

Sulfatos: en los sistemas de agua para uso doméstico, los sulfatos no producen un incremento en la corrosión de los accesorios metálicos, pero cuando las concentraciones son superiores a 200 ppm, se incrementa la cantidad de plomo disuelto proveniente de las tuberías de plomo (OMS, 2011).

Nitritos: es un estado de oxidación intermedia del nitrógeno. La concentración de NO_2^- se puede utilizar como indicador de contaminación bacteriológica pues son las bacterias las responsables de la reducción del nitrato o nítrico o incluso a N_2 gas (Reascos & Yar, 2010).

La alcalinidad: es su capacidad para neutralizar un ácido. La alcalinidad de un agua natural o tratada se debe principalmente a los aniones bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos (Reascos & Yar, 2010).

Calcio: la cantidad de calcio puede variar desde cero hasta varios cientos de mg/l, dependiendo de la fuente y del tratamiento del agua. Las aguas que contienen cantidades altas de calcio y de magnesio, se les da el nombre de "aguas duras". (Reascos & Yar, 2010)

Cloruro: es uno de los principales aniones de las aguas, incluidas las aguas negras. Los cloruros son compuestos constituidos por uno ó varios átomos de cloro, a los que se les átomos de elementos poco electronegativos (sodio, calcio, potasio), ó elementos metálicos como el hierro ó el aluminio, formando sales de carácter básico, aunque también pueden formar ácidos (ácido clorhídrico, H-Cl), y moléculas orgánicas complejas como el tetracloruro de carbono (CCl_4) y triclorometano o cloroformo (CHCl_3) (Reascos & Yar, 2010).

Hierro: en este tiempo, no hay efectos de salud sabidos del hierro elevado en el agua potable. Pero se evidencia la presencia de hierro el agua cuando se torna de color rojizo (OMS, 2011).

Fosfatos: la reducción de este elemento esencial para la vida (nutriente) se la relaciona con el aprovechamiento de las plantas acuáticas, algas y bacterias (Reascos & Yar, 2010).

Magnesio: junto al calcio sirven para determinar la dureza del agua. La cantidad de magnesio depende de los terrenos que el agua atraviesa. El magnesio es indispensable para el crecimiento humano. Concentraciones superiores a 125 mg/l tienen efecto laxante (Reascos & Yar, 2010).

Sodio: Las sales de sodio (por ejemplo, el cloruro sódico) se encuentran en casi todos los alimentos (la principal fuente de exposición diaria) y en el agua de consumo. Aunque las concentraciones de sodio en el agua potable normalmente son inferiores a 20 mg/l, en algunos países pueden superar en gran medida esta cantidad (OMS, 2011).

Parámetros de carácter microbiológico

- Coliformes totales y coliformes fecales. (NTE INEN1108, 2014)
- *Escherichia coli*

Coliformes: el total de bacterias coliformes incluye una amplia variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gramnegativos y no esporulantes capaces de proliferar en presencia de concentraciones relativamente altas de sales biliares fermentando la lactosa y produciendo ácido o aldehído en 24 h a 35–37 °C.

Escherichia coli: *Escherichia coli* es el índice de contaminación fecal más adecuado. En la mayoría de las circunstancias, las poblaciones de

coliformes termotolerantes se componen predominantemente de E. coli; por lo tanto, este grupo se considera un índice de contaminación fecal aceptable (OMS, 2011).

La seguridad de la incapacidad microbiana en los sistemas de abastecimiento del recurso hídrico se fundamenta en la utilización varias barreras, desde la fuente durante todo el proceso hasta que llegue al consumidor de manera que se pueda garantizar la calidad del agua potable. Lo principal es implementar medidas de protección desde las captaciones implementando medidas de protección a los cuerpos hídricos, elegir y manejar correctamente todos los procesos que se requieran para la potabilización del agua y la adecuada administración y funcionamientos de las redes de distribución.

El análisis de la calidad microbiológica del recurso hídrico se fundamenta en el estudio de microorganismos indicadores como Escherichia coli o también coliformes (OMS, 2011).

2.2.9. Cantidad (nivel de servicio)

La cantidad de agua captada y usada por los hogares tiene una influencia importante en la salud. El consumo de agua es una necesidad fisiológica humana básica para mantener la hidratación adecuada; además, se necesita agua para la preparación de los alimentos, así como para mantener la higiene, que es necesaria para la salud.

La medida del recurso hídrico captado y distribuido a los hogares influye directamente en la salud de la población. El uso de agua es indispensable en el desarrollo de las actividades y de la vida de las personas por lo que es considerado un recurso vital. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS),

cada persona adulta consume aproximadamente 2 litros de agua diarios, pero el consumo efectivo varía de acuerdo con el clima, el nivel de actividad y la alimentación. La porción mínima que requiere una persona por día es de 7.5 litros (OMS, 2011).

2.3. MARCO LEGAL

Se referencia a todas las leyes establecidas por los Gobiernos seccionales, sobre el Recurso Hídrico.

2.3.1. Constitución de la República del Ecuador

La Constitución Política de la República del Ecuador (Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, 2008) promulga los deberes y derechos de los ciudadanos, con respecto al recurso hídrico; se atribuye a las instituciones públicas correspondientes las competencias que cada una posee con respecto a este recurso, para poder alcanzar el buen vivir. Mediante los siguientes artículos:

En el Art. 12 del (Capítulo segundo - Derechos del buen vivir Sección primera). Declara: El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable (Pág., 5).

Art. 314 del Capítulo quinto - Sectores estratégicos, servicios y empresas públicas. Establece que: El Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de agua potable, y su provisión respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad (Pág., 79).

El Art. 318 del Capítulo quinto - Sectores estratégicos, servicios y empresas públicas. Determina que: El agua es patrimonio nacional estratégico

de uso público. La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria (Pág., 80).

En el Art. 415 del TÍTULO VII RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR. Capítulo segundo. Biodiversidad y recursos naturales. Sección sexta - Agua. Expone que: El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua” (Pág., 100).

2.3.2. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2014

La norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional (INEN, 2014). En el numeral (1.1) Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano (Pág. 1). En el numeral 5.2. El agua potable debe cumplir con los requisitos que se establecen a continuación, en las tablas (Ver: Tabla 1y Tabla 2)

Tabla 1: Límites máximos permitidos para el Agua Potable según INEN 1108

TABLA 1. Características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas		
PARÁMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
Características físicas		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	<i>NTU</i>	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
Inorgánicos		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01

Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	2,4
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN-	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 1)
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO₃-	mg/l	50
Nitritos, NO₂-	mg/l	3,0
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,5
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,04

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

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

** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleídos: ⁶⁰Co, ⁸⁹Sr, ⁹⁰Sr, ¹²⁹I, ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb, ²²⁸Ra

Tabla 2: Límites máximos Microbiológicos permisibles según INEN 1108

TABLA 7. Requisitos Microbiológicos Máximo	
Coliformes fecales (1): Tubos múltiples NMP/100 ml ó	< 1,1 *
Filtración por membrana ufc/ 100 ml	< 1 **
<i>Cryptosporidium</i> , número de oo quistes/ litro	Ausencia
<i>Giardia</i> , número de quistes/ litro	Ausencia

* < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm³ ó 10 tubos de 10 cm³ 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

2.3.4. Ley Orgánica de Salud

La Ley Orgánica de Salud garantiza el derecho de la salud, su promoción y protección de todos los ciudadanos por medio de la provisión de agua potable

segura que cumpla con todas las normas técnicas vigentes de acuerdo a la normativa legal; es de cumplimiento obligatorio para todo el territorio ecuatoriano y establece los siguientes artículos para garantizar la calidad del agua para consumo humano (Congreso Nacional, 2006): En el TÍTULO ÚNICO CAPÍTULO I Del agua para consumo humano, Art. 96.- Declárase de prioridad nacional y de utilidad pública, el agua para consumo humano. Es obligación del Estado, por medio de las municipalidades, proveer a la población de agua potable de calidad, apta para el consumo humano (Pág., 21).

2.3.5. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (Asamblea Nacional República del Ecuador, 2014), promueve el cumplimiento de la Constitución Política del Estado en los deberes y derechos de los ciudadanos; con respecto al recurso hídrico.

Art. 1.- Naturaleza jurídica. Los recursos serán competencia exclusiva del estado, la misma que se ejercerá concurrentemente entre el Gobierno Central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados (Pág. 4).

Art. 13.- Formas de conservación y de protección de fuentes de agua. Constituyen formas de conservación y protección de fuentes de agua: las servidumbres de uso público, zonas de protección hídrica y las zonas de restricción. Para la protección de las aguas que circulan por los cauces y de los ecosistemas asociados, se establece una zona de protección hídrica (Pág. 4).

En la Sección Tercera Gestión y Administración de los Recursos Hídricos Art. 32.- Gestión pública o comunitaria del agua. La gestión comunitaria del agua, la realizarán las comunas, comunidades y juntas de agua potable. La protección

del agua, la administración, operación y mantenimiento de infraestructura de la que se beneficien los miembros de un sistema de agua y que no se encuentre bajo la administración del Estado (Pág. 11).

En la Sección Sexta Gestión Comunitaria del Agua. Art. 43.- Definición de juntas administradoras de agua potable. Su accionar se fundamenta en criterios de eficiencia económica, sostenibilidad del recurso hídrico, calidad en la prestación de los servicios y equidad en el reparto del agua (Pág. 13).

Art. 44.- Deberes y atribuciones de las juntas administradoras de agua potable. Constituyen deberes y atribuciones de las juntas administradoras de agua potable comunitarias, los siguientes: 1. Establecer, recaudar y administrar las tarifas por la prestación de los servicios, dentro de los criterios generales regulados en esta Ley y el Reglamento. 2. Rehabilitar, operar y mantener la infraestructura para la prestación de los servicios de agua potable. 3. Gestionar con los diferentes niveles de gobierno o de manera directa, la construcción y financiamiento de nueva infraestructura. Para el efecto deberá contar con la respectiva viabilidad técnica emitida por la Autoridad Única del Agua. 4. Participar con la Autoridad Única del Agua en la protección de las fuentes de abastecimiento del sistema de agua potable, evitando su contaminación. 5. Remitir a la Autoridad Única del Agua la información anual relativa a su gestión así como todo tipo de información que les sea requerida. 6. La resolución de los conflictos que puedan existir entre sus miembros. En caso de que el conflicto no se pueda resolver internamente, la Autoridad Única del Agua decidirá sobre el mismo, en el ámbito de sus competencias (Pág. 13).

Art. 46.- Servicio comunitario de agua potable. En la localidad rural en donde el gobierno autónomo descentralizado municipal no preste el servicio de

agua potable que por ley le corresponde, podrá constituirse una junta administradora de agua potable (Pág. 13).

Art. 51.- Incumplimiento de la normativa técnica. En caso de incumplimiento de la normativa, la junta administradora de agua potable será notificada para que en el plazo establecido se elabore el plan de mejora. El gobierno autónomo descentralizado municipal dará la asistencia técnica para la elaboración de dicho plan y brindará apoyo financiero para su ejecución. La Autoridad Única del Agua aprobará el plan de mejora y una vez finalizados los plazos establecidos en el plan de mejora la Agencia de Regulación y Control del Agua evaluará el servicio. En caso de incumplimiento la junta administradora de agua potable será intervenida por el gobierno autónomo descentralizado municipal, o por delegación de este, por el gobierno parroquial correspondiente, hasta que se cumpla el plan de mejora (Pág. 14).

En el CAPÍTULO III DERECHOS DE LA NATURALEZA. Art. 64.- Conservación del agua. En la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho a: a) La protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua, en particular, nevados, glaciares, páramos, humedales y manglares y b) El mantenimiento del caudal ecológico como garantía de preservación de los ecosistemas y la biodiversidad (Pág. 16).

En el CAPÍTULO IV RÉGIMEN ECONÓMICO, Sección Primera Tarifas Art. 135.- Criterios generales de las tarifas de agua. Se entiende por tarifa la retribución que un usuario debe pagar por la prestación de servicios y autorización para usos y aprovechamiento del agua. Las tarifas por prestación de servicios de agua potable y saneamiento serán fijadas por los prestadores tanto públicos como comunitarios respectivamente (Pág. 27).

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, es una ley reciente que permite administrar, regular, controlar y gestionar el recurso hídrico y da las pautas necesarias para el adecuado funcionamiento y gestión de las Juntas Administradoras de Agua Potable en cada aspecto sea este de conservación, deberes y atribuciones y criterios para el cobro de tarifas.

2.3.6. Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA)

La norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua del LIBRO VI ANEXO 1 (Ministerio del Ambiente, 2003), establece: en los literales: (b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y, (c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua. (Pág., 286). El numeral (4.1.20). Define los: Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico. Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que se emplea en actividades como: los literales (a) Bebida y preparación de alimentos para consumo.

La presente norma es de aplicación obligatoria determina los criterios de calidad para el uso de aguas superficiales y subterráneas dependiendo del uso que se le vaya a dar, esto permite tener conocimiento de límites máximos permisibles según esta norma para consumo humano y uso doméstico; rige en todo el territorio nacional(Ver tabla 3).

Tabla 3: Límites máximos permisibles para agua de Consumo Humano Según el TULSMA Libro VI, Anexo 1

TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.			
Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoniaco	N-Amoniacal	mg/l	1,0
Amonio	NH ₄	mg/l	0,05

TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.			
Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,1
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Color	color real	unidades de color	100
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	2,0
Dureza	CaCO ₃	mg/l	500

Continúa...

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Bifenilo policlorados/PCBs	Concentración de PCBs totales	µg/l	0,0005
Fluoruro (total)	F	mg/l	1,5
Hierro (total)	Fe	mg/l	1,0
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia flotante			Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			Es permitido olor y sabor removible por tratamiento convencional
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sólidos disueltos totales		mg/l	1 000
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	400
Temperatura		°C	Condición Natural + o - 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	100
Zinc	Zn	mg/l	5,0

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
*Productos para la desinfección		mg/l	0,1
Hidrocarburos Aromáticos			
Benceno	C ₆ H ₆	µg/l	10,0
Benzo(a) pireno		µg/l	0,01
Etilbenceno		µg/l	700
Estireno		µg/l	100
Tolueno		µg/l	1 000

Continúa...

Parámetro	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Xilenos (totales)		µg/l	10 000
Pesticidas y herbicidas			
Carbamatos totales	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0,1
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0,1
Dibromocloropropano (DBCP)	Concentración total de DBCP	µg/l	0,2
Dibromoetileno (DBE)	Concentración total de DBE	µg/l	0,05
Dicloropropano (1,2)	Concentración total de dicloropropano	µg/l	5
Diquat		µg/l	70
Glifosato		µg/l	200
Toxafeno		µg/l	5
Compuestos Halogenados			
Tetracloruro de carbono		µg/l	3
Dicloroetano (1,2-)		µg/l	10
Dicloroetileno (1,1-)		µg/l	0,3
Dicloroetileno (1,2-cis)		µg/l	70
Dicloroetileno (1,2-trans)		µg/l	100
Diclorometano		µg/l	50
Tetracloroetileno		µg/l	10
Tricloroetano (1,1,1-)		µg/l	200
Tricloroetileno		µg/l	30
Clorobenceno		µg/l	100
Diclorobenceno (1,2-)		µg/l	200
Diclorobenceno (1,4-)		µg/l	5
Hexaclorobenceno		µg/l	0,01
Bromoximil		µg/l	5
Diclorometano		µg/l	50
Tribrometano		µg/l	2

Nota: Productos para la desinfección: Cloroformo, Bromodichlorometano, Dibromoclorometano y Bromoformo.

2.3.7. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)

En el capítulo III del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal. (Ministerio de Coordinación de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados, 2011). Sección Primera Naturaleza Jurídica, Sede y Funciones. En el Art. 55. Determina las: Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal. En el literal (d) Prestar los servicios públicos de agua potable (Pág., 27).

El COOTAD determina como competencia de los Gobiernos Autónomos Descentralizados el prestar el servicio público de agua potable, no obstante en la nueva Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del agua, establece que si los mismo no pueden dotar de este servicio; las comunidades pueden realizar gestión comunitaria por medio de las Juntas Administradoras de Agua Potable y se consideran autónomas.

CAPÍTULO III

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

El sistema de Abastecimiento de agua potable del estudio se encuentra ubicado en el Recinto Cochancay perteneciente al Cantón La Troncal, Provincia del Cañar en la República del Ecuador. Dicho sistema tiene un área de cobertura $1,8 \text{ km}^2$ aproximadamente.

3.1.1. Características básicas del sistema de abastecimiento

Es un sistema convencional que funciona por la influencia de la gravedad y depende básicamente de fuentes de abastecimiento es dirigido por la Junta Administradora de Agua Potable del Recinto Cochancay. Este sistema tiene los siguientes componentes:

3.1.1.1. Captación

El sistema cuenta con la captación Chorro, ubicada en las coordenadas 691850E y 9725827N correspondiente a la parte alta de la población, al Oeste de Cochancay a 3 Km. a una altura de 417 m.s.n.m, siguiendo la vía Duran-Tambo, según informes entregados en el 2018 a la Agencia de Control y Regulación del Agua el promedio mensual del volumen de agua captada es 27750 m^3 .

Adicionalmente se conoce que debido a la escasez de agua que se produce en los meses correspondientes a la época seca en Ecuador, se está construyendo una nueva captación en el Rio Bulu- Bulu.

3.1.1.2. Línea de conducción

Desde la captación existente, parten líneas de conducción con funcionamiento por gravedad hacia un tanque desarenador localizado en la parte exterior a la planta de tratamiento de agua.

3.1.1.3. Tanque desarenador 1

Está ubicado en las coordenadas 690822E y 9727124N a una altura de 215 m.s.n.m., la función de este tanque es filtrar la arena gruesa, en la parte interna podemos encontrar tubos de PVC de 6 pulgadas en forma de cernideros.

3.1.1.4. Planta de Tratamiento

Ubicada en las coordenadas 690806E y 9727113N a una altura de 210 m.s.n.m., el agua cruda captada pasa por una serie de procesos que la transforman en agua potable para luego ser distribuida a la población, donde se realizan los siguientes cinco procedimientos:

Tanque desarenador 2

La función de este tanque es filtrar la arena gruesa, en la parte interna podemos encontrar tubos de PVC de 6 pulgadas en forma de cernideros, con dos capas de piedra una grande y una pequeña. Se realiza el mantenimiento cada 8 días.

Sedimentación

Continuando con el proceso pasa por dos tubos sedimentadores, hacen un recorrido antes de ingresar al nuevo compartimiento.

Floculación

Al inicio de estos tanques hay mallas para filtrar cualquier sólido grueso que haya llegado hasta esta parte del proceso, a continuación de esto se le

añade cada hora sulfato de aluminio 250 gramos que son disueltos en 200 litros de agua, para esto se utiliza una llave de manera que se vaya añadiendo gradualmente. Luego de esto se encuentra un tanque con tabletas que ayudan a la aireación del agua.

Filtros

A continuación, pasa el agua por 5 filtros, el mantenimiento de estos se los realiza cada 4 días.

Los filtros que se emplean en esta planta de tratamiento son: Filtros de grava las cuales están formados por las siguientes dos capas:

Gravilla de sílice: debe consistir en un agregado grueso en el cual una alta proporción de las partículas son redondas o tienen una forma equidimensional. Debe tener resistencia y dureza suficientes para resistir la degradación durante la manipulación y el uso, estar significativamente libre de materiales deletéreos y exceder el requisito de gravedad específica mínima.

La gravilla de sílice debe estar visiblemente libre de arcilla, esquisto (una forma de cuarzo) o impurezas orgánicas.

Gravilla filtrante de alta densidad: debe ser un agregado grueso que conste de granate, ilmenita, hematita, magnetita o minerales asociados de estos metales, en la cual una proporción alta de las partículas son redondas o tienen una forma equidimensional. Debe tener resistencia y dureza suficientes para resistir la degradación durante la manipulación y el uso, estar significativamente libre de materiales deletéreos y exceder el requisito de gravedad específica mínima (NTE INEN 2149, 2013).

Cloración

Este proceso se encuentra al final de los filtros para ello se emplea cloro granulado y se disuelve 750 gramos de cloro en 400 litros de agua se utiliza un grifo que está regulado para suministrar 1000ml de esta disolución por minuto. En esta etapa el agua se mezcla con la ayuda de paletas para que sea homogéneo este procedimiento.

Tanques de almacenamiento y distribución

Por medio de tuberías se distribuye a los dos tanques que se encuentran al final de la planta almacenan y distribuyen un promedio de 322 m^3 al mes.

3.1.1.5. Conexiones Domiciliarias

El sistema tiene 1586 conexiones domiciliarias

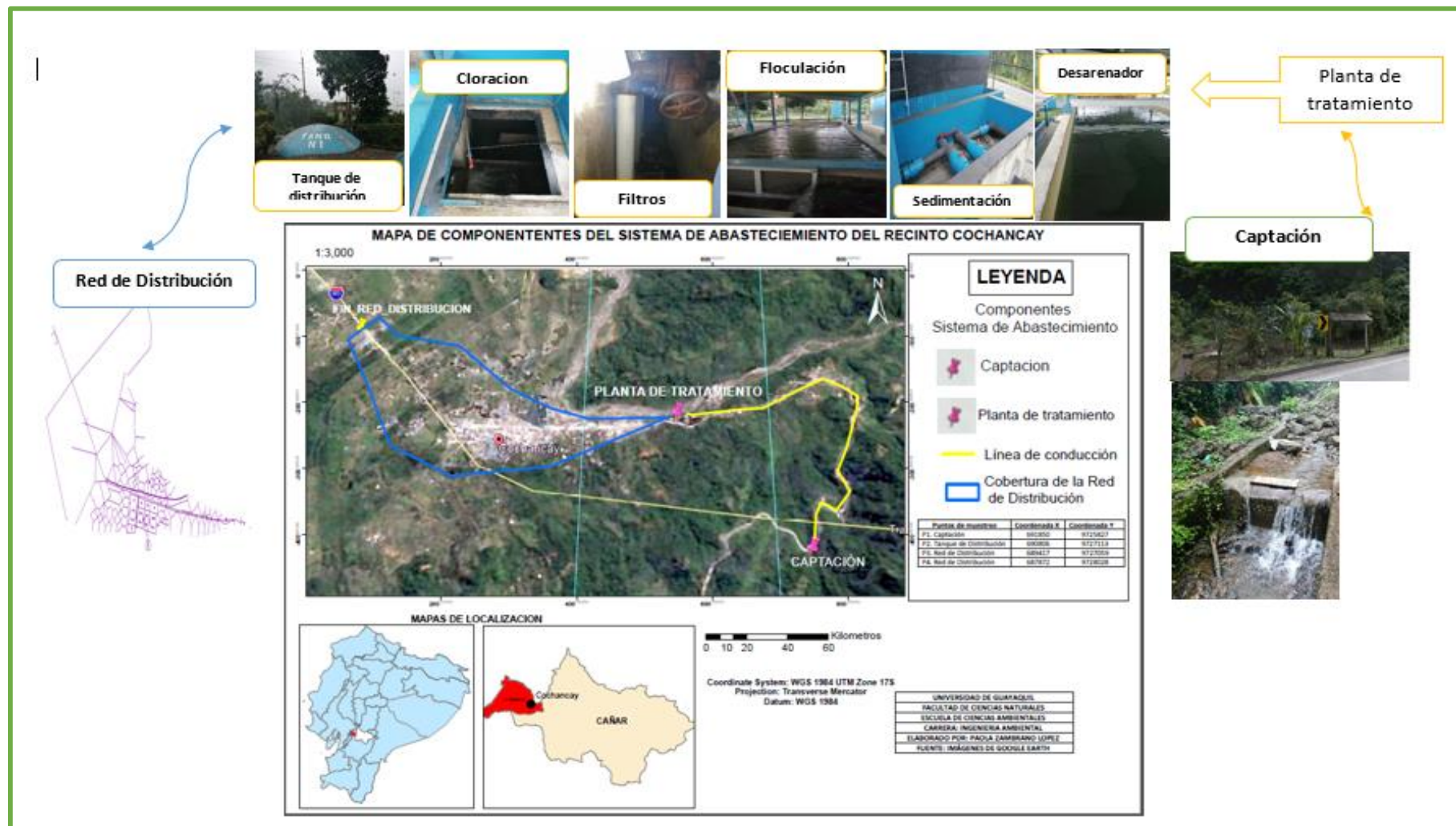


Figura 2: Área de Estudio_ Sistema de Abastecimiento del Recinto Cochancay

3.2. METODOLOGÍA

Para los análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos y que serán empleados como indicadores de calidad del agua no es necesario utilizar procedimientos matemáticos para determinar el tamaño de la muestra, ya que se considera que no existen variaciones significativas en la calidad del agua en las diferentes conexiones domiciliarias, sin embargo los cuatro puntos de muestreo fueron ubicados de la siguiente forma:

- Un punto de muestreo en la Captación el Chorro (A)
- Un punto de muestreo en el tanque de almacenamiento y distribución dentro la planta de tratamiento. (B)
- Dos puntos de muestreos en la red de distribución antes del ingreso a los domicilios, el uno aproximadamente la mitad del total de la extensión de la red de distribución (C), y el segundo punto al final en la última vivienda a la llega el agua potable mediante esta red (D) (Ver Figura 3).

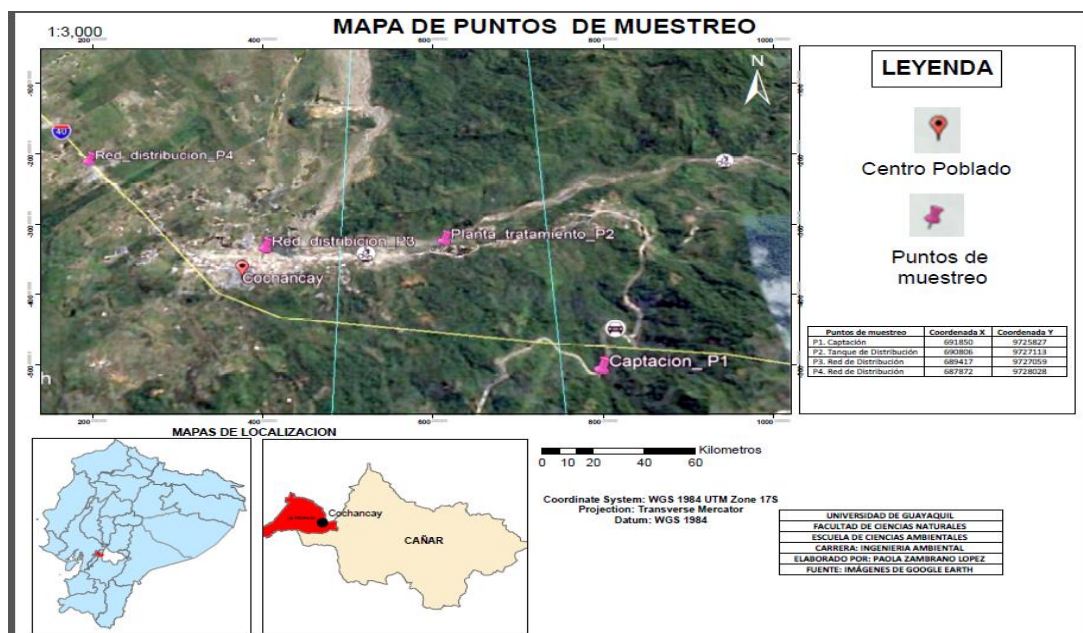


Figura 3: Ubicación de los puntos de Muestreo en el Sistema de Abastecimiento-Cochancay. Fuente. Elaboración Propia

Se realizaron dos salidas de campo la primera para conocer el sistema de abastecimiento, documentar procesos que se realizan en la planta de tratamiento y la segunda para la toma de muestras.

Las coordenadas de las estaciones de muestreos fueron tomadas con un sistema de posicionamiento global (GPS Global Position System) (Garmin)

Etrex 20x las mismas que se encuentran detalladas en la tabla 4.

Tabla 4: Puntos de muestreo con coordenadas

Puntos de muestreo	Coordenada X	Coordenada Y
P1. Captación (A)	691850	9725827
P2. Tanque de Distribución (B)	690806	9727113
P3. Red de Distribución (C)	689417	9727059
P4. Red de Distribución (D)	687872	9728028

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1. Recolección de muestras

Se ejecutó un único muestreo en el mes de Julio del 2019 correspondiente a la Época seca de nuestro Ecuador.

3.2.1.1. Envases para parámetros físicos y químicos

En muestras que se van a utilizar para la determinación de parámetros físicos y químicos, llenar los frascos completamente y taparlos de tal forma que no exista aire sobre la muestra. Esto limita la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte.

3.2.1.2. Envases para los parámetros Biológicos

Los frascos deben ser esterilizados, de manera que no aporten contaminantes a la muestra. Se los debe el momento que se los va a utilizar y este proceso debe ser la abertura hacia abajo para evitar la contaminación.

3.2.1.3. Rotulado

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

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 conservantes adicionados, tipo de análisis a realizarse, etc.) (NTE INEN 2169, 2013).

3.2.1.4. Refrigeración y congelación de las muestras

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.

El simple enfriamiento (en baño de hielo o en refrigerador a temperaturas entre 2°C y 5°C) y el almacenamiento en un lugar oscuro, en muchos casos, es suficiente para conservar la muestra durante su traslado al laboratorio y por un corto período de tiempo antes del análisis. El enfriamiento no se debe considerar como un método de almacenamiento para largo tiempo, especialmente en el caso de las aguas residuales domésticas y de las aguas residuales industriales (ver tabla 1) (NTE INEN 2169, 2013).

3.2.1.5. Transporte de las muestras

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.

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.

3.2.1.6. Recepción de las muestras en el laboratorio

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

Es recomendable para este propósito el uso de refrigeradoras o de lugares fríos y oscuros (NTE INEN 2169, 2013).

3.2.2. Análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos en laboratorio

3.2.2.1. Parámetros Microbiológicos

Métodos analíticos

Los coliformes totales, Coliformes fecales y la concentración de *Escherichia coli*, se miden generalmente en muestras de 100 ml de agua. Existen diversos procedimientos relativamente sencillos basados en la producción de ácido a partir de la lactosa o en la producción de la enzima β -galactosidasa. Los procedimientos incluyen la filtración del agua con una membrana, seguida de la incubación de la membrana en medios selectivos a 35-37 °C y el recuento de colonias después de 24 horas. Otros métodos son los procedimientos del número más probable, en los que se utilizan tubos de ensayo o placas de micro titulación y pruebas de presencia o ausencia (OMS, 2011).

3.2.2.2. Parámetros Físicos y Químicos

Alcalinidad total

a) Principio del método

La alcalinidad se determina por titulación con una solución estándar de un ácido mineral fuerte a los puntos sucesivos de equivalencia del bicarbonato y el ácido carbónico. El indicador de fenolftaleína permite cuantificar la Alcalinidad a la fenolftaleína. Para determinar la Alcalinidad total se emplea el indicador anaranjado de metilo.

b) Equipos, materiales y reactivos

Equipos:

- pH-metro (EI/43)
- Balanza Analítica (EI/227)

Materiales:

- Bureta de 50 mL, calibrada
- Soporte universal
- Pinza y nuez
- Matraces Erlenmeyer de 250 mL
- Matraz volumétrico de 1000 ml, Clase A, calibrado
- Pipeta volumétrica de 2 y 10 ml, Clase A, calibrado
- Micropipeta de 200-1000 ul, calibrada
- Probeta de 50 y 100 ml, Clase A, calibrado
- Embudo
- Gotero

Reactivos:

- Ácido sulfúrico 0,02N
- Carbonato de sodio 0,02 N
- Indicador Anaranjado de Metilo



Figura 4: Preparación de Materiales

c) Realización

Determinación de Alcalinidad en una muestra de agua

Colocar 50 mL de H_2SO_4 0,02 N estandarizado en una bureta de 50 mL y colocarla en un soporte universal.

Colocar 25-50 mL de muestra con una probeta en un matraz de 250 mL. Registrarlo en la hoja de trabajo del software Apptelink.



Figura 5: Medición del pH Inicial

Agregar 5-6 gotas de indicador anaranjado de metilo.



Figura 6: Muestra con el indicador antes de la titulación

El viraje se determinará por observación del cambio de coloración del indicador de amarillo a naranja. En caso de que la determinación del punto de viraje se dificulte debido a la coloración misma de la muestra, se deberá verificar mediante medición potenciométrica (pH de viraje 4,5).

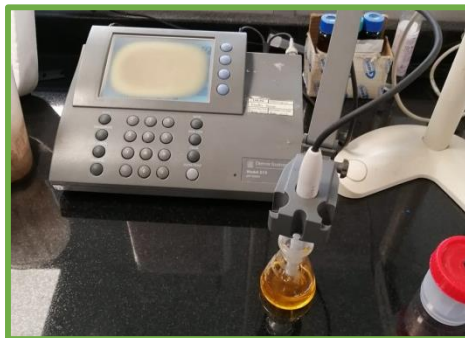


Figura 7: Verificación del pH final después de la titulación

Tomar nota del volumen inicial y final de la solución de H_2SO_4 , y registrarlos en la hoja de trabajo así como el factor del titulante.



Figura 8: Medición de pH Inicial

Calcular el resultado, seleccionando GUARDAR. El valor de alcalinidad se determina según la ecuación indicada en el punto siguiente.

d) Cálculos

Los resultados serán registrados en mililitros de H_2SO_4 consumidos en la hoja de trabajo para alcalinidad. Los mililitros de H_2SO_4 consumidos serán

transformados a miligramo/litro de Carbonato de Calcio mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Alcalinidad (mgCaCO}_3\text{/L)} = \frac{A \times N \times F}{V \text{ muestra}} \times 50000$$

A = Volumen consumido titulando la muestra (mL)

N = normalidad del H₂SO₄(N)

F = Factor H₂SO₄

V muestra = volumen de muestra (mL)

e) Expresión de los resultados

En el reporte se expresarán los resultados en mg CaCO₃/L sin decimales (APHA, 1992) (Alberto, Sierra, Enrique, Bertel, & Rosa, 2013).

Hierro total

a) Principio del método

El FerroVer Iron Reagent convierte todo el hierro soluble y las formas más insolubles de hierro en la muestra a hierro ferroso soluble. El hierro ferroso reacciona con la 1-10 fenantrolina en el reactivo para formar un color naranja en proporción a la concentración de hierro. La longitud de onda de medición es 510 nm para espectrofotómetros o 520 nm para colorímetros.

b) Equipos, materiales y reactivos

Equipo:

- Espectrofotómetro DR 3900 HACH (EI/148)

Materiales:

- Cubeta cuadrada de una pulgada de 10 ml.

- Matraz volumétrico de 50, 100 y 1000 ml, Clase A, calibrado
- Pipetas volumétricas de 1, 5, 10, 25 ml, Clase A, calibradas
- Pipetas graduadas de 5 y 10 ml, Clase A, calibradas

Reactivos:

- Agua destilada
- FerroVer® Iron Reagent Powder Pillows
- RoVer Rust Remover
- Hidróxido de Sodio ACS
- Ácido nítrico concentrado

c) Realización

Verificar el pH de la muestra que esté entre 3 y 5, en el caso que no se encuentre en este rango se deberá ajustar con ácido nítrico o hidróxido de sodio.

En el espectrofotómetro, seleccionar la opción “programas favoritos” en la pantalla, y seleccionar el test denominado “265 Iron, Ferrover”. El nombre de la prueba podría variar un poco, sin embargo, el número siempre será el mismo en los equipos HACH.

Preparación del blanco: llenar una cubeta cuadrada de una pulgada de 10 ml hasta la marca de 10 ml con muestra.

Colocar la cubeta del blanco en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia adelante.

Seleccionar en la pantalla CERO. La pantalla deberá indicar una absorbancia de 0,000.



Figura 9: Conversión a 0 de la muestra

Preparación de la muestra: en esta misma cubeta se deberá agregar un sobre de reactivo FerroVer Iron Reagent Powder Pillow.

Girar horizontalmente para mezclar. El polvo que no se disuelva no afectará en el resultado.



Figura 10: Reactivos

Iniciar el cronometro para una reacción de 3 minutos. Se formará un color naranja si existe la presencia de hierro en la muestra. Dejar reaccionar un adicional de 5 minutos o más en caso de que exista herrumbre.

Una vez expirado el tiempo. Limpiar bien el exterior de la cubeta.

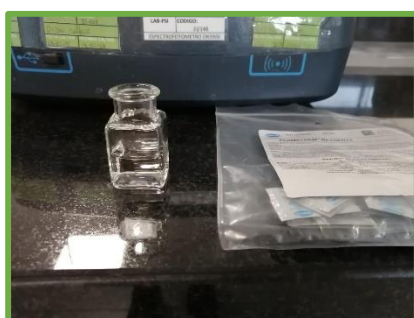


Figura 11: Resultado final después de 3 minutos de espera

Colocar la muestra en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia adelante. Seleccionar en la pantalla: Medición. Anotar el valor de la absorbancia resultante (Si en la pantalla no aparece el valor de la absorbancia, presionar OPCIONES y seleccionar la opción “Abs/% Trans”).

Registrar la absorbancia y factor de dilución en la hoja de trabajo de Hierro

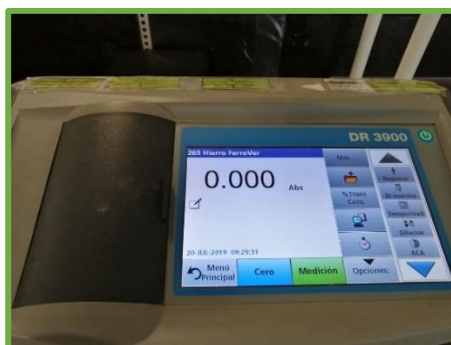


Figura 12: Absorbancia Final

d) Cálculos

Las lecturas de absorbancia serán transformadas en unidades de concentración a través de la ecuación obtenida de la curva de calibración.

$$C = \frac{(A - a)}{b} * f$$

C = concentración de hierro expresada en mg /L.

A= lectura de la muestra en unidades de absorbancia.

b = pendiente de la curva de calibración.

a = intercepto de la curva de calibración.

f = factor de dilución

$$f = \frac{V_T}{V_A}$$

VT = volumen total (ml)

VA = alícuota de muestra tomada (ml)

e) Expresión de los resultados

En los informes de resultados los valores de Hierro se presentarán con tres cifras significativas en unidades de mg/l de Fe.

Manganeso

a) Principio del método

El método PAN es un procedimiento altamente sensible y rápido para medir niveles bajos de manganeso. El reactivo de ácido ascórbico reduce todas las formas oxidadas de manganeso a Mn^{2+} . El reactivo de cianuro alcalino enmascara posibles interferencias. El indicador PAN Complejo de color naranja con Mn^{2+} . La longitud de onda de medición es 560 nm.

b) Equipos, materiales y reactivos

Equipos:

- Espectrofotómetro DR 3900 HACH (EI/148)

Materiales:

- Cubeta cuadrada de una pulgada de 10 ml.
- Matraz volumétrico de 50, 100 y 1000 ml, Clase A, calibrado
- Pipetas volumétricas de 1, 5, 10, 25 ml, Clase A, calibradas
- Pipetas graduadas de 5 y 10 ml, Clase A, calibradas
- Probetas graduadas con tapa de 25 ml, Clase A, calibradas

Reactivos:

- Agua destilada
- Alkaline Cyanide Reagent
- Ascorbic Acid Powder Pillow
- PAN Indicator Solution, 0.1%
- Rochelle Salt Solution
- Hidróxido de Sodio
- Ácido nítrico concentrado

c) Realización

Verificar el pH de la muestra que esté entre 4 y 5, en el caso que se haya tenido que conservar la muestra con ácido nítrico. Si no ha sido conservada, trabajar con el pH original.

En el espectrofotómetro, seleccionar la opción “programas favoritos” en la pantalla, y seleccionar el test denominado “290 Manganese, LR, PAN”. El nombre de la prueba podría variar un poco, sin embargo, el número siempre será el mismo en los equipos HACH.

Preparación del blanco: llenar una cubeta cuadrada de una pulgada de 10 ml hasta la marca de 10 ml con agua destilada.

Preparación de la muestra: en otra cubeta cuadrada de una pulgada de 10 ml añadir muestra hasta la marca de 10 ml.



Figura 13: Reactivos utilizados

A ambas celdas del blanco y la muestra, se deberá agregar un sobre de reactivo Ascorbic Acid Powder Pillow. Tapar la cubeta e invertir para disolver el polvo.

Añadir a ambas celdas, 12 gotas de Alkaline Cyanide Reagent Solution.

Girar horizontalmente para mezclar. La solución puede ponerse turbia. Este efecto se disipará en el próximo paso.

Añadir a ambas celdas, 12 gotas de PAN Indicator Solution 0,1%.

Girar horizontalmente para mezclar. La solución mostrará una coloración naranja si existe manganeso.

Iniciar un tiempo de reacción de 2 minutos.

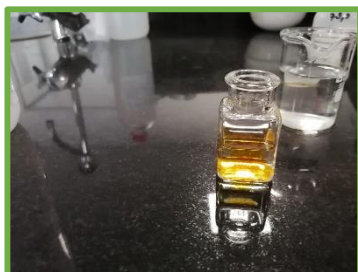


Figura 14: Tiempo de espera

Una vez expirado el tiempo. Limpiar bien el exterior de ambas cubetas. Colocar la cubeta del blanco en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia adelante.

Seleccionar en la pantalla CERO. La pantalla deberá indicar una absorbancia de 0,000.

Luego, colocar la celda con muestra en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia adelante. Seleccionar en la pantalla: Medición. Anotar el valor de la absorbancia resultante (Si en la pantalla no aparece el valor de la absorbancia, presionar OPCIONES y seleccionar la opción “Abs/% Trans”).

Anotar la absorbancia y factor de dilución en la hoja de trabajo de Manganeso

d) Cálculos

Las lecturas de absorbancia serán transformadas en unidades de concentración a través de la ecuación obtenida de la curva de calibración.

$$C = \frac{(A - a)}{b} * f$$

C = concentración de manganeso expresada en mg /L.

A= lectura de la muestra en unidades de absorbancia.

b = pendiente de la curva de calibración.

a = intercepto de la curva de calibración.

f = factor de dilución

$$f = \frac{V_T}{V_A}$$

VT = volumen total (ml)

VA = alícuota de muestra tomada (ml)

e) Expresión de los resultados

En los informes de resultados los valores de Manganeseo se presentarán con tres cifras significativas en unidades de mg/l.

Fosfatos

a) Principio del método

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

b) Equipos, materiales y reactivos

Equipos:

- Espectrofotómetro DR 3900 HACH para uso a 880 nm (EI/148).

Materiales:

- Cubeta cuadrada de una pulgada de 10 ml
- Pipeta aforada de 1 ml, Clase A, calibradas o verificadas.
- Pipeta graduada de 5, 10 ml, Clase A, calibradas o verificadas.
- Matraz volumétrico de 100 ml, Clase A, calibradas o verificadas.

Reactivos:

- Sobres de reactivo PhosVer 3 en polvo para determinación de Fosfatos.
- Solución de Hidróxido de Sodio
- Solución de Ácido Sulfúrico

c) Realización

Determinación de Fosfatos en una muestra de agua

Asegurar que la temperatura de la muestra haya alcanzado la temperatura ambiente.

Verificar el pH de la muestra que esté entre 2 y 10, en el caso que no se encuentre dentro de este rango, ajustar el pH utilizando solución de hidróxido de sodio o ácido sulfúrico.

En el espectrofotómetro, seleccionar la opción “programas favoritos” en la pantalla, y seleccionar el test denominado “490 P react. PV”. El nombre de la prueba podría variar un poco, sin embargo, el número siempre será el mismo en los equipos HACH.

Preparación del blanco: llenar una cubeta cuadrada de una pulgada de 10 ml hasta la marca de 10 ml con muestra.

Limpiar bien el exterior de la cubeta y colocar el blanco en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia adelante.

Seleccionar en la pantalla CERO. La pantalla deberá indicar una absorbancia de 0,000.



Figura 15: Preparación del Blanco

Preparación de la muestra: en la misma cubeta cuadrada de una pulgada de 10 ml que contiene la muestra, añadir el contenido de un sobre de reactivo PhosVer 3 en polvo. Tapar la cubeta inmediatamente y agitar vigorosamente de forma vertical durante 30 segundos para mezclar.

Seleccionar en la pantalla el símbolo de temporizador y pulsar OK. Comenzará un periodo de reacción de 2 minutos.

Limpiar bien el exterior de la cubeta (la muestra preparada) y colocar la cubeta en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia adelante.

Seleccionar en la pantalla: Medición. Anotar el valor de la absorbancia resultante (Si en la pantalla no aparece el valor de la absorbancia, presionar OPCIONES y seleccionar la opción “Abs/% Trans”).



Figura 16: Absorbancia de la muestra para fosfatos

Anotar la absorbancia y factor de dilución en la hoja de trabajo de Fosfatos

d) Cálculos

Las lecturas de absorbancia serán transformadas en unidades de concentración a través de la ecuación obtenida de la curva de calibración.

$$C = \frac{(A - a)}{b} * f$$

C = concentración de Fosfatos expresada en mg PO₄³⁻/L.

A= lectura de la muestra en unidades de absorbancia.

b = pendiente de la curva de calibración.

a = intercepto de la curva de calibración.

f = factor de dilución

$$f = \frac{V_T}{V_A}$$

V_T = volumen total (ml)

V_A = alícuota de muestra tomada (ml)

Esta conversión también la realiza el calculador electrónico validado para Fosfatos.

e) Expresión de los resultados

En los informes de resultados los valores de fosfatos se expresarán en mg PO₄³⁻/L (Alberto et al., 2013).

Conductividad

a) Principio del método

Para este parámetro se emplea soluciones estándar que permiten verificar la conductividad de la muestra.

b) Equipos, materiales y reactivos

Equipos:

- Conductímetro Mettler Toledo Modelo SevenEasy (EI/104)

Materiales:

- Piseta de 250 ml con agua destilada tipo 1
- Recipiente recolector de agua de lavado
- Papel absorbente o papel tissue.
- Recipiente para proteger el sensor cuando no esté en uso
- Termohigrómetro calibrado

Reactivos:

- Agua destilada (agua grado reactivo, cuya conductividad sea $\leq 10 \mu\text{S/cm}$), para limpieza del electrodo
- Solución estándar para la verificación según la Conductividad de la muestra:
- Solución estándar alrededor a $10 \mu\text{S/cm}$
- Solución estándar alrededor a $100 \mu\text{S/cm}$
- Solución estándar alrededor a $1400 \mu\text{S/cm}$
- Solución estándar alrededor a $12800 \mu\text{S/cm}$

b) Realización

Acondicionar las muestras y el material de referencia a temperatura ambiente antes de medir la conductividad.

Colocar las muestras en envases de polietileno o frascos de vidrio.

Las muestras de agua se receptan en recipientes de polivinilo de 500 a 1000 ml y se mantienen refrigeradas a una temperatura de $0 - 6^\circ\text{C}$. El tiempo de almacenamiento es máximo de 28 días para evitar la acumulación o aumento de la concentración de iones de una solución.

Determinación de la conductividad en muestra de agua

Seleccione el modo de “Conductividad” en el equipo.



Figura 17: Preparación del Equipo para análisis de conductividad

Sumerja el sensor en la muestra. Suavemente agite el sensor para remover cualquier burbuja que se haya formado.

Permita que las lecturas se estabilicen. Las lecturas de conductividad aparecerán en la pantalla en mS/cm (mili Siemens por centímetro) o en $\mu\text{S}/\text{cm}$ (micro Siemens por centímetro).

Anote el resultado en la Hoja de Trabajo Aguas Conductividad



Figura 18: Medición de Conductividad en la muestra

c) Cálculos

El resultado final de la medida de Conductividad de la muestra corresponderá al valor de la lectura con una incertidumbre asociada. Esta incertidumbre se estimará utilizando el modelo de cálculo siguiente:

$$\text{Cond.R} = \text{Cond.Medido}$$

Dónde: Cond.R = Cond. Resultado

Cond.Medido = Cond. Medida en el equipo

d) Expresión de Resultados

En los informes de resultados los valores de conductividad se expresarán en $\mu\text{S/cm}$.

Sólidos Suspendidos Totales

a) Principio del método

Una muestra bien mezclada se filtra a través de un filtro de fibra de vidrio y el residuo retenido en el filtro se seca hasta peso constante a 103-105 ° C.

b) Equipos, Materiales y Reactivos

Equipos:

- Bomba de succión o vacío, 60 HZ, 5,1 A,
- Balanza analítica, con precisión de 0.1 mg
- Estufa eléctrica para operar entre 103°C y 105°C
- Desecador de 3 niveles provisto con un desecante que contenga un indicador colorido de humedad como el Sílica gel
- Portador múltiple de embudos de filtración (3 filtros).

Materiales:

- Embudos con filtros magnéticos.
- Filtros de microfibra de vidrio, marca Sartorius Stedim, Grado = MG 550 HA, diámetro = 47 mm, porosidad = 1,5 μm .
- Recipiente de recolección de filtrado al vacío de 5 L.
- Pinzas de disección
- Caja Petri, vidrio reloj, plancha soporte, o similar
- Probetas de 25, 50, 100 ó 500 ml calibradas o verificadas.
- Pissetas de 500 ml

Reactivos:

- Agua destilada, cuya conductividad sea $\leq 10 \mu\text{S/cm}$.

c) Realización

Peso del disco de microfibra de vidrio

Colocar el disco de microfibra de vidrio en la caja Petri, plancha soporte o similar con ayuda de una pinza.

Pesar el disco en la balanza y tomar la lectura.



Figura 19: Peso Inicial del Filtro

Introducir el peso inicial del filtro en la hoja de trabajo

Retirar cuidadosamente el disco de la balanza con la ayuda de una pinza y colocarlo en una caja Petri o similar para evitar alteraciones de peso por la humedad relativa ambiental.

Selección del tamaño de la muestra

Para filtros de 4,7 cm de diámetro medir un volumen de muestra (se sugiere entre 50 a 200 ml) utilizando una probeta de tal manera que el peso del residuo capturado en el disco sea menor a 200 mg, y siempre que sea posible mayor a 1 mg.

Análisis de la muestra

Instalar el equipo de filtrado y coloque el disco preparado anteriormente sobre el filtro magnético con la ayuda de una pinza.

Activar el disco con una pequeña cantidad de agua destilada (10 ml) e inicie la succión.

Agitar vigorosamente la muestra e inmediatamente transfiera y mida el volumen deseado en una probeta.

Introducir el volumen empleado en la hoja de trabajo para sólidos suspendidos totales

Lave las paredes de la probeta y del filtro magnético con agua destilada dejando que drene el agua continuar la succión por cerca de 3 minutos o hasta completar la filtración, eliminando todo vestigio de agua.



Figura 20: Lavado de muestra

Suspender el vacío y con cuidado retirar el disco del filtro magnético y colocarlo en la plancha soporte, caja Petri o similar.

Secar el disco de microfibras de vidrio al menos 3 horas a 103 – 105 °C en la estufa.

Sacar el disco de la estufa y colocarlo en el desecador para estabilizar la temperatura (aproximadamente 1 hora) y pesar.

Introducir el peso final del filtro en la hoja de trabajo para Sólidos Suspendidos totales

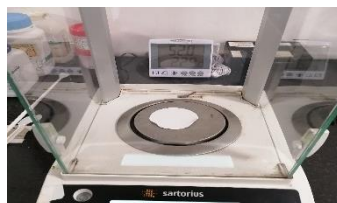


Figura 21: Peso final del filtro

d) Cálculos

$$\text{mg de sólidos totales en suspensión / l} = \frac{(A - B) \times 1000000}{\text{Volumen de muestra, (ml)}}$$

Donde:

A = peso del filtro + residuo seco, g.

B = peso del filtro, g.

e) Expresión de resultados

En los informes de resultados los valores de sólidos suspendidos totales se expresarán en mg/l.

pH

a) Principio del método

El pH se utiliza en las determinaciones de alcalinidad y dióxido de carbono y en muchos otros equilibrios ácido-base. A una temperatura determinada, la intensidad del carácter ácido o básico de una solución viene dada por la actividad del ion hidrógeno o pH. La alcalinidad y acidez son las capacidades neutralizantes de ácidos y bases de un agua y normalmente se expresan como miligramos de CaCO₃ por litro. La capacidad tampón es la cantidad de ácido o base fuerte, normalmente expresada en moles por litro, necesaria para cambiar el valor del pH de litro de muestra en una unidad.

b) Equipos y materiales

Equipos

- pHmetro DENVER INSTRUMENT / 215 con ATC, EI/43
- pHmetro Thermo Orion , EI/188
- Electrodo combinado, de cuerpo de vidrio con líquido de llenado.

- Rango de 0-14 pH. Potencial cero: 0 +/-15mC, 7,00+/-0,25 pH.
Rango de temperatura -5 a 100oC. Electrodo de referencia de plata: (plata/cloruro de plata) Ag/AgCl con sistema sellado

Materiales

- Piceta de 250ml con agua desionizada/destilada.
- Beakers de 500 o 1000ml para recolección de agua de lavado de electrodo.
- Recipiente con agua destilada para mantener el electrodo durante el control del pH de muestras.
- Solución de llenado y conservación de electrodo: 3M KCl.
- Soluciones buffer de pH 4,01;7,00 o 10,00.
- Agua destilada (conductividad < 10 uS/cm aproximadamente).
- Papel Tissue

c) Realización en laboratorio

Para la medición de muestras:

Asegurar que la muestra se encuentre a temperatura ambiente.

Enjuagar el electrodo con agua destilada, secar con papel tissue.

Tómese una porción de la muestra para medir el pH. Establézcase el equilibrio entre electrodos y muestra agitando suavemente esta para asegurar su homogeneidad.

La agitación será suave para reducir al mínimo el arrastre de dióxido de carbono

Registra la lectura en la hoja de trabajo de Potencial de Hidrogeno

d) Cálculos

El resultado final de la medida de pH de la muestra corresponderá al valor de la lectura con una incertidumbre asociada. Esta incertidumbre se estimara utilizando el modelo de cálculo siguiente:

$$pHR = pHMedido$$

(Alberto et al., 2013)

e) Expresión de resultados

En los informes de resultados los valores de pH se expresarán en U de pH.

Solidos totales

a) Principio del método

Análisis gravimétrico o gravimetría consiste en determinar la cantidad proporcionada de un elemento, radical o compuesto presente en una muestra, eliminando todas las sustancias que interfieren y convirtiendo el constituyente o componente deseado en un compuesto de composición definida que sea susceptible de pesarse.

b) Equipos y Materiales

Equipos

- Balanza analítica, con precisión de 0,1 mg. Peso máximo 210 g
- Estufa eléctrica para operar a 103-105°C
- Desecador provisto con un desecante que contenga un indicador colorido de humedad (Sílica gel)

Materiales

- Pinzas o guante térmico
- Beaker de 50, 100 o 250 ml

- Probeta de 50 o 100 ml, calibrada o verificada.

c) Realización del ensayo

Análisis de la muestra

Pesar el beaker inmediatamente antes de usar e introducir el peso inicial del recipiente en la hoja de trabajo



Figura 22: Pesado Inicial del Beaker

Agitar la muestra para homogenizar.

Con una probeta, elíjase un volumen de muestra que proporcione preferiblemente un residuo entre 2,5 a 200 mg (Generalmente cuando son aguas residuales industriales o aguas salinas se toma un volumen de 30 ml, para aguas naturales un volumen de 100 ml y aguas residuales domésticas un volumen de 50 ml).

Transferir el volumen medido de muestra al beaker previamente pesado.

Introducir el volumen seleccionado en la hoja de trabajo para Sólidos totales

Colocar el beaker en la estufa a 103-105°C. Dejar evaporar la muestra totalmente. Seguir secando por lo menos 3 horas más luego de que el agua se haya consumido completamente.



Figura 23: Volumen transferido al beaker

Sacar el beaker de la estufa y colocarlo en el desecador para su enfriamiento.

d) Cálculos

Para la determinación de los sólidos totales se emplea la siguiente ecuación:

$$\text{mg de sólidos totales / l} = \frac{(A - B) \times 1000000}{\text{Volumen de muestra, (ml)}}$$

Donde:

A = peso del beaker + residuo seco, g.

B = peso del beaker vacío, g. (Alberto et al., 2013)

e) Expresión de resultados

En los informes de resultados los valores de sólidos totales se expresarán en mg/l.

Dureza total

a) Principio del método

Se aplica la volumetría que consiste en se utiliza para determinar la concentración desconocida de un reactivo a partir de un reactivo con concentración conocida. Debido a que las medidas de

volumen desempeñan un papel fundamental en las titulaciones, se le conoce también como análisis volumétrico.

b) Equipos, Materiales y Reactivos

Equipos:

- Balanza analítica, resolución 0,1 mg.
- Plancha calentadora

Materiales:

- Bureta de 50ml calibrada, clase A
- Matraz volumétrico de 50ml, 100ml
- Pipetas volumétricas de 25ml, 10ml, 5ml
- Fiolas o matraz erlenmeyer 100ml, 250 ml, auxiliar.
- Pipetas de 2ml graduadas, clase A o B, auxiliar.
- Espátula
- Vaso de precipitación de 50, 100, 250ml aproximadamente, auxiliar.
- Probeta de 25, 50
- Tirilla de pH

Reactivos:

- Ácido etilendiaminotetraacético di sódico dihidratado grado reactivo (EDTA)
- Dureza 1, Solución amortiguadora pH 10 ± 0.1
- Negro de Eriocromo T
- Rojo de Metilo
- Murexida

c) Realización

Dureza total

Seleccionar un volumen de muestra que requiera de 0,5 a 15 ml de titulante EDTA, preferentemente. Para muestras con alta dureza se puede diluir 10 ml de muestra en 100 ml de agua destilada ($fDIL=1/10$), en el caso de muestras con dureza mediana se puede diluir 25 ml de muestra en 50 ml de agua destilada ($fDIL=1/2$), o cualquier otra dilución que el analista crea apropiada. Coloque la muestra en un matraz o vaso de precipitados.



Figura 24: Selección de Muestra

Adicionar 2 ml de Hardness 1 Buffer Solution con pipeta de 2 ml.

Adicionar una pizca del polvo seco del indicador negro de eriocromo. Una cantidad excesiva causa problemas al definir el cambio de coloración. La coloración ideal es violeta claro.

Adicionar lentamente la solución titulante estandarizada con continua agitación. El viraje ocurre cuando el color de la solución cambia de violeta a azul. Adicione gota a gota con 3 o 5 segundos de intervalo mientras se acerca al punto final de la titulación. La ausencia de un claro cambio de color en el punto final en la titulación usualmente significa que el indicador se ha deteriorado.



Figura 25: Viraje Final de la muestra

Anotar en la hoja de trabajo de Dureza, el volumen inicial y final del titulante consumido, así como el volumen de muestra y la dilución realizada de ser el caso, incluir el factor del titulante.

d) Cálculos

Dureza Cálcica

Seleccionar un volumen de muestra que requiera de 0,5 a 15 ml de titulante EDTA, preferentemente. Se puede emplear la misma dilución realizada para Dureza Total. Coloque la muestra en un matraz o vaso de precipitados.



Figura 26: Selección de Muestra para análisis de Dureza

Adicionar de 2 a 3 ml de NaOH 1 N para llegar a un pH de 12 - 13. Usar tirilla de pH para confirmar el pH.

Adicionar una pizca del polvo seco de indicador Murexida. Se requiere titular inmediatamente pues el indicador es inestable a pH alcalino.

Adicionar lentamente la solución titulante EDTA estandarizada con continua agitación. El viraje ocurre cuando el color de la solución cambia de rosado a violeta. Adicionar gota a gota con 3 o 5 segundos de intervalo mientras se acerca al punto final de la titulación.

Anotar en la hoja de trabajo de Dureza, el volumen inicial y final del titulante consumido, así como el volumen de muestra y la dilución realizada de ser el caso, incluir el factor del titulante.

Calcular el resultado, seleccionando GUARDAR.

Dureza Magnésica

Se determina a partir de la dureza total y la dureza cálcica, por diferencia de la siguiente forma:

$$\text{Dureza Magnésica} = \text{Dureza Total} - \text{Dureza Cálcica}$$

$$\text{Dureza Total (mgCaCO}_3\text{/L)} = \frac{A \times 1000 \times f_{EDTA} \times f_{DIL}}{V_{TOTAL}}$$

Donde:

A: Volumen consumido del titulante en la muestra (ml)

VTOTAL = Volumen total de la muestra titulada (ml)

fEDTA = Factor del titulante EDTA

fDIL = Factor de dilución

El cálculo de la dureza cálcica se realiza aplicando la misma ecuación anterior.

El cálculo de la dureza Magnésica se realiza restando la dureza cálcica de la dureza total.

Para determinar Calcio y Magnesio en mg/l de cada especie, la hoja electrónica validada realiza el siguiente cálculo:

$$\text{Calcio } \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) = \text{Dureza Cálcica} \times \frac{20 \text{ mg/l}}{50 \text{ mg/l}}$$

$$\text{Magnesio } \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) = \text{Dureza Magnésica} \times \frac{12 \text{ mg/l}}{50 \text{ mg/l}}$$

Calcular la dureza en la muestra en mg CaCO₃/L directamente de la titulación (Alberto et al., 2013).

e) Expresión de resultados

En los informes de resultados los valores de dureza se expresarán en mg/l Ca CO₃.

Cloruro

a) Principio del método

El cloro liberará yodo libre del potasio. Soluciones de yoduro (KI) a pH 8 o menos. El yodo liberado es titulado con una solución estándar de tiosulfato de sodio (Na₂S₂O₃) con almidón como indicador. Valorar a pH 3 a 4 porque la reacción no es estequiométrica a pH neutro debido a la oxidación parcial de tiosulfato a sulfato

b) Equipos, materiales y reactivos

Equipos:

- Balanza analítica, EI/227
- Estufa eléctrica, EI/08
- Desecador, EI/35

Materiales:

- Bureta de vidrio de 50 ml, calibrada.
- Soporte universal, pinza y nuez
- Matraz erlenmeyer de 200-250mL.
- Matraz aforado de 25, 100 mL.
- Pipeta graduada de 5 ml, Clase A, calibrada o verificada.
- Probeta de 50, 100 mL, Clase A, calibrada o verificada.
- Botella de plástico de 1 Litro
- Frasco ámbar de 1 Litro

Reactivos:

- Cromato de potasio, A.C.S.

- Nitrato de Plata, A.C.S.
- Cloruro de Sodio, A.C.S.

c) Realización

Determinación de Cloruros en una muestra de agua

Empleando una probeta, colocar entre 25 a 100 ml de muestra en un matraz de 200 ml de capacidad, de tal forma que se consuman preferentemente entre 0,4 ml y 15 ml de titulante. Para muestras con un contenido alto de cloruros tomar un menor volumen de la muestra, o hacer dilución. Se puede tomar una cantidad representativa de la muestra y diluir con agua destilada tipo1. Para aguas marinas considerar diluciones de hasta 1 en 500.

Ajustar el pH de la muestra en caso de ser necesario entre un rango de 7 a 10 empleando Ácido Sulfúrico 1 N, o hidróxido de sodio 1N.

Añadir 1 ml de solución indicadora de cromato de potasio, K_2CrO_4 .

Titular con nitrato de plata 0,0141 N estandarizado hasta que el color de la solución se torne de color mostaza. Registrar el valor en la hoja de trabajo de Cloruros

Analizar un blanco con un volumen específico entre 100-200 ml. Determinar el consumo en ml y anotarlo en la hoja de trabajo de Cloruros. Se deberá analizar un solo blanco que será válido para todas las muestras en un día.

Calcular el resultado, seleccionando GUARDAR

d) Cálculos

Los mililitros de $AgNO_3$ consumidos serán transformados a miligramo/litro de cloruros mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Cloruros (mg Cl-/L)} = \frac{(A - B) \times N \times F \times f \text{ dilución}}{V \text{ muestra}} \times 35450$$

A = Volumen consumido titulando la muestra (mL)

B = Volumen consumido titulando el blanco (mL)

N = normalidad del titulante (0,0141 N)

F = Factor solución titulante de AgNO₃

V muestra = volumen de muestra (mL)

e) Expresión de los resultados

En los informes de resultados los valores de Cloruros se expresarán en mg Cl-/L sin decimales (Alberto et al., 2013).

Nitritos

a) Principio del método

El nitrito en la muestra reacciona el ácido sulfanílico para formar una sal de diazonio intermedia. Esta se une al ácido cromotrópico para producir un complejo de color rosa directamente proporcional a la cantidad de nitrito presente. La longitud de onda de medición es 507 nm para espectrofotómetros y 520 nm para colorímetros.

b) Equipos, materiales y reactivos

Equipos:

- Espectrofotómetro DR 2800 HACH para uso a 507 nm

Materiales:

- Cubeta cuadrada de una pulgada de 10 ml.
- Pipeta aforada de 1, 5, 10, 20
- Matraz volumétrico de 10, 100

Reactivos:

- Sobres de reactivo para determinación de nitrito NitriVer 3 en polvo.
- Solución de Ácido Sulfúrico
- Solución de Hidróxido de Sodio

c) Realización

Determinación de Nitritos en una muestra de agua

La muestra deberá ser analizada dentro de los 2 días después de la toma de muestra. Asegurar que la muestra se encuentre a temperatura ambiente antes de iniciar el análisis.

Ajustar el pH entre 5 – 9 con hidróxido de sodio y/o ácido sulfúrico hasta llegar a ese rango. En caso de formarse un precipitado, trabajar con el sobrenadante.

Si la muestra contiene sólidos en suspensión, se deberá filtrar las muestras con filtro de grado MG 550 HA (para análisis de SST).

En el Espectrofotómetro DR2800 seleccionar el programa almacenado “371 N Nitrito LR PP”. El nombre de la prueba podría variar un poco, sin embargo, el número siempre será el mismo en los equipos HACH.

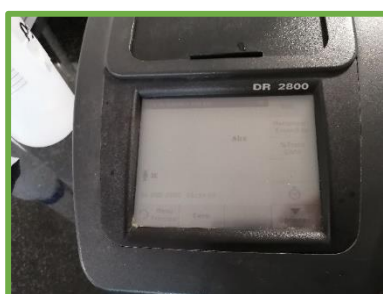


Figura 27: Selección del Método

Utilizando una pipeta aforada verter 10 ml de muestra a una cubeta cuadrada de una pulgada de 10 ml.

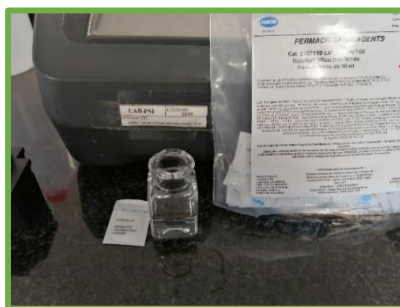


Figura 28: Reactivos para análisis de nitritos

Limpiar bien el exterior de la cubeta (el blanco) y colocar el blanco en el soporte porta cubetas con la marca de llenado hacia la derecha.

Seleccionar en la pantalla: Cero. La pantalla deberá indicar 0,0 mg/L NO₂-N.

Agregar el contenido de un sobre de reactivo de NitriVer 3 en polvo a la celda. Tapar herméticamente y agitar horizontalmente en forma circular hasta disolver. Se mostrará un color rosado si existe la presencia de nitritos en la muestra.

Seleccionar en la pantalla el símbolo de temporizador y pulsar OK. Comienza un periodo de reacción de 20 minutos.

Limpiar bien el exterior de la cubeta y colocarla en el soporte porta cubetas con la marca de llenado hacia la derecha.

Seleccionar en la pantalla: Medición. Registrar el valor de la absorbancia

d) Cálculos

Las lecturas de absorbancia serán transformadas en unidades de concentración a través de la ecuación obtenida de la curva de calibración.

$$C = \frac{(A - a)}{b} * f$$

C = concentración de nitritos expresada en mg NO₂-/L.

A= lectura de la muestra en unidades de absorbancia.

b = pendiente de la curva de calibración.

a = intercepto de la curva de calibración.

f = factor de dilución

$$f = \frac{V_T}{V_A}$$

VT = volumen total (ml) y VA = alícuota de muestra tomada (ml)

e) Expresión de los resultados

En los informes de resultados los valores de nitritos se presentarán con 4 cifras significativas en unidades de mg NO₂-/l a menos que el cliente requiera su expresión en mg N-NO₂-/l.

Sulfatos

a) Principio del método

Los iones de sulfato en la muestra reaccionan con el bario del SulfaVer 4 y forma un precipitado de sulfato de bario. La cantidad de turbidez formada es proporcional a la concentración de sulfato. La longitud de onda de medición es de 450 nm para espectrofotómetros.

b) Equipos, materiales y reactivos

Equipos:

- Espectrofotómetro DR 2800 HACH para uso a 450 nm

Materiales:

- Cubeta cuadrada de una pulgada de 10 ml.
- Matraz volumétrico de 50, 100
- Pipetas volumétricas de 1, 5
- Pipetas graduadas de 5

Reactivos:

- Reactivo para Sulfatos (SulfaVer 4)

c) Realización

Determinación de Sulfatos en una muestra de agua

Asegurar que la muestra se encuentre a temperatura ambiente, antes de iniciar el análisis. Si la muestra no es transparente, se deberá filtrar.

En caso de que la muestra sea salmuera, agua marina, o contenga una concentración de cloruros mayor a 40000 mg/l, se deberá hacer dilución de la muestra.

En caso de que se espere que la muestra contenga una dureza mayor a 30000 mg/l CaCO_3 , se deberá hacer dilución de la muestra.

En el espectrofotómetro, seleccionar la opción “programas favoritos” en la pantalla.

Seleccionar el test denominado “680 Sulfato”. El nombre de la prueba podría variar un poco, sin embargo, el número siempre será el mismo en los equipos HACH.

Preparación de blanco

Tomar una cubeta cuadrada de una pulgada de 10 ml y llenarla con muestra a temperatura ambiente hasta la marca de llenado de 10 ml.

Colocar el blanco en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha. Seleccionar en la pantalla CERO. La pantalla deberá indicar 0,00 mg/L SO_4^{2-} o una absorbancia de 0,000.

Preparación de la muestra

A esa misma cubeta, agregar el contenido de un sobre de SulfaVer 4.

Horizontalmente y de forma circular agitar la celda con muestra para disolver el reactivo. Podría quedar polvo no disuelto en la celda, sin embargo,

esto no afectará la exactitud del procedimiento. Se formará una turbidez blanquinosa, si se detecta presencia de sulfatos.

Seleccionar en la pantalla el símbolo de temporizador y pulsar OK. Comenzará un periodo de reacción de 5 minutos. No mover la cubeta durante este lapso de tiempo.

Después de que suene el temporizador, limpiar bien el exterior de la cubeta y colocarla en el soporte portacubetas con la marca de llenado hacia la derecha.

Seleccionar en la pantalla: Medición. Leer el valor de la absorbancia resultante (Si en la pantalla no aparece el valor de la absorbancia, presionar OPCIONES y seleccionar la opción “Abs/% Trans”) y registrarlo en la Hoja de trabajo de Sulfatos

d) Cálculos

Las lecturas de absorbancia serán transformadas en unidades de concentración a través de la ecuación obtenida de la curva de calibración.

$$C = \frac{(A - a)}{b} * f$$

C = concentración de sulfuros expresada en mg SO₄²⁻/L.

A= lectura de la muestra en unidades de absorbancia.

b = pendiente de la curva de calibración.

a = intercepto de la curva de calibración.

f = factor de dilución

$$f = \frac{V_T}{V_A}$$

V_T = volumen total (ml)

V_A = alícuota de muestra tomada (ml)

e) Expresión de los resultados

En los informes de resultados los valores de Sulfatos se expresarán en mg SO₄²⁻/L sin decimales(Alberto et al., 2013).

Turbidez

a) Principio del método

Para realizar la medición de la turbidez utilizamos los NTU, siglas que significan “Unidades Nefelométricas de Turbidez”. El aparato utilizado para las mediciones se conoce como nefelómetro, o en algunos casos, turbidímetro. Este es capaz de medir la intensidad que posee la luz que ha sido dispersada a unos 90 grados, cuando pasa por la muestra de agua a analizar, un rayo de luz.

b) Equipos y materiales

Equipos:

- Portable Turbidimeter, Marca: Hach, Modelo: 2100Q, Calibrado.

Materiales:

- Matraz volumétrico de 50, 100
- Pipetas volumétricas de 1, 5,
- Pipetas graduadas de 5 Probeta de 10 ml
- Muestreador
- Piceta con agua destilada

c) Realización

Ensayo en laboratorio

Colocar la muestra de agua en el vial hasta la marca, en este método no es necesaria la precisión en el volumen.

Secar con papel tissue los bordes del vial.

Ingresar el vial en el orificio del equipo

Colocar la tapa en el equipo.

Presionar la tecla de lectura

El valor obtenido en NTU se deberá registrar en la hoja de trabajo de Turbidez

d) Expresión de los resultados

En los informes de resultados los valores de Turbidez se presentarán con tres cifras significativas en unidades de NT(Alberto et al., 2013).

Potasio

a) Principio del método

Absorción atómica: Mezclar 0.25 ml de Tetrafenil borato y 0.25 ml de Ácido Tricloroacético. Dejar reposar por 20 minutos. Agregar 5 ml de la muestra. Agitar y dejar en reposo por 5 minutos. Medir la Absorbancia a 580nm(Reascos & Yar, 2010).

Color

a) Principio del método

Espectrofotometría UV: El color medido en los espectrofotómetros UV / VIS es típicamente transmitancia, es decir, la luz pasa a través de la muestra y el instrumento mide qué parte de la luz se transmite.

3.2.3. Análisis estadístico

Se elaboró un análisis comparativo de los resultados de los parámetros físicos, químicos y biológicos obtenidos de la investigación con los parámetros establecidos en la Norma INEN 1108 y en TULSMA Libro VI, Anexo 1. Tabla 1,

se presentó los resultados en un formato de fácil comprensión y finalmente se estableció una propuesta con medidas correctivas.

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Parámetros Microbiológicos
Análisis Cuantitativo

Tabla 5: Resultado del análisis cuantitativo de los parámetros microbiológicos en los 4 puntos de Muestreo

Puntos de Muestreo		Parámetros Biológicos		
		Coliformes Fecales ++	Coliformes Totales ++	Eschericia coli °°°
		NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL
Captación	A	23	200	33
Final Proceso Potabilización	B	1.8	1.8	1.8
Red Distribución_medio	C	2	2	1.8
Red Distribución_inicio	D	1.8	1.8	1.8

Dentro del análisis de los parámetros microbiológicos se obtuvo que en la captación los resultados para Coliformes y Eschericia Coli son mayores luego que al agua se le realiza el respectivo tratamiento para potabilizarla estos disminuyen considerablemente.

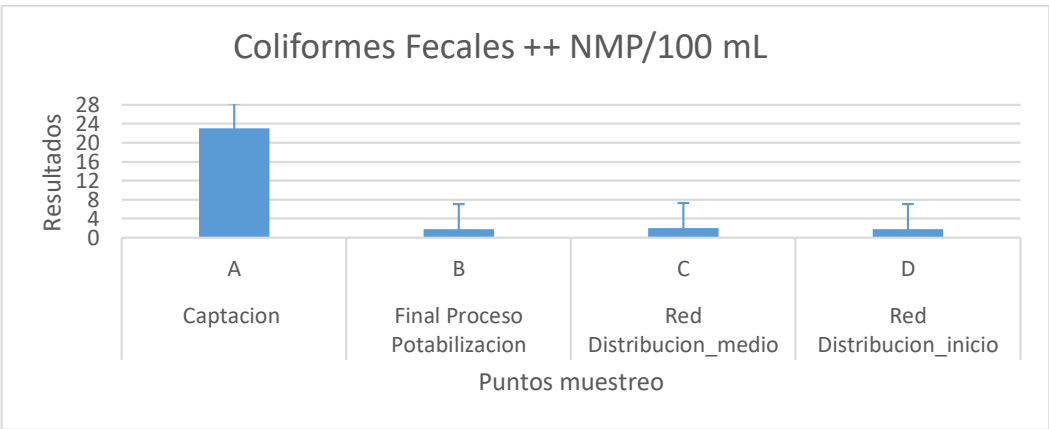


Figura 29: Resultado del Análisis de Coliformes Fecales en los 4 puntos de muestreo

Se determinó que las concentraciones de Coliformes Fecales en la captación son de 23 Numero más probable/100ml, luego de realizado el proceso de tratamiento este valor disminuye a 1.8, a continuación en la red de distribución en el punto inicial se mantiene a 1,8 y a medida que avanza a un punto medio de la red de distribución estos resultados suben a 2.

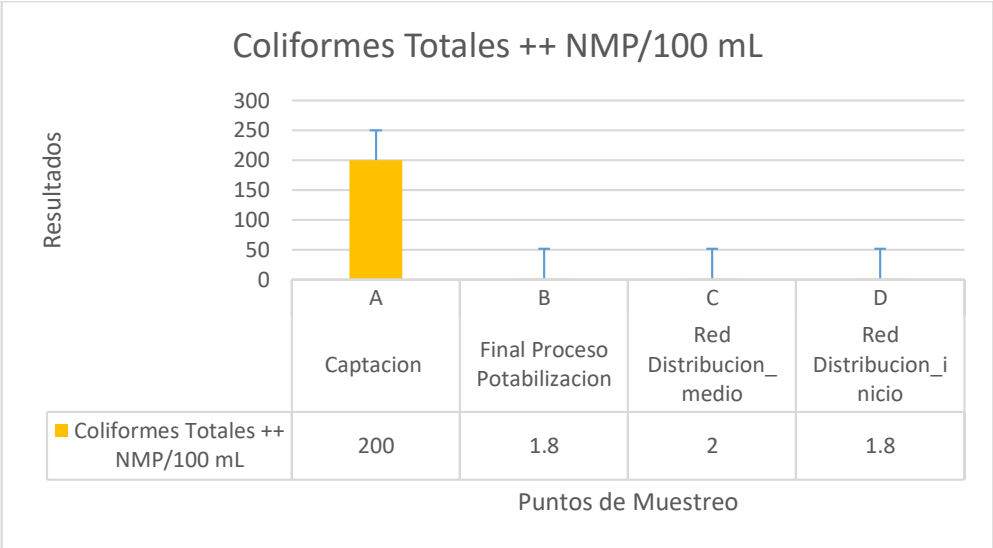


Figura 30: Resultado del Análisis de Coliformes Totales en los 4 puntos de Muestreo

Respecto a Coliformes Totales en la captación los resultados dieron 200 Número más probable/ 100 ml, luego del tratamiento convencional baja a 1.8, en la red de distribución a medida que avanza el recorrido vuelve a aumentar este parámetro a 2.

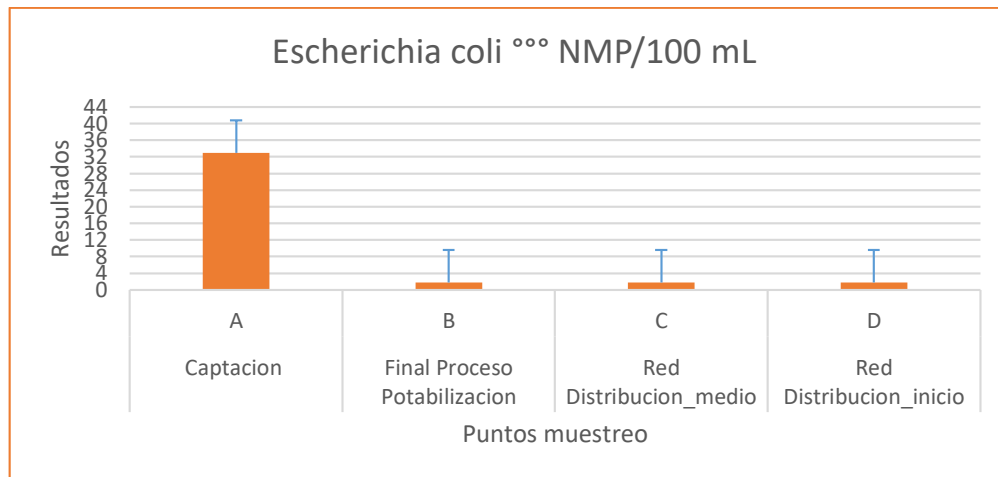


Figura 31: Resultado del análisis de Escherichia coli en los 4 puntos de muestreo

En lo que corresponde a Escherichia coli en la captación se obtuvo del análisis 33 número más probable/ 100mL, en las otras muestras luego de la potabilización y de la distribución se mantiene constante en 1.8NMP/100mL.

4.1.2. Parámetros Físicos y Químicos

Análisis Cuantitativo

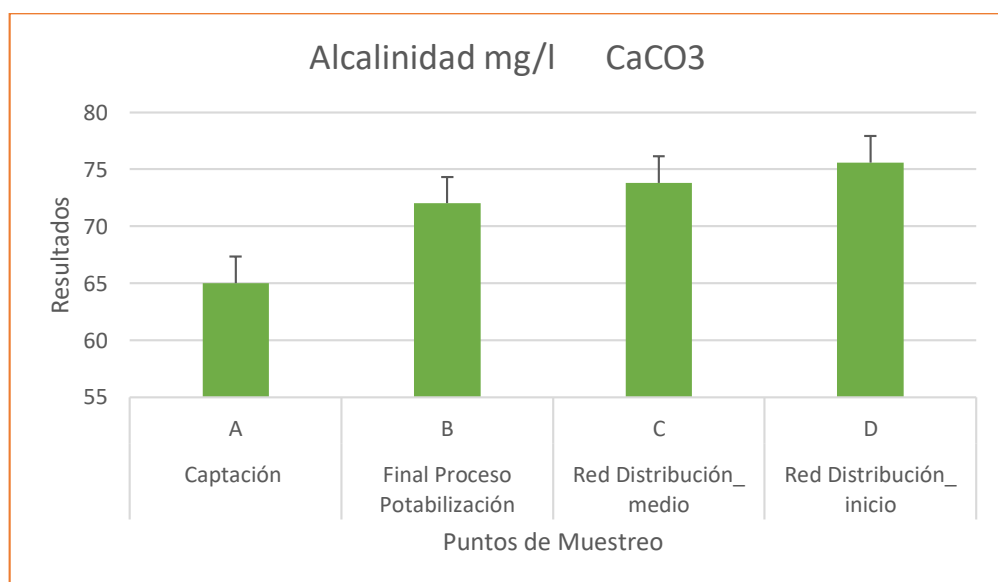


Figura 32: Resultado del análisis de Alcalinidad en los 4 puntos de muestreo

La Alcalinidad los resultados para el agua natural en la captación corresponden a 65 mg/l, se puede observar como este va aumentando a medida que se avanza en el proceso obteniendo así luego del proceso de potabilización

72 mg/l, cuando inicia en la red de distribución 73,8 mg/l y luego de sigue por la red aumenta hasta 75,6 mg/l.

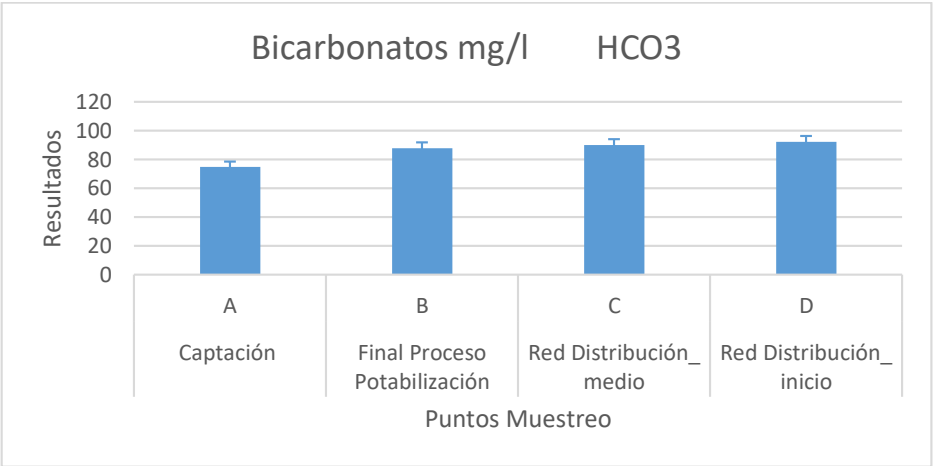


Figura 33: Resultado del análisis de Bicarbonatos en los 4 puntos de Muestreo

Los Bicarbonatos en la captación se encuentran presentes en 74.7 mg/l, luego de que el agua es sometida a un proceso y transformada en potable este parámetro asciende a 87.84mg/l, a continuación es conducida a la red de distribución y podemos ver que existe variación subiendo a 92.23mg/l en un punto inicial y descendiendo a 90.04 en un punto medio.

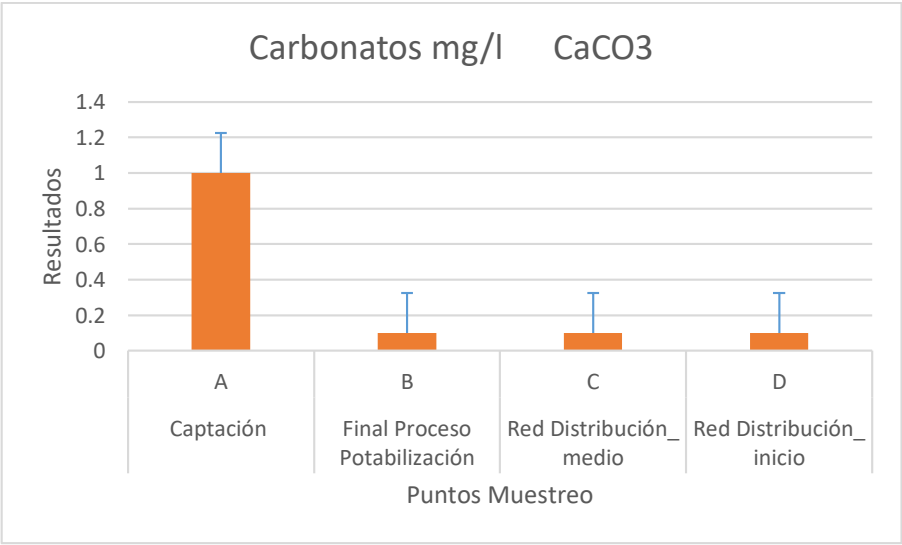


Figura 34: Resultado del análisis de Carbonatos en los 4 Puntos de muestreo

Los carbonatos en la captación se pudo obtener 2 mg/l, luego de que el agua fue transformada en potable este parámetro se mantuvo constante en 0.1 en los otros 3 puntos.

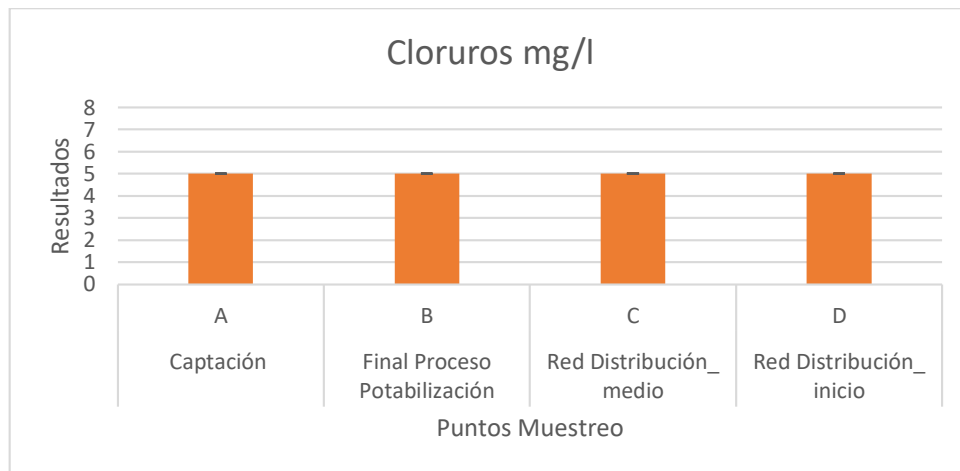


Figura 35: Resultado del análisis de Cloruros en los 4 puntos de muestreo

Respecto a los cloruros el resultado se mantuvo constante en 5 mg/l en los 4 puntos de muestreo.

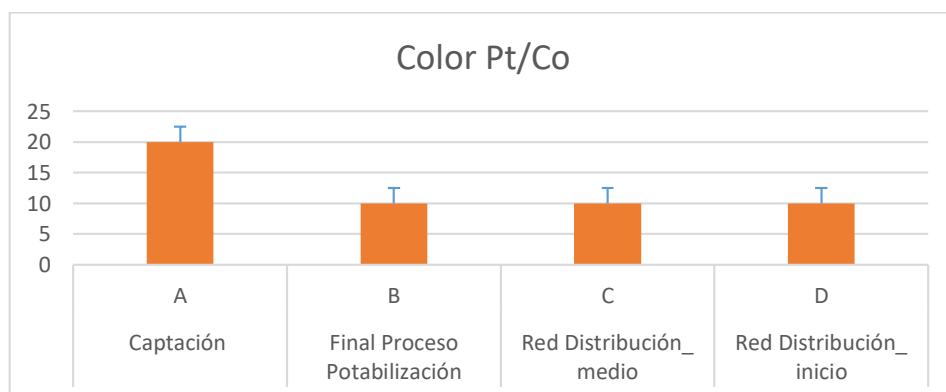


Figura 36: Resultado del Análisis del Color del Agua en los 4 puntos de Muestreo

El color en el primer punto agua Natural alcanzó un valor de 20Pt/ Co, luego del tratamiento de potabilización reduce a 10 Pt/Co manteniéndose constante en la red.

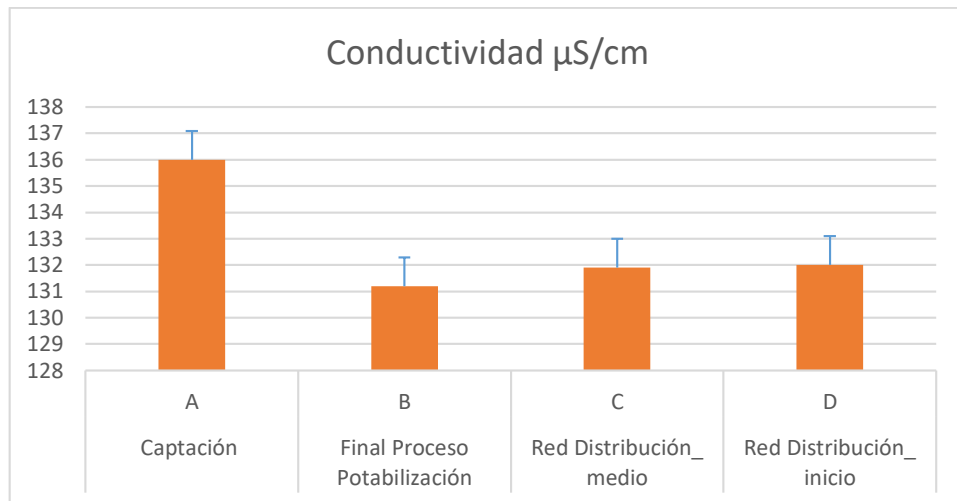


Figura 37: Resultado del Análisis de la conductividad del Agua en los 4 puntos de muestreo

La conductividad en la captación es de 136 $\mu\text{S}/\text{cm}$, al final del tratamiento de potabilización esta ha disminuido a 131.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$, una vez que ha sido conducida al punto inicial de la red de distribución ha tenido una mínima variación llegando hasta los 132 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para posteriormente en el siguiente punto disminuir nuevamente hasta 139.9.

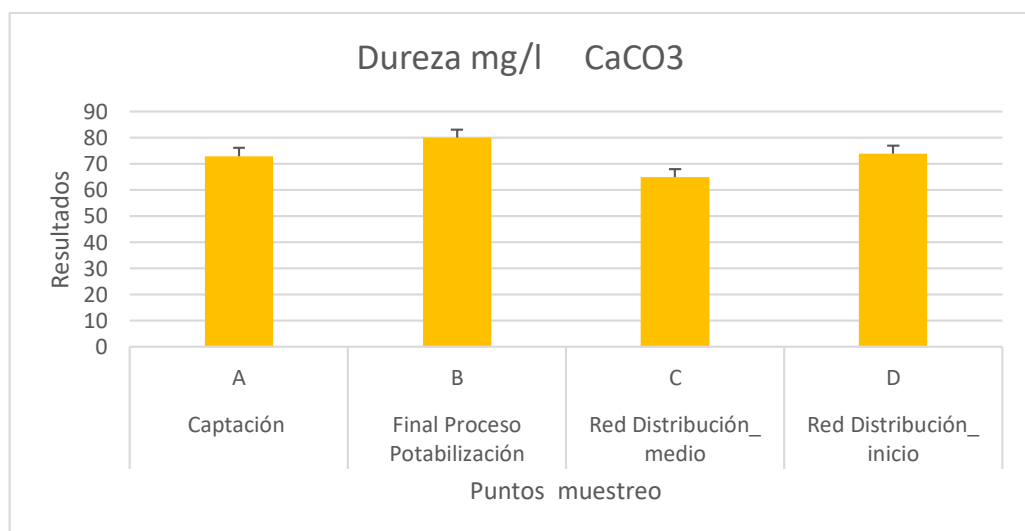


Figura 38: Resultado del análisis de Dureza del agua en los 4 puntos de muestreo

Se determinó que la dureza del agua antes de ser captada corresponde a 73 mg/l, luego del respectivo tratamiento aumenta a 80 mg/l, a medida que avanza en la red de distribución va disminuyendo de 74 a 65 mg/l.

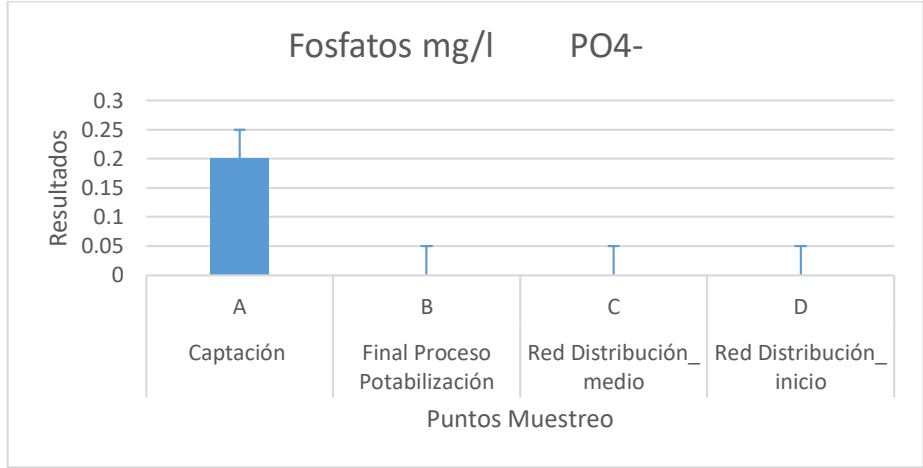


Figura 39: Resultado del análisis de Fosfatos en el agua en los 4 puntos de muestreo

Para los fosfatos se registró resultados solo en el primer punto correspondiente a 0.2 mg/l, en el agua potable no se encontró este parámetro.

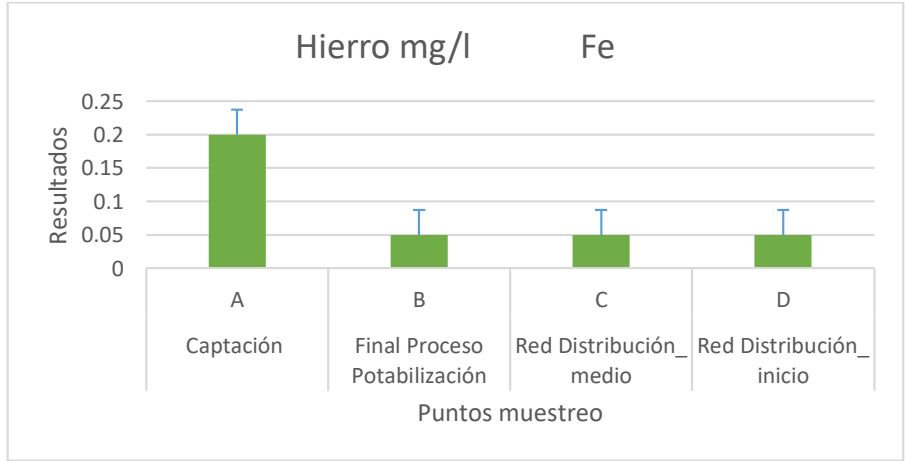


Figura 40: Resultados del análisis de Hierro en el agua en los 4 puntos de muestreo

Los resultados para el hierro en la captación dieron 0.2 mg/l, luego de que el agua ya es tratada este disminuye a 0.05 mg/l manteniéndose así en los 3 puntos siguientes.

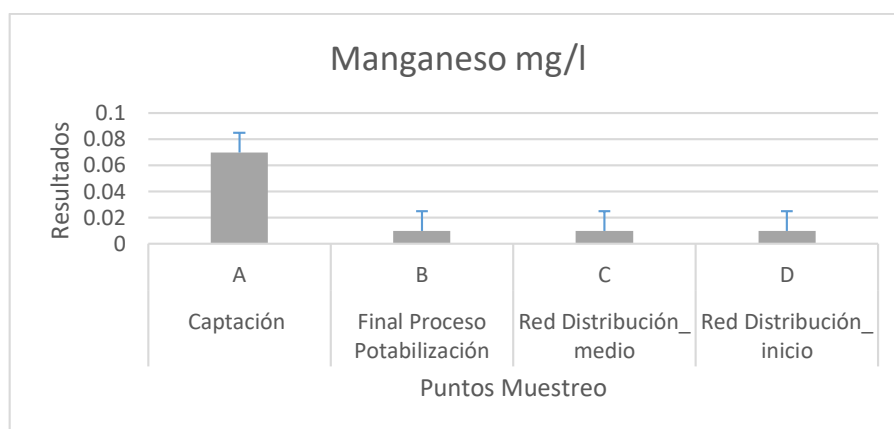


Figura 41: Resultados del análisis de Manganeso en el agua en los 4 puntos de muestreo

El manganeso en el agua natural se encuentra presente en 0.07 mg/l, en lo que corresponde al agua potable este disminuye a 0.01y se mantiene constante en los 3 puntos.

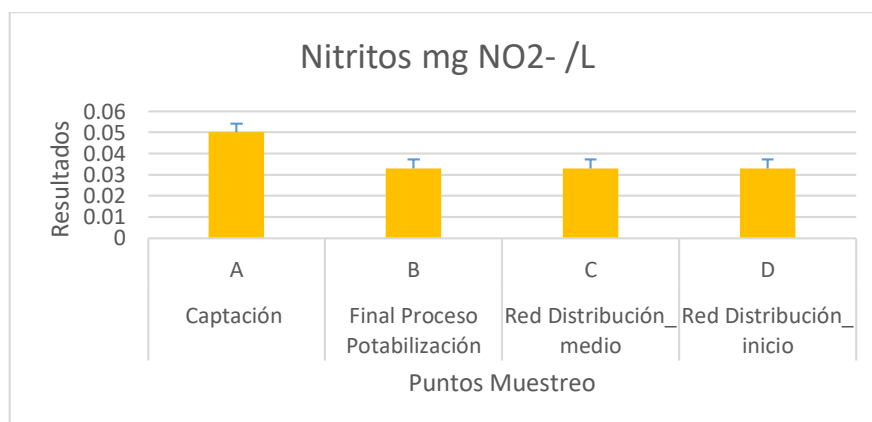


Figura 42: Resultados del análisis de Nitritos en el agua en los 4 puntos de muestreo

Los nitritos en el agua natural están presentes en 0.05mg/l, en el agua potable disminuyen a 0.033y se mantiene el resultado en los 3 puntos.

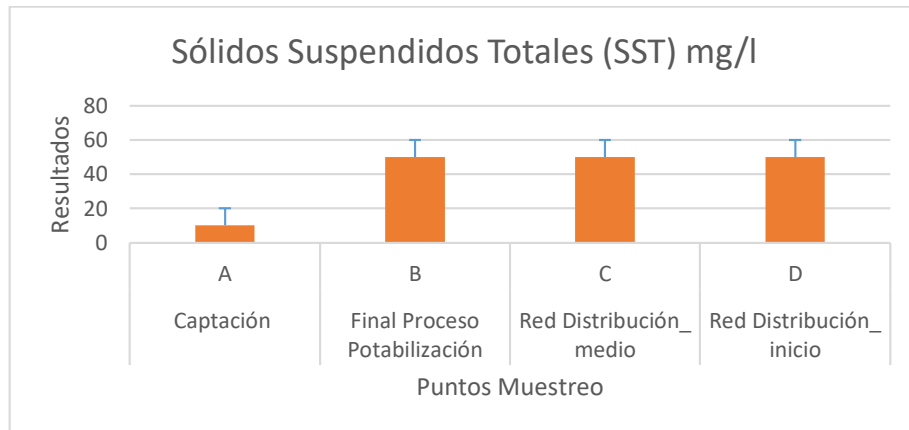


Figura 43: Resultado del análisis de Solidos Suspendidos Totales en el agua en los 4 puntos de muestreo

En lo que corresponde a Solidos suspendidos Totales en la captación se obtiene como resultado 10 mg/l, aumentando a 50mg/l luego del proceso de potabilización manteniéndose constante en los 3 puntos.

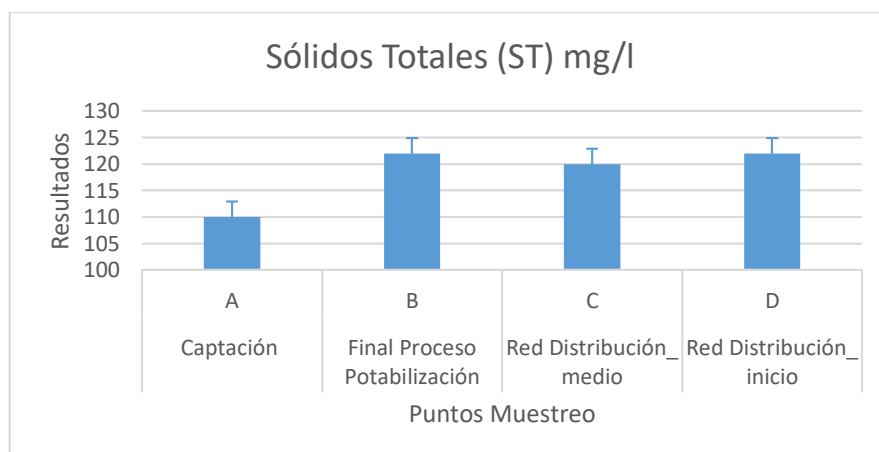


Figura 44: Resultados del análisis de Solidos totales en el agua en los 4 puntos de muestreo

Los sólidos totales en el punto A se encuentran presentes 110 mg/l, en los puntos B y D aumentaron a 122 mg/l, para a continuación en el punto C tener una ligera disminución a 120.

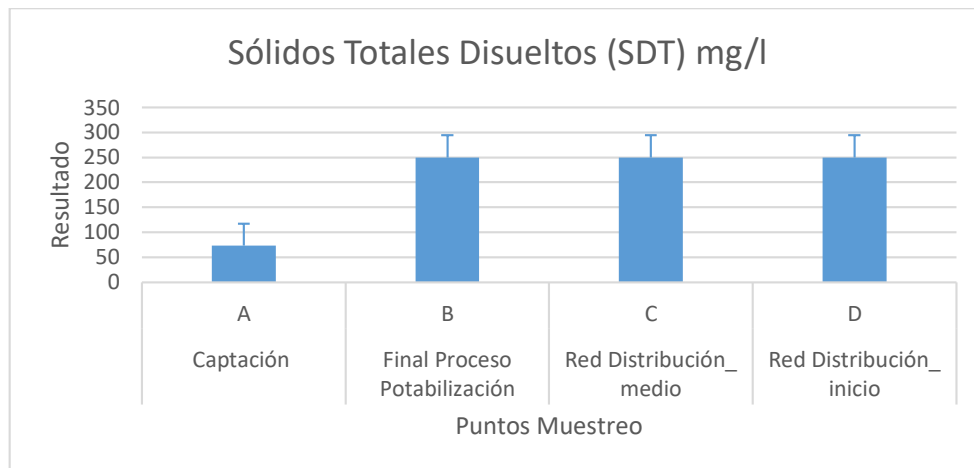


Figura 45: Resultados del Análisis de Solidos Totales Disueltos en el agua en los 4 puntos de muestreo

Según los resultados de los Solidos totales disueltos, en la captación se obtienen 73 mg/l, aumentando a 250 mg/l luego que el agua ha sido tratada y manteniéndose constante en los 3 puntos.

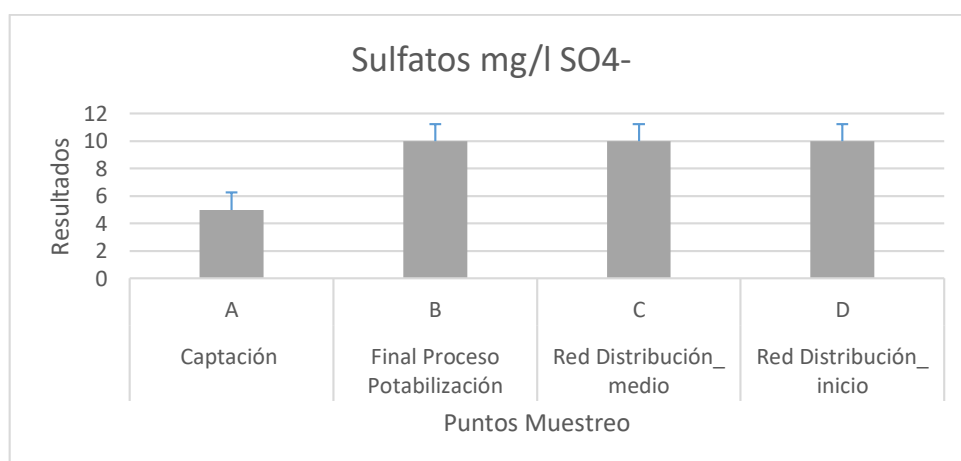


Figura 46: Resultados del análisis de Sulfatos en el agua en los 4 puntos de muestreo

Los sulfatos en la captación se encuentran presentes 5 mg/l, cuando le agua ya sido tratada este parámetro aumenta hasta 10 sientto el mismo resultado en los puntos B, C, D.

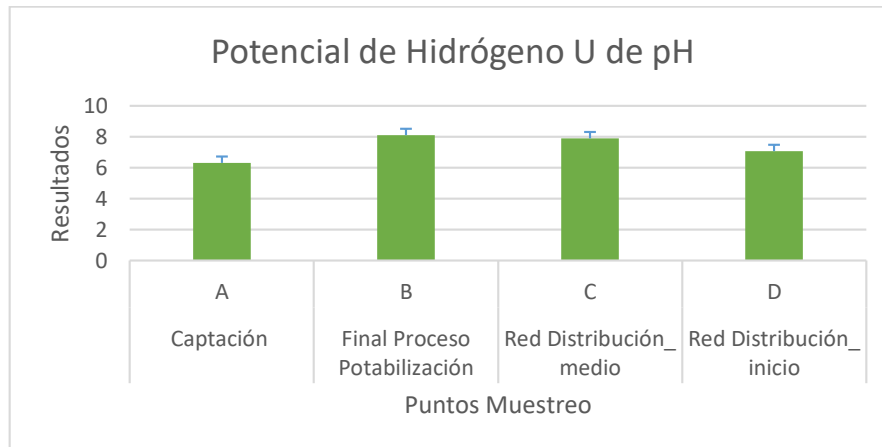


Figura 47: Resultados del análisis de pH en el agua en los 4 puntos de muestreo

El pH del agua natural es 6.3, después de la potabilización aumenta hasta 8.09, disminuyendo a 7.09 en el punto C y 7.08 en el punto D.

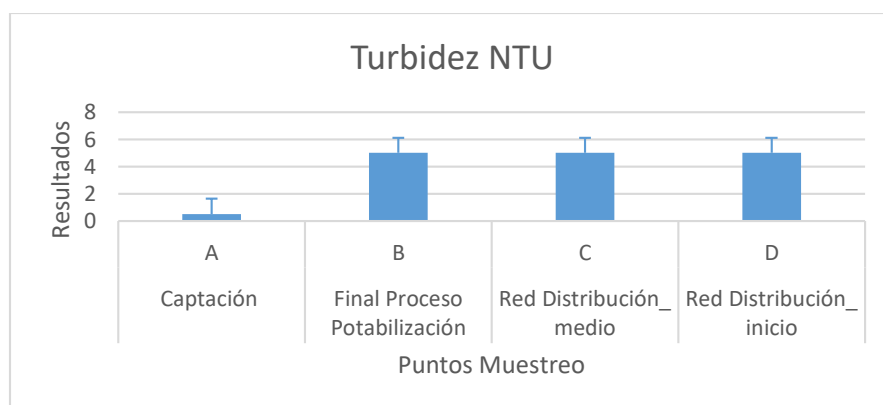


Figura 48: Resultado del análisis de Turbidez en el agua en los 4 puntos de muestreo

La turbidez en la captación es equivalente a 0.51, después del tratamiento del agua esta aumenta hasta 5 manteniéndose constante en los puntos B, C, y D.

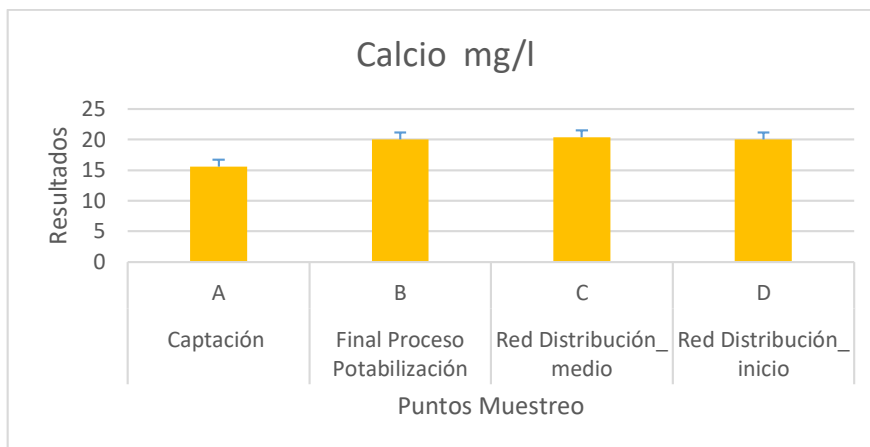


Figura 49: Resultado del análisis de Calcio en el agua en los 4 puntos de muestreo

Los resultados del Calcio en el punto A corresponden a 15,6 mg/l, en los puntos B y D aumentaron hasta 20 mg/l, y en el punto C tienen lugar un mínimo incremento hasta 20.4 mg/l.

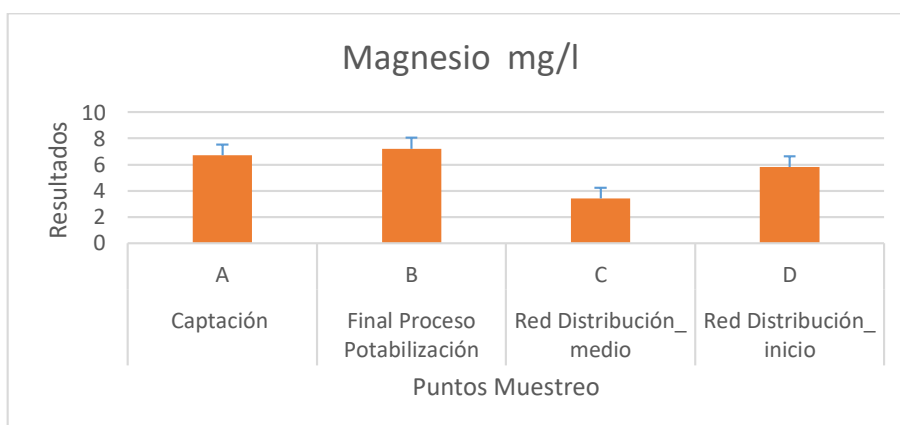


Figura 50: Resultados del análisis de Magnesio en el agua en los 4 puntos de muestreo

Los resultados para el magnesio con variables teniendo así en el punto A 6,7 mg/l , en el punto B 7,2 luego en el punto C 3, 4 y en el siguiente punto 5,8 mg/l.

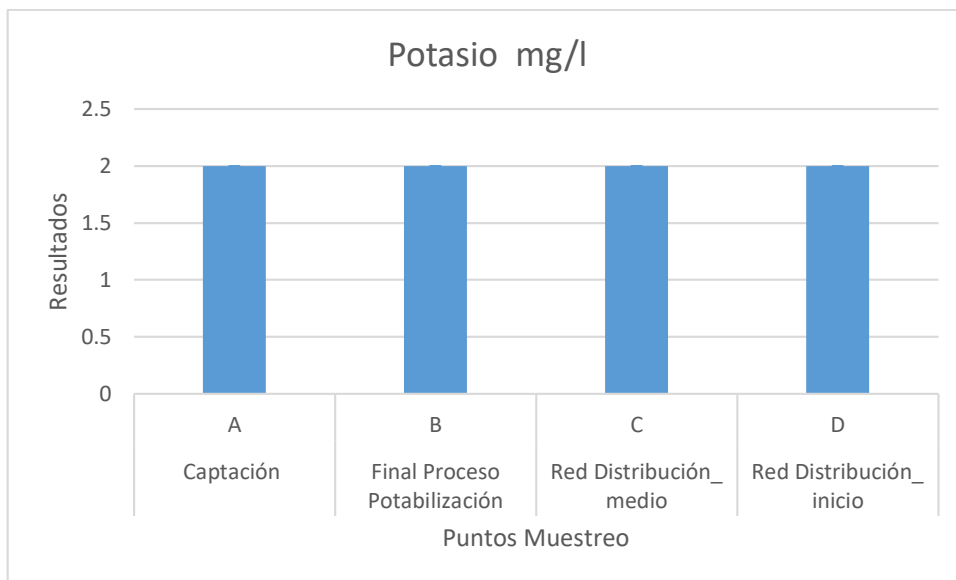


Figura 51: Resultados del análisis de Potasio en el agua en los 4 puntos de muestreo

Para el Potasio se obtuvo un resultado de 2 mg/l en los 4 puntos.

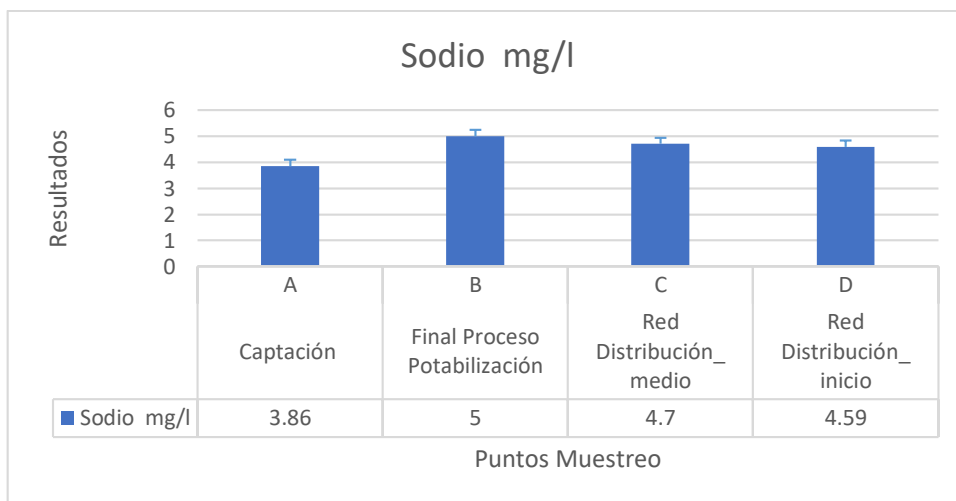


Figura 52: Resultado del análisis de Sodio en el agua en los 4 puntos de muestreo

El sodio se encuentra presente en el agua en la captación en 3,86 mg/l, luego de que se ha realizado el respectivo tratamiento este aumenta a 5 mg/l

para en el punto C disminuir a 4.7, en el punto el resultado obtenido corresponde 4.59mg/l.

4.1.3. Comparación resultados de análisis Físicos, químicos y microbiológicos con la Normativa

4.1.3.1. Agua Natural (Captación A)

Tabla 6: Comparación de Resultados con los límites máximos permisibles establecidos en el TULSMA

Parámetros	Unidades	Resultados Captación (A)	TULSMA LIBRO VI ANEXO 1 Límite máximo permisible	Estado
Cloruros	mg/l	5	250	Cumple
Color	Pt/Co	20	100	Cumple
Dureza	mg/l CaCO ₃	73	500	Cumple
Hierro	mg/l Fe	0.2	1	Cumple
Manganeso	mg/l	0.07	0.1	Cumple
Nitritos	mg NO ₂ ⁻ /L	0.05	1	Cumple
Sólidos Totales Disueltos (SDT)	mg/l	73	1000	Cumple
Sulfatos	mg/l SO ₄ ⁻	5	400	Cumple
Potencial de Hidrógeno	U de pH	6.3	9	Cumple
Turbidez	NTU	0.51	100	Cumple
Sodio ***	mg/l	3.86	200	Cumple
Coliformes Fecales ++	NMP/100 mL	23	600	Cumple
Coliformes Totales ++	NMP/100 mL	200	3000	Cumple

Parámetros Microbiológicos

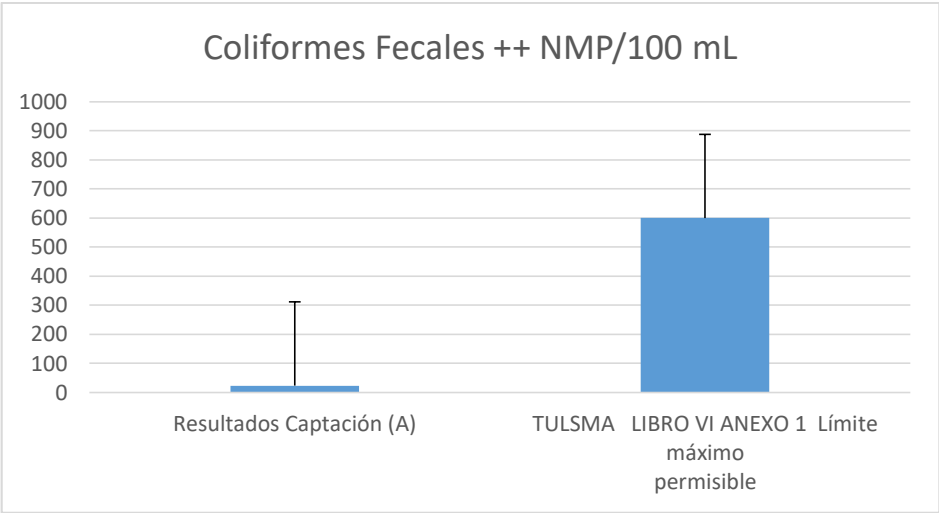


Figura 53: Comparación de Coliformes fecales con el límite máximo permisible

Los coliformes fecales en la captación dieron como resultado 23 NMP/100mL y en TULSMA Libro VI, Anexo 1, TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional se establece 600 NMP/100mL, por lo que se determina que si se cumple con este parámetro.

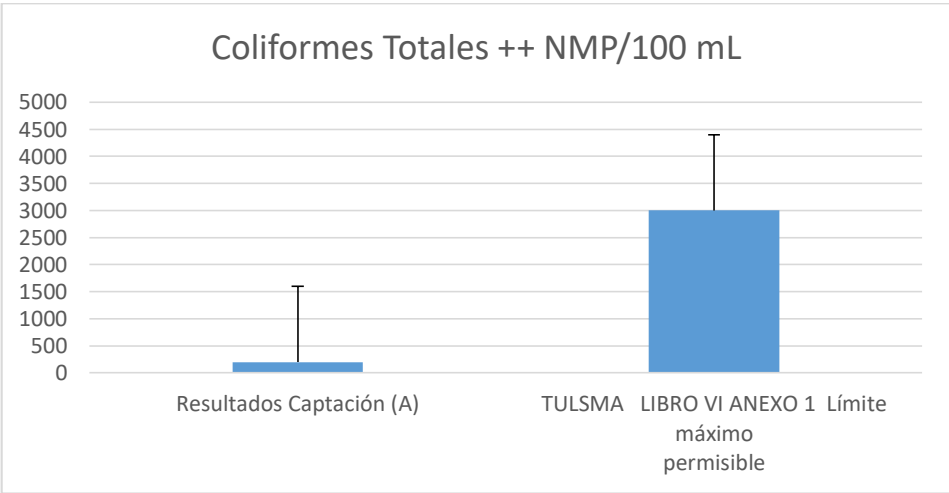


Figura 54: Comparación de Coliformes Totales con el límite máximo permisible

Los coliformes Totales en la captación dieron como resultado 200 NMP/100mL y en TULSMA Libro VI, Anexo 1, TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional se establece 3000 NMP/100mL, por lo que se determina que si se cumple con este parámetro.

Parámetros Físicos y Químicos

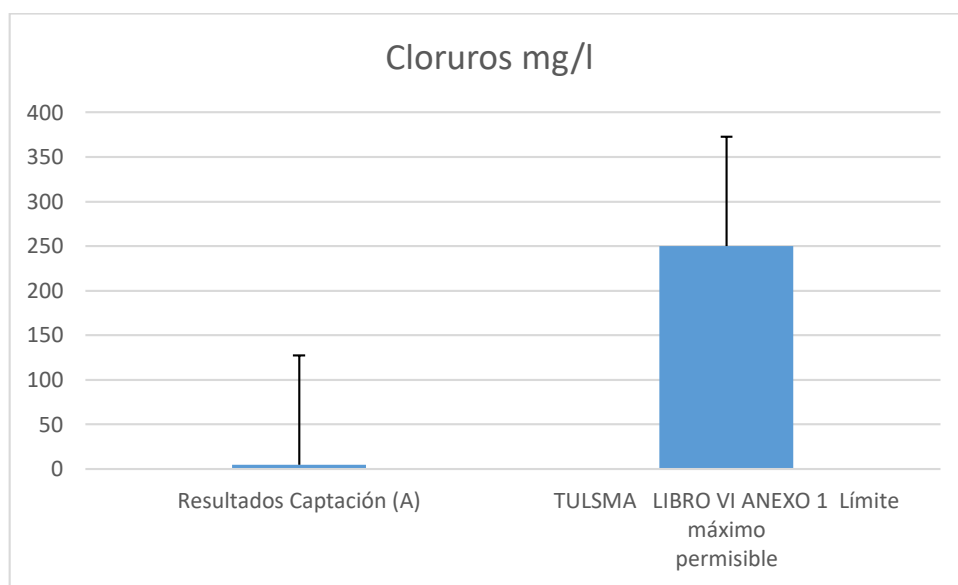


Figura 55: Comparación de Cloruros con el límite máximo permisible

Los cloruros en la captación dieron como resultado 5 mg/l y en TULSMA Libro VI, Anexo 1, TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional se establece 250mg/l, por lo que se determina que si se cumple con este parámetro.

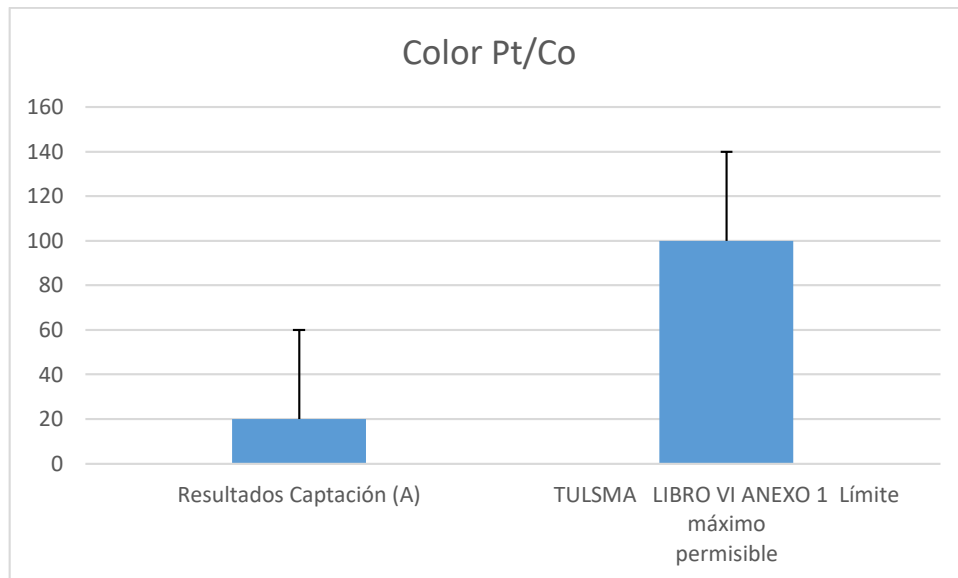


Figura 56: Comparación del Color con los límites máximos permisibles

El color en la captación dio como resultado 20 Pt/Co y en TULSMA Libro VI, Anexo 1, TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional se establece 100Pt/Co, por lo que se determina que si se cumple con este parámetro.

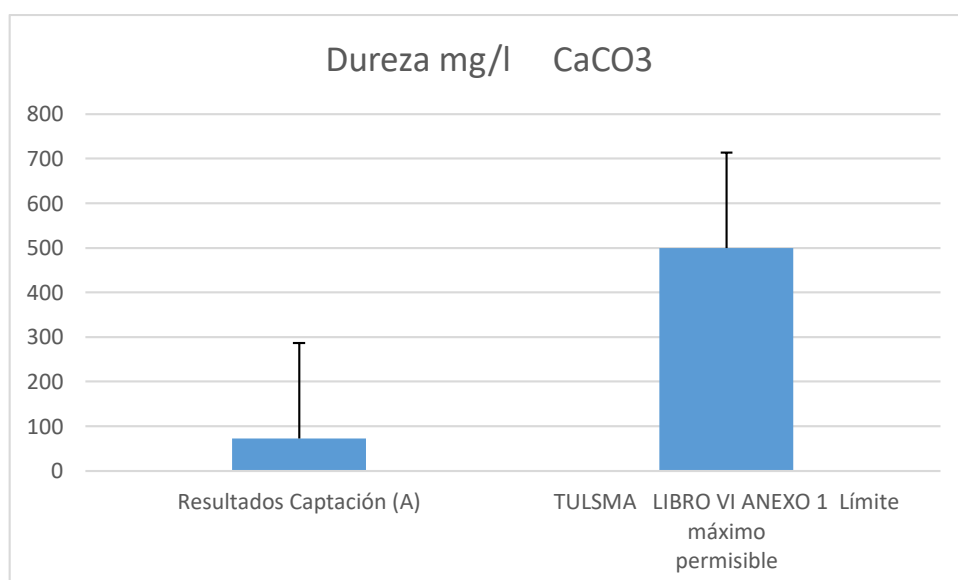


Figura 57: Comparación de la Dureza con los límites máximos permisibles

La dureza en la captación dio como resultado 73 mg/l y en TULSMA Libro VI, Anexo 1, TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional se establece 500mg/l, por lo que se determina que si se cumple con este parámetro.

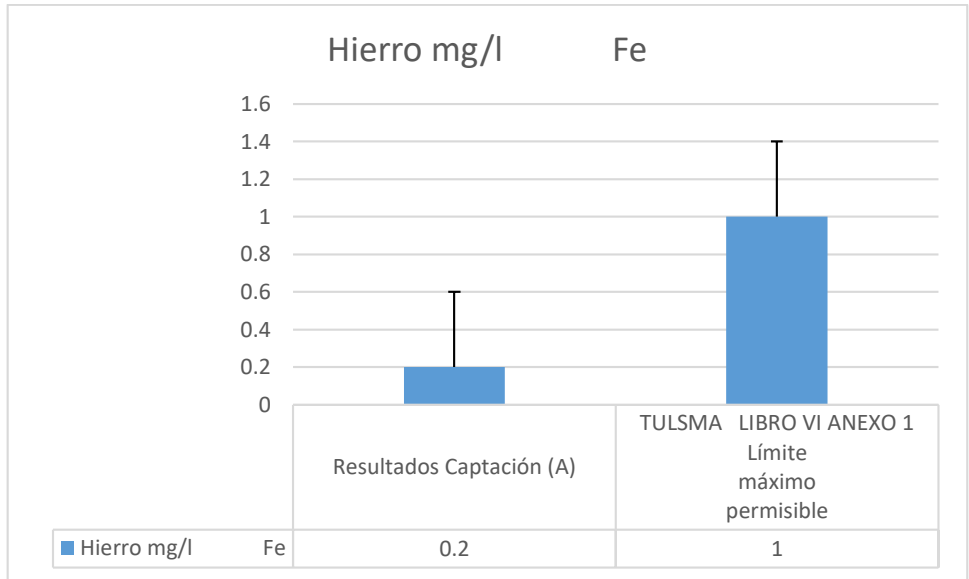


Figura 58: Comparación del Hierro con el límite máximo permisible

El Hierro en la captación dio como resultado 0.2 mg/l y en TULSMA Libro VI, Anexo 1, TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional se establece 1.0mg/l, por lo que se determina que si se cumple con este parámetro.

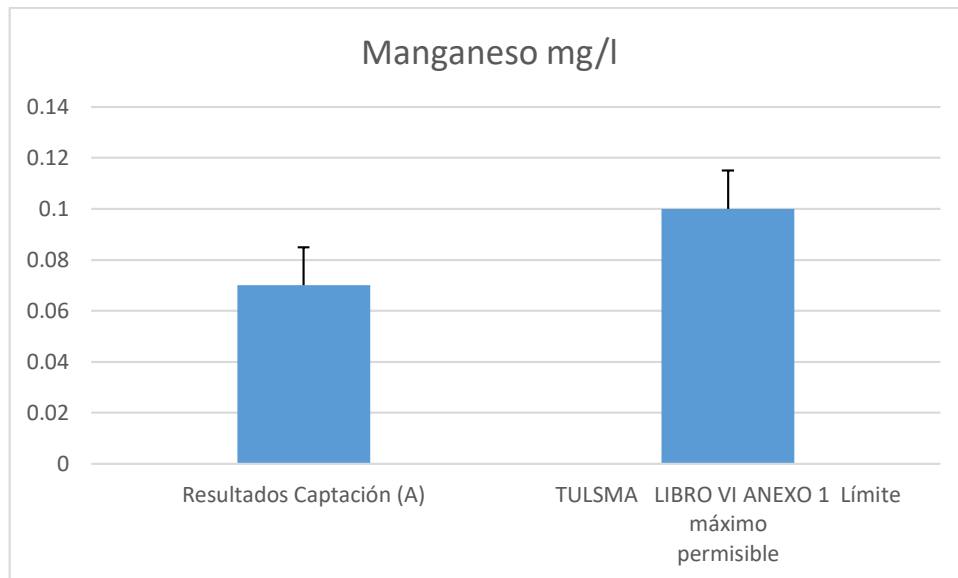


Figura 59: Comparación del Manganeso con el límite máximo permisible

El manganeso en la captación dio como resultado 0.07 mg/l y en TULSMA Libro VI, Anexo 1, TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional se establece 0.1 mg/l, por lo que se determina que si se cumple con este parámetro.

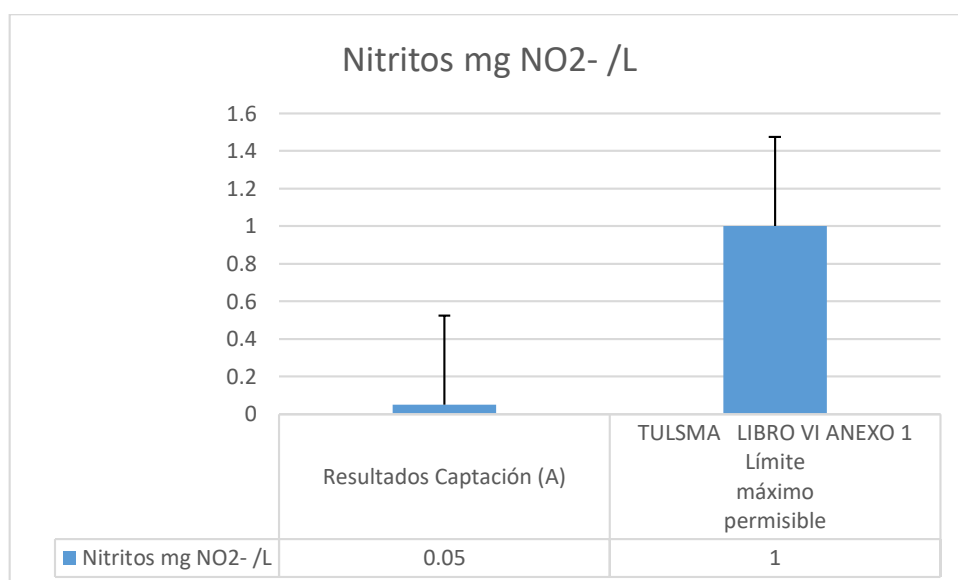


Figura 60: Comparación de Nitritos con el límite máximo permisible

Los nitritos en la captación dieron como resultado 0.05 mg/l y en TULSMA Libro VI, Anexo 1, TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional se establece 1.0 mg/l, por lo que se determina que si se cumple con este parámetro.

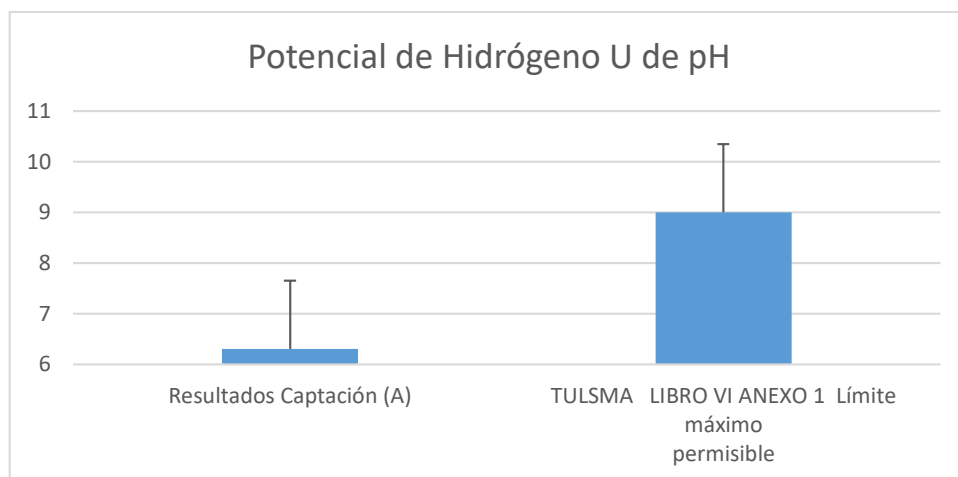


Figura 61: Comparación entre pH y el límite máximo permisible

El pH en la captación dio como resultado 6.3 U de pH y en TULSMA Libro VI, Anexo 1, TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional se establece 6-9 U de pH, por lo que se determina que si se cumple con este parámetro.

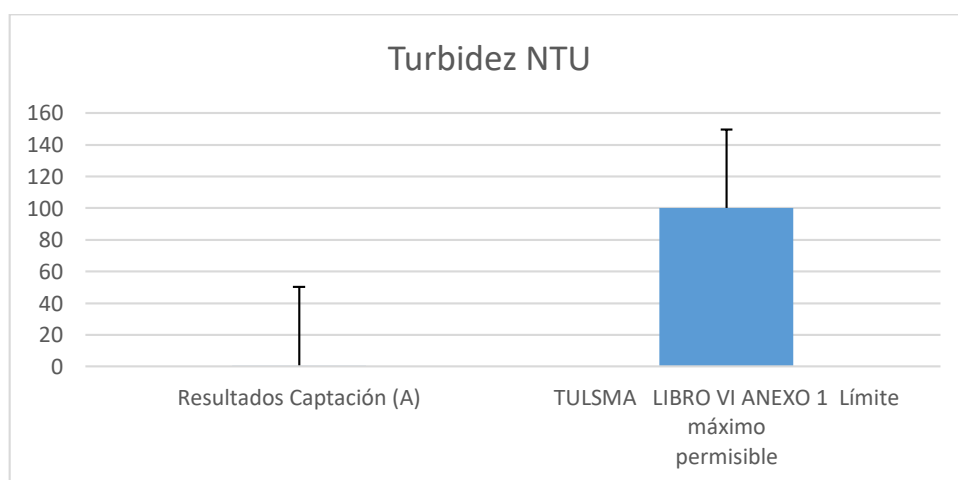


Figura 62: Comparación de la Turbidez con el límite máximo permisible

La turbidez en la captación dieron como resultado 0.51 NTU y en TULSMA Libro VI, Anexo 1, TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional se establece 100NTU, por lo que se determina que si se cumple con este parámetro.

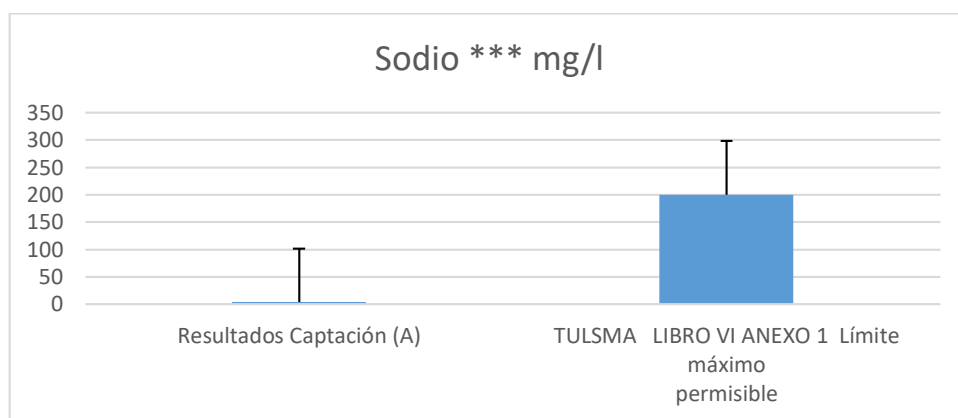


Figura 63: Comparación del Sodio con el límite máximo permisible

El sodio en la captación dio como resultado 3.86 mg/l y en TULSMA Libro VI, Anexo 1, TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional se establece 200mg/l, por lo que se determina que si se cumple con este parámetro.

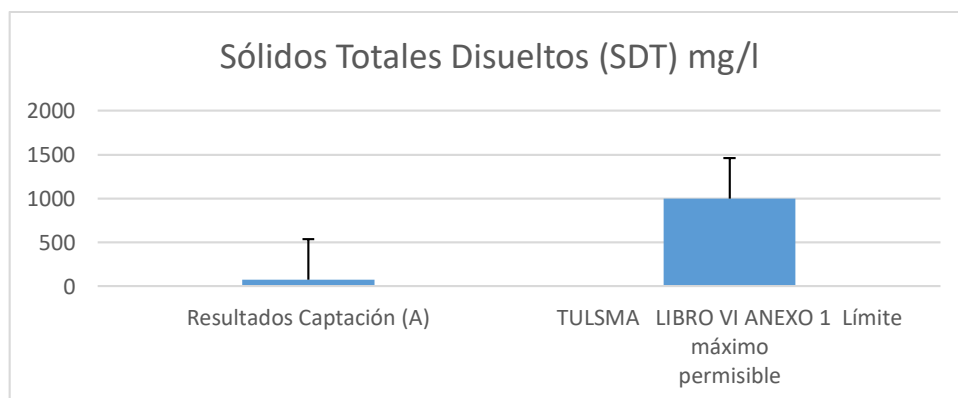


Figura 64: Comparación de los Solidos Totales Disueltos y el límite máximo permisible

Los sólidos totales disueltos en la captación dieron como resultado 73 mg/l y en TULSMA Libro VI, Anexo 1, TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional se establece 1000mg/l, por lo que se determina que si se cumple con este parámetro.

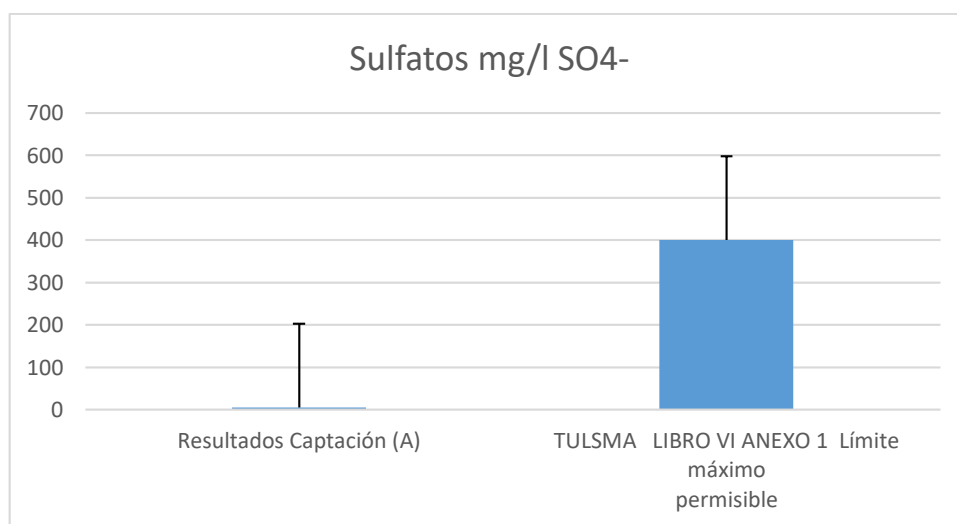


Figura 65: Comparación de Sulfatos y el límite máximo permisible

Los sulfatos en la captación dieron como resultado 5 mg/l y en TULSMA Libro VI, Anexo 1, TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional se establece 400mg/l, por lo que se determina que si se cumple con este parámetro.

4.1.3.2. Agua Potable

Planta de tratamiento (B), Red de Distribución (C, D)

Parámetros Microbiológicos

Tabla 7: Comparación de los resultados de los parámetros microbiológicos con el límite máximo permisible para agua potable

Parámetros	Unidades	Resultados Final Proceso de Potabilización	Resultados Red Distribución medio	Resultados Red Distribución inicio	NTE INEN 1108 Límite máximo permisible	OMS Límite máximo permisible	Estado
Coliformes Fecales ++	NMP/100 mL	1.8	2	1.8	1.1	Ausencia	No cumple
Coliformes Totales ++	NMP/100 mL	1.8	2	1.8		Ausencia	No cumple
Eschericia coli ***	NMP/100 mL	1.8	1.8	1.8		Ausencia	No cumple

Los resultados del análisis microbiológico del agua potable nos permiten determinar que no se cumple con normativa establecida para estos parámetros.

Parámetros Físicos y Químicos

Tabla 8: Comparación de resultados con Límites máximos permisibles con la NTE INEN 1108 y la OMS

Comparación de resultados con Normativas								
Parámetros	Unidades	Resultados Final Proceso Potabilización	Resultados Red Distribución medio	Resultados Red Distribución inicio	NTE INEN 1108 LMP	Estado	OMS LMP	Estado
Cloruros	mg/l	5	5	5			250	Cumple
Color	Pt/Co mg/l	10	10	10	15	Cumple	15	Cumple
Hierro	Fe mg/l	0.05	0.05	0.05			0.3	Cumple
Manganeso	mg/l	0.01	0.01	0.01			0.4	Cumple
Nitritos	mg NO2- /L	0.033	0.033	0.033	3	Cumple	3	Cumple
Sólidos Totales Disueltos (SDT)	mg/l	250	250	250			600	Cumple
Sulfatos	mg/l SO4-	10	10	10			250	Cumple
pH	U de pH	8.09	7.9	7.08			8	No cumple
Turbidez	NTU	5	5	5	5		4	Cumple

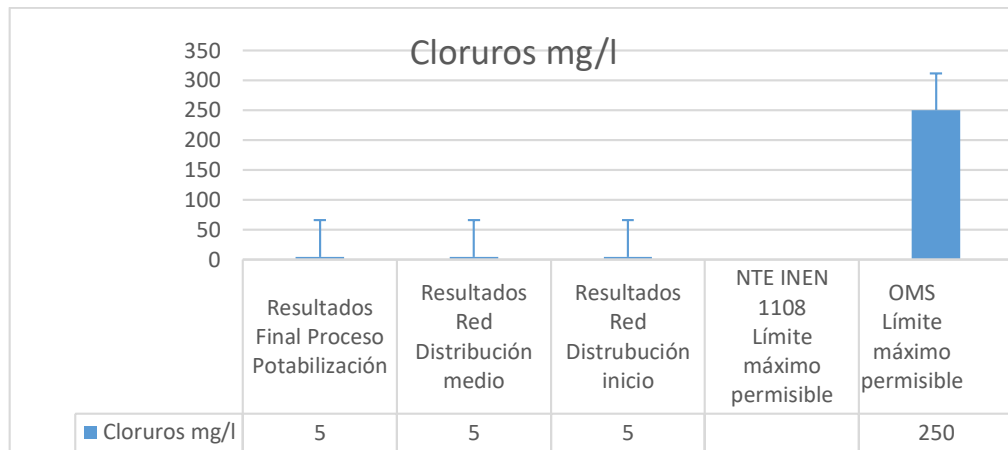


Figura 66: Comparación de los Cloruros con el límite máximo permisible para agua potable

Los resultados obtenidos del análisis de cloruros en el agua potable cumplen con la normativa de la Organización mundial de la salud.

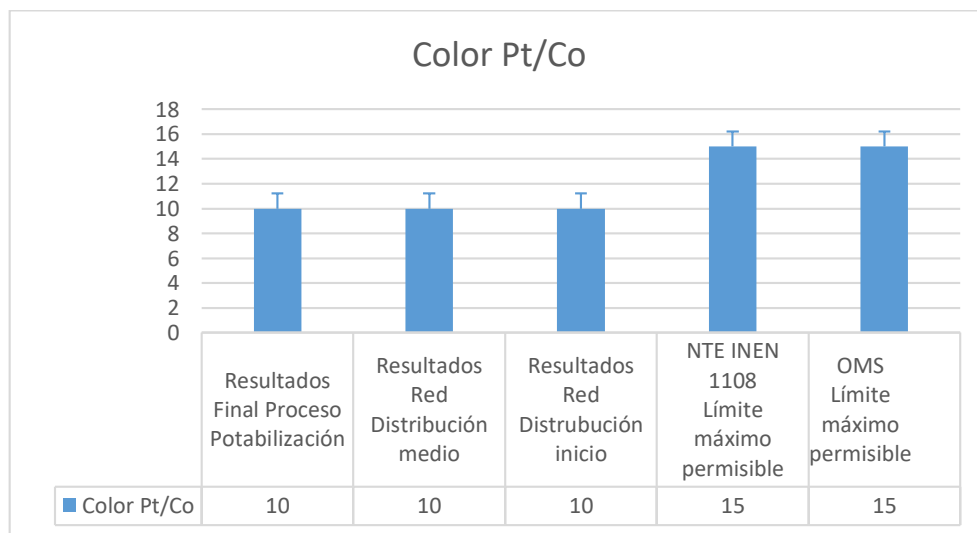


Figura 67: Comparación del Color con el límite máximo permisible para agua potable

El color del agua potable cumple con los límites establecidos en la NTE INEN 1108 y la Organización mundial de la salud.

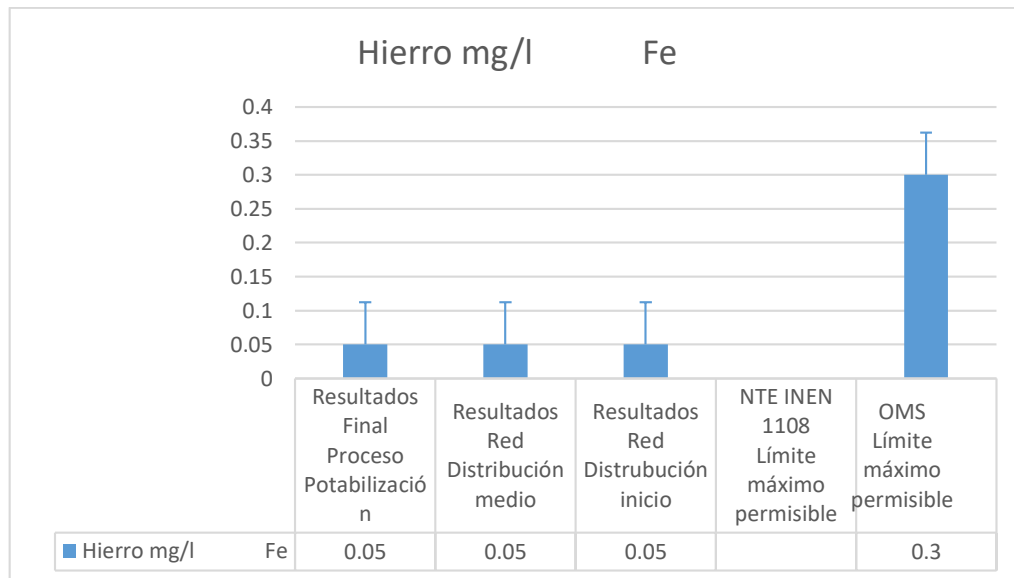


Figura 68: Comparación del Hierro con el límite máximo permisible para agua potable

Los resultados obtenidos del análisis de hierro en el agua potable cumplen con la normativa de la Organización mundial de la salud.

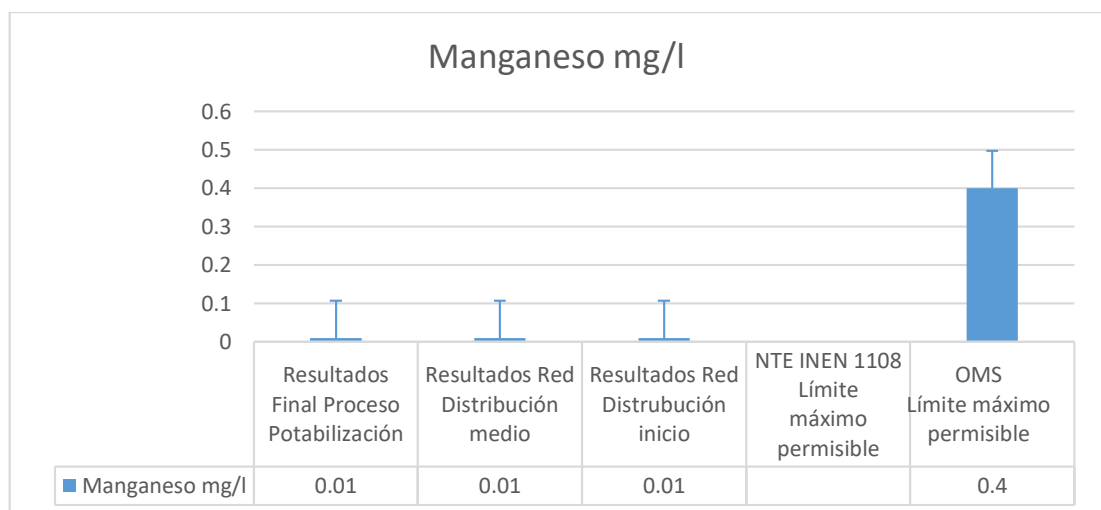


Figura 69: Comparación del Manganeso con el límite máximo permisible para el agua potable

Los resultados obtenidos del análisis de manganeso en el agua potable cumplen con los límites máximos permisibles de la Organización mundial de la salud.

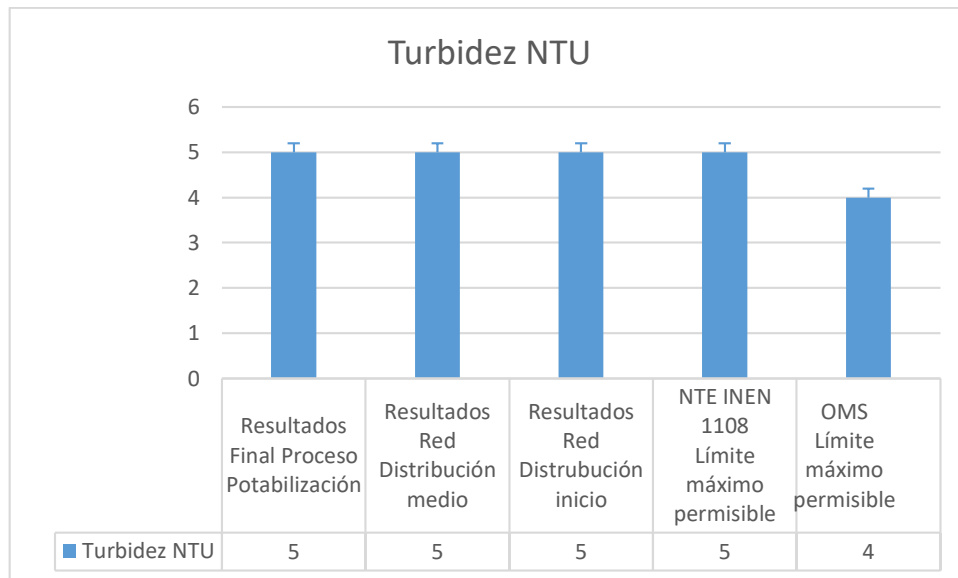


Figura 70: Comparación de la turbidez con el límite máximo permisible para agua potable

La turbidez del agua potable cumple con los límites establecidos en la NTE INEN 1108 y está por encima de los límites máximos permisible establecido por la Organización mundial de la salud.

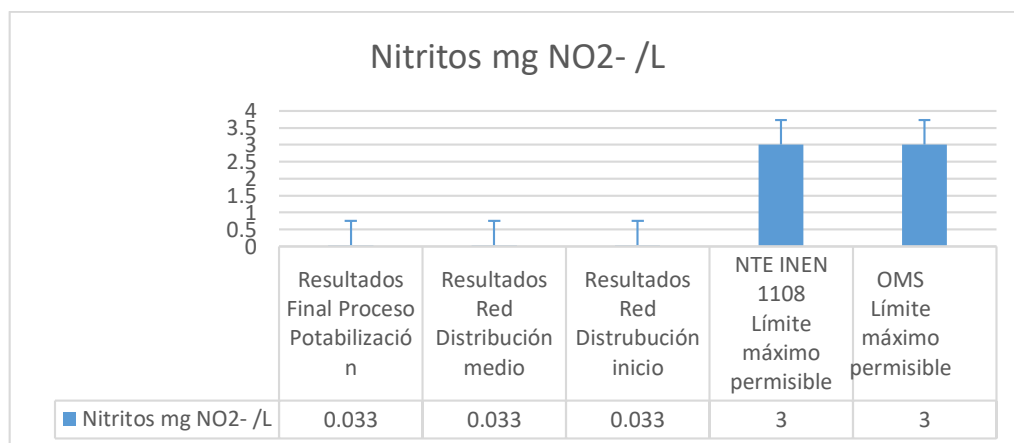


Figura 71: Comparación de los Nitritos con el límite máximo permisible para agua potable.

Los Nitritos presentes en el agua potable cumplen con los límites establecidos en la NTE INEN 1108 y la Organización mundial de la salud.

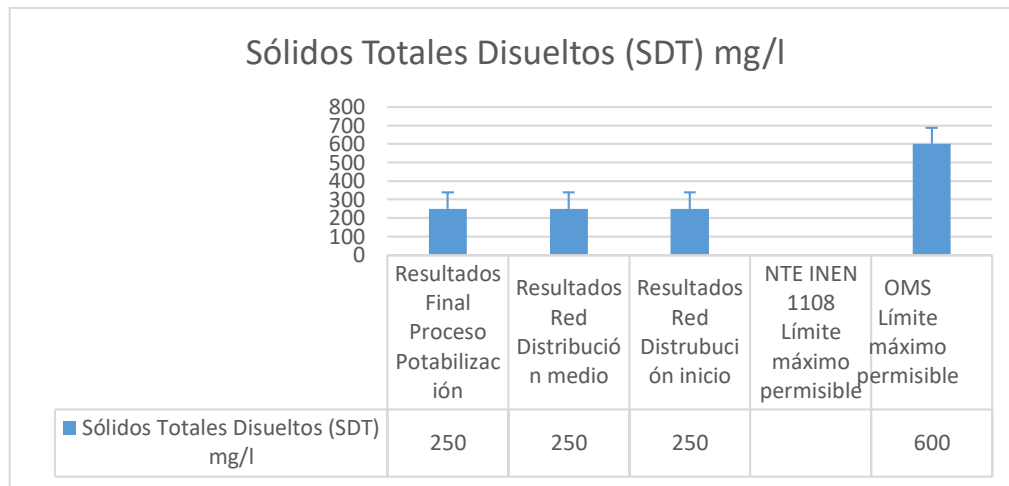


Figura 72: Comparación de los Solidos Totales Disueltos con el límite máximo permisible para agua potable

Los resultados obtenidos del análisis de SDT en el agua potable cumplen con la normativa de la Organización mundial de la salud.

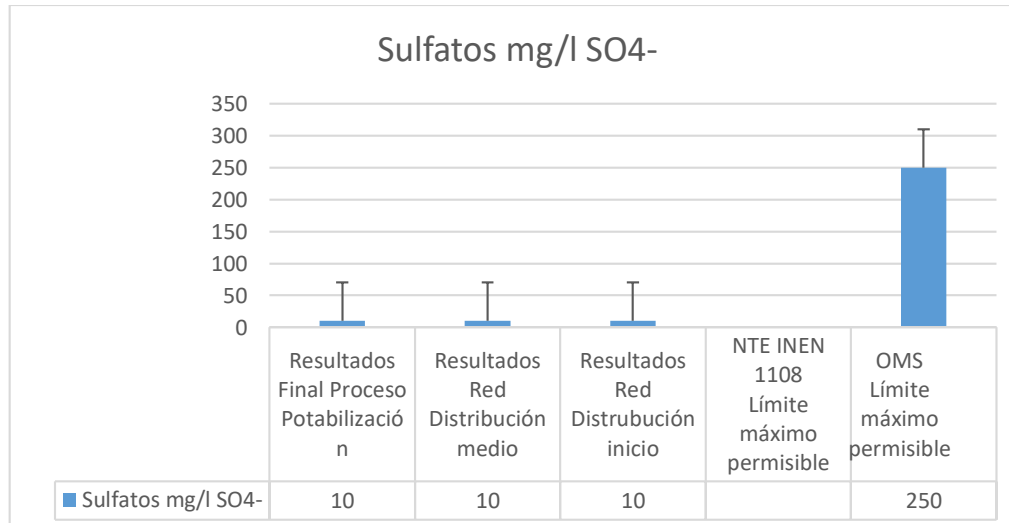


Figura 47: Comparación de Sulfatos con el límite máximo permisible para agua potable

Los resultados obtenidos del análisis de sulfatos en el agua potable cumplen con la normativa de la Organización mundial de la salud.

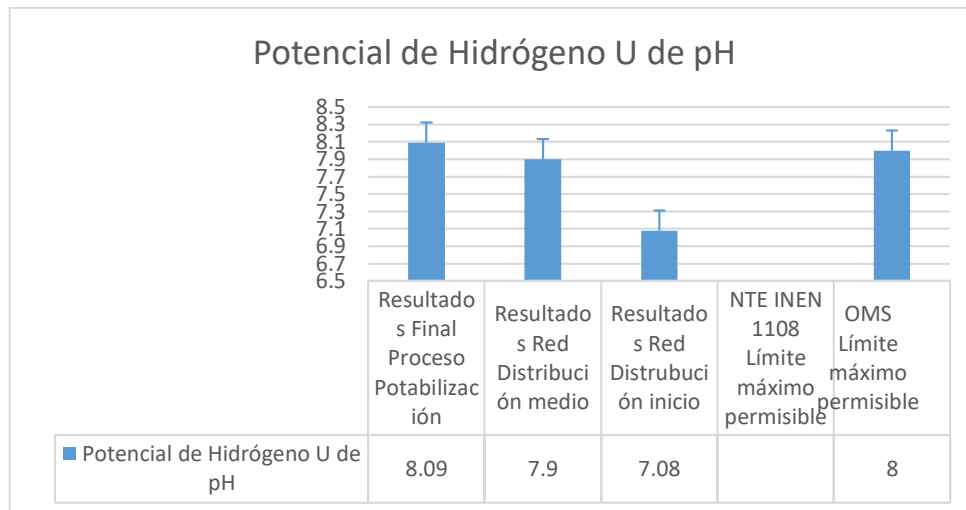


Figura 73: Comparación del pH con el límite máximo permisible para agua potable

Los resultados obtenidos del análisis de pH en el agua potable en el punto B están por encima del límite máximo permisible, sin embargo en los puntos C y D cumplen con la normativa de la Organización mundial de la salud

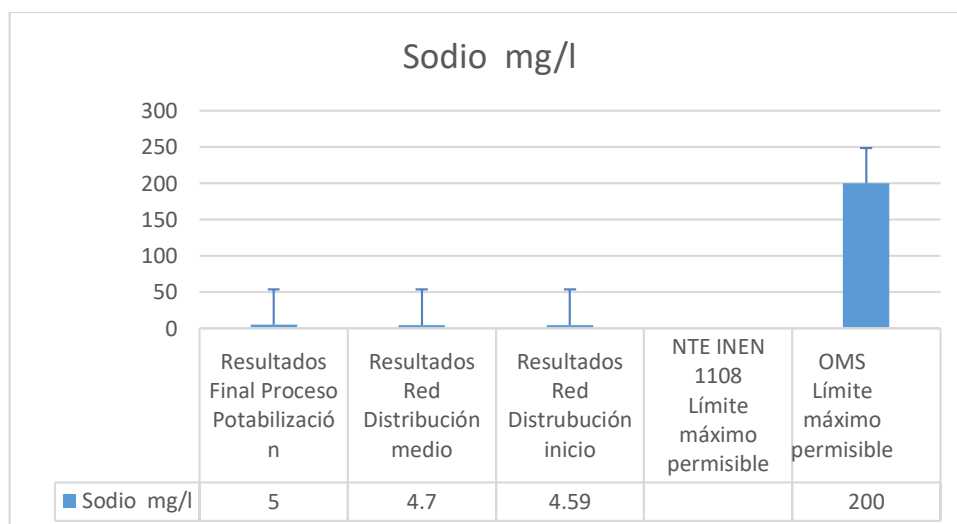


Figura 74: Comparación del Sodio con el límite máximo permisible para agua potable

Los resultados obtenidos del análisis de Sodio en el agua potable cumplen con los límites máximos permitidos establecidos por la Organización mundial de la salud.

4.2. DISCUSIÓN

Se evidencio la presencia de Coliformes y Escherichia Coli en el agua desde la captación si bien es cierto que el proceso de potabilización que se le aplica logra disminuir estos parámetros no se logra eliminar por completo estos indicadores de contaminación, también se puede observar que a medida que el agua avanza en la red de distribución hay un aumento de coliformes, puede deberse a que las cantidades de cloro utilizadas en el proceso no han sido suficientes.

El parámetro microbiológico Escherichia coli provee pruebas concluyentes de reciente contaminación fecal y no debe estar presente en el agua de consumo humano. Las Coliformes totales si bien es cierto que no representan evidencia de contaminación fecal son indicadores de la limpieza e integridad de los sistemas de distribución (OMS, 2011).

En lo que corresponde al análisis de parámetros físicos y químicos se evidencia que algunos parámetros como alcalinidad, bicarbonatos, dureza, solidos suspendidos, solidos totales, sulfatos, pH, calcio y sodio en la captación tienen concentraciones menores las mismas que aumentan luego del tratamiento esto podría ser debido a que la recolección, tratamiento, almacenamiento y distribución del agua conllevan la adición de varias sustancias químicas para mejorar la inocuidad y calidad para los consumidores del agua de consumo humano tratada (aditivos directos). Adicionalmente, en todo este proceso el agua está en contacto permanente con tuberías, válvulas, grifos y superficies de depósitos, los mismos que pueden aportar más sustancias químicas al agua (OMS, 2011).

Existen parámetros como la turbidez, los cloruros y el potasio que se mantienen constantes en todos los puntos evidenciando que el tratamiento de potabilización nos surgió ningún efecto sobre los mismos. Para los demás parámetros físicos y químicos analizados el tratamiento fue eficiente porque logro disminuirlos.

Los resultados del análisis microbiológico, Físicos y químicos realizado al agua natural en la captación se compararon con el TULSMA Libro VI Anexo 1. NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA se logró determinar que cumple con los parámetros establecidos en la TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional. Por lo que se considera que el agua requiere que se le dé un tratamiento convencional.

Los resultados de los análisis de los parámetros físicos y químicos se realizaron en las 3 muestras de agua potable y se compararon con la NTE INEN 1108. AGUA POTABLE. REQUISITOS en lo correspondiente a la normativa nacional y con las Guías de la Organización Mundial de la Salud.

La OMS no propone ningún valor de referencia basado la salud, para el cloruro, dureza, manganeso, potasio, sodio, sulfato, solidos totales Disueltos en el agua de consumo humano debido a que se presenta en concentraciones que no producen efectos perjudiciales sobre la salud. No obstante, las

concentraciones altas de estos parámetros pueden causar alteraciones en el olor, sabor, color del agua ocasionando el rechazo por parte de los consumidores.

La Organización mundial de la salud establecen como límites máximos permisibles para el hierro 0,3 mg/l y el manganeso 0,4 mg/l evidenciando que en estos parámetros si se cumple con la normativa, sin embargo estos generan preocupación generalizada debido a sus efectos en la aceptabilidad del agua (OMS, 2011).

Aunque el pH no suele afectar directamente a los consumidores, es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad del agua. Se debe prestar mucha atención al control del pH en todas las etapas del tratamiento del agua para garantizar que su clarificación y desinfección sean satisfactorias. En este parámetro en el Punto B luego del proceso de potabilización es de 8.3 encontrándose por encima del límite según la OMS correspondiente entre 6-8.

El control de la alcalinidad y del contenido de calcio también contribuye a la estabilidad del agua y a controlar su capacidad corrosiva de tuberías y electrodomésticos. Si no se logra minimizar la corrosión, puede provocar la contaminación del agua de uso y consumo humano y dar lugar a efectos adversos sobre su sabor y aspecto.

De acuerdo a los resultados del análisis de sulfato en el agua potable este parámetro se encuentra muy por debajo del límite máximo permisible

establecido por la Organización Mundial de la Salud, en la norma INEN 1108 no se establece límite para este parámetro por no representar un riesgo para la salud.

La comparación entre los resultados de la turbidez y los límites máximos permisibles nos demuestran que se cumple con la norma INEN 1108, no así con lo establecido por la Organización Mundial de la salud, esto puede ser causado por la mala calidad del agua de la fuente, el tratamiento deficiente y, en los sistemas de distribución, por la alteración de sedimentos o el ingreso de agua sucia a través de roturas de tuberías principales y otras fallas. En niveles elevados, la turbidez puede producir manchas en los materiales, accesorios y ropa expuestos durante el lavado, además interfiere en la eficacia de los procesos de tratamiento (OMS, 2011).

Los límites máximos permisibles para el Nitrito corresponden a 3 mg/L para proteger contra la metahemoglobinemia inducida por nitrito tanto de fuentes endógenas como exógenas a la subpoblación más sensible y consecuentemente, a otros grupos de la población (OMS, 2011).

El agua potable no cumple con los parámetros microbiológicos establecidos en ninguno de los 3 puntos, en lo que respecta a las norma INEN 1108 los coliformes fecales tienen como límite menor que 1,1 y el resultado en los 3 puntos es 1.8 según la Organización mundial de la salud el agua para consumo humano no debe tener coliformes ni *Escherichia coli* en 100 ml de muestra, los resultados se encuentra sobre estas normativas.

La evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos nos permiten verificar la calidad del sistema de abastecimiento del Recinto Cochancay esto nos evidencia que respecto a las características físicas y químicas se cumple con lo estableciendo garantizando la calidad en este aspecto, no así en los parámetros Microbiológicos que al no cumplirse con las normativas para el agua potable no se puede garantizar la inocuidad y calidad de la misma, permitiéndonos así comprobar la hipótesis planteada.

4.3. PROPUESTA DE MEDIDAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA

Las medidas propuestas para mejorar la calidad de agua en el Sistema de Abastecimiento del Recinto Cochancay son las siguientes:

Es indispensable para la mejora de la calidad de agua dar mantenimiento continuo al cuerpo hídrico y alrededores en donde se encuentra la captación, además de cercarla correctamente de manera que se limite el ingreso a particulares en esta importante área.

Mantener un control permanente de las áreas de influencias de las fuentes de agua de manera que se puedan regular las actividades que se realizan en las mismas.

Considerar realizar los procedimientos para declarar áreas de protección hídrica en la zona de la captación.

Mejorar los procesos físico-químicos de coagulación, decantación, y filtración para que se logre la eliminación de microorganismos en los procesos de tratamiento.

Controlar que los niveles de agente desinfectante (cloro) se encuentran dentro de los límites correctos de manera que el cloro residual pueda mantenerse en las concentraciones requeridas a lo largo de la red de distribución así proteger en cierta medida contra la re contaminación y limitar los problemas de proliferación microbiológica.

Las redes de distribución de agua deben estar completamente protegidos, los tanques y depósitos de almacenamiento deben contar con una cobertura de protección que drenen hacia el exterior para impedir la contaminación.

Prevenir el estancamiento en el almacenamiento y en la distribución para evitar la proliferación microbiológica.

Implementar métodos de mantenimientos eficaces en periodos cortos de tiempo tanto para la planta de tratamiento como para la red de distribución.

Considerar el uso de un desinfectante químico secundario más estable como por ejemplo cloraminas.

Monitorear continuamente que el agua que ingresa al sistema de distribución sea microbiológicamente segura e, idóneamente, debe también ser biológicamente estable.

4.4. CONCLUSIONES

Se determinó que las características físicas y químicas del agua en términos generales mejoran, luego de que esta, ha sido tratada para potabilizarla. Sin embargo, existen parámetros que aumentan luego del tratamiento en la planta de agua potable.

Los resultado del análisis de los parámetros microbiológicos reducen con el tratamiento de potabilización, sin embargo, no se logra cumplir con los límites máximos permisibles: calidad de agua para consumo humano establecidos en la norma INEN 1108, ni con los criterios para calidad de agua potable dados por la Organización mundial de la salud.

Luego de comparar los resultados del análisis Físico, químico y microbiológico con la Tabla 1 del TULSMA Libro VI Anexo 1, se determinó que esta agua que se capta, requiere de tratamiento convencional para ser apta para el consumo humano y el uso doméstico.

Existen parámetros físicos y químicos, que se analizaron y no se encuentran establecidos límites máximos permisibles, ya que, para que afecten a la salud; se requieren, de concentraciones muy altas, sin embargo, estos parámetros si afectan en la aceptabilidad del agua potable por parte de los consumidores.

Los resultados de los análisis en los puntos B, C y D que no cumplen con los límites máximos permisibles por la Organización mundial de la salud son el pH y la turbidez.

Los análisis en los puntos B, C y D evidenciaron que no se cumple con los límites máximos permisibles para parámetros microbiológicos establecidos en la Norma INEN 1108 y por la Organización mundial de la salud.

Se elaboró la propuesta de medidas para mejorar el sistema de abastecimiento del recinto Cochancay a partir de los resultados que se obtuvieron.

4.5. RECOMENDACIONES

Realizar monitoreos de calidad de agua por lo menos de forma semestral en la época seca y la época lluviosa.

Implementar acciones de mantenimiento y evaluación de la funcionalidad de todas las etapas que forman parte del proceso de potabilización.

Incentivar mediante la educación ambiental a la comunidad sobre la conservación de la cobertura vegetal y su relación con la disponibilidad de agua, lo que permitirá optimizar el recurso hídrico de manera que esté disponible para las futuras generaciones.

Considerar este estudio como una visión general de la calidad de agua de la comunidad, hacer estudios más detallados respecto a los parámetros y al tiempo de monitoreo.

Tener personal capacitado permanentemente en la planta de tratamiento de forma que se puedan optimizar los procedimientos y así mismo estos sean hechos en la forma y el momento adecuado.

Capacitar a la comunidad en materia de higiene, con programas educativos que les permitan tomar medidas que se encuentren a su alcance, y así mejorar la calidad del agua que utilizan para consumo y prevenir enfermedades

5. BIBLIOGRAFÍA

- Alberto, C., Sierra, S., Enrique, M., Bertel, C., & Rosa, A. (2013). *Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Fisicoquímicos Básicos en Aguas*. (Fundación Universitaria Andaluza Inca, Ed.). Cartagena de Indias, Colombia. Retrieved from <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/index.htm>
- Amezquita, C. P., Perez, A., & Torres, P. (2015). Evaluación del riesgo en sistemas de distribución de agua potable en el marco de un plan de seguridad del agua. *EIA*, 11, 157–169. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.14508/reia.2014.11.21.159> ◆ 169%0AISSN
- APHA. (1992). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. *American Public Health Association (APHA)*, 18th Editi(American Water Works Association (AWWA) and Water Pollution Control Federation (WPCF)). Retrieved from <https://www.pdfdrive.com/standard-methods-for-the-examination-of-water-and-wastewater-d11311928.html>
- Baque, R., Simba, O., Gonzalez, B., Suatunce, P., Diaz, E., & Cadme, L. (2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador, 9, 109–117. Retrieved from <http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/357>
- Campaña, A., Gualoto, E., & Chuluisa, V. (2017). Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de los ríos Machángara y Monjas de la red hídrica del distrito metropolitano de Quito . Physic chemical and microbiological assessment of water quality in Machán- gara and Monjas rivers fro, 305–310. <https://doi.org/10.21931/RB/2017.02.02.6>
- Castillo, I. (2013). *Evaluación físico-química y bacteriológica del agua en el sistema de abastecimiento del casco urbano del Municipio de La Concordia durante cinco semanas de abril y junio del año 2013*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua “UNAN-Managua.”
- Castro, R., & Perez, R. (2009). *Saneamiento rural y salud. Guía para acciones a nivel local*. Retrieved from <http://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Sanemiento-Con-Pro-Intro.pdf>
- Chiles, G. (2015). *Universidad técnica del norte*. Universidad Tecnica del Norte. Retrieved from <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4329>
- CIDTA. (2015). Redes de Abastecimiento de agua: Partes del Abastecimiento y Tipos de Redes. *Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico Del Agua*, 7. Retrieved from <http://cidta.usal.es/Cursos/redes/modulos/Libros/unidad 2/tiposredes.PDF>
- Conagua. (2016). Estadísticas del agua México 2016, 282. <https://doi.org/978-968-817-895-9>
- Fernandez, A., & Mortier, C. (2005). Evaluación de la condición del agua para consumo humano en Latinoamérica. In *Tecnologías solares para la desinfección y descontaminación del agua. Solar safe Water* (pp. 17–32). Retrieved from https://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/libro/01_Capitulo_01.pdf
- Galárraga, R. (2000). *INFORME NACIONAL SOBRE LA GESTION DEL AGUA EN EL ECUADOR. Gestion*. Quito. Retrieved from <https://www.cepal.org/DRNI/proyectos/samtac/InEc00100.pdf%0A%0A>

- Gonzaga, S., Castro, N., & Lopez, A. (2017). ¿Cómo referenciar este artículo?, 8, 218–223. Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n1/rus31117.pdf>
- Guanuchi, C., & Ordóñez, J. (2017). “*Evaluación del cloro residual en la red de distribución de agua potable del canton azogues a través de un modelo experimental.*” Retrieved from <https://drive.google.com/file/d/0B9xA4hdJlcPdUWxfV9k9yTjQ1MEE/view>
- Nivelo, S. (2015). *Monitoreo de la calidad del agua en San Cristóbal, Galápagos*. Universidad San Francisco de Quito.
- NTE INEN 2149. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2149 : 2013 Primera revisión AGUA . MEDIOS FILTRANTES GRANULARES UTILIZADOS (2013). Retrieved from https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_2169-1.pdf
- NTE INEN 2169. Agua, calidad de agua, muestreo manejo y conservación de muestras., 2169 § (2013). Retrieved from <http://sut.trabajo.gob.ec/publico/Normativa Técnica INEN/NTE INEN 2169 - AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS.pdf>
- NTE INEN1108. Norma Técnica Ecuatoriana - Agua Potable (INEN 1108: 2014-01), Instituto Ecuatoriano de Normalización § (2014). Retrieved from <http://www.pudeleco.com/files/a16057d.pdf>
- OMS. (2011). Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda, 636.
- OMS. (2015). *Informe 2015 del PCM: datos esenciales*. Retrieved from https://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp-2015-key-facts/es/
- Organización Panamericana de la Salud. (2007). Guía para la selección de sistema de desinfección. *Lima*, 1–33. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/guiaseleccsistdesinf.pdf>
- Ortiz, L. (2015). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4628>
- Reascos, B., & Yar, B. (2010). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO DE LAS COMUNIDADES DEL CANTÓN COTACACHI Y PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTIVAS*. Universidad Técnica del Norte. Retrieved from repositorio.utn.edu.ec/.../221/1/03 REC 123 CONTENIDO.pdf%0A%0A
- Valencia, A. T. (2016). *Evaluación de la calidad de agua para consumo , en la cabecera municipal de Riosucio departamento del Chocó-Colombia*. Universidad de Manizales Facultad. Retrieved from http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/3138/Valencia_Cuesta_Ana_T.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Anexos

ANEXO 1: Formatos de Fichas de Muestreo

Fecha	08/07/2019
Hora	09h30
Código de Muestra	A
Punto de muestreo	Captación El Chorro
Coordenadas UTM 17 M	691850
	9725827
Altura	409m
	
Fotografías de toma de muestras	

Fecha	08/07/2019
Hora	09h55
Código de Muestra	B
Punto de muestreo	Final del proceso de potabilización
Coordenadas UTM 17 M	690806
	9727113
Altura	210m
	
Fotografías de toma de muestras	

Fecha	08/07/2019
Hora	10h30
Código de Muestra	C
Punto de muestreo	Red de Distribución Medio
Coordenadas UTM 17 M	689417
	9727059
Altura	170m
	
Fotografía toma de muestras	

Fecha	08/07/2019
Hora	10h55
Código de Muestra	D
Punto de muestreo	Red de distribución Inicio
Coordenadas UTM 17 M	687872
	9728028
Altura	170m
	
Fotografia toma de muestras	

ANEXO 2: Resultados de Análisis de Laboratorio

**INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE AGUA NATURAL**

PARA:	MARCIA PAOLA ZAMBRANO LOPEZ
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	RECINTO COCHANCAJ, CANTON LA TRONCAL, PROVINCIA DEL CAÑAR
REPRESENTANTE LEGAL:	---
SOLICITADO POR:	MARCIA PAOLA ZAMBRANO LOPEZ
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	CLIENTE
MÉTODO DE MUESTREO:	---
SITIO DE MUESTREO:	A (409 m sobre el nivel del mar)
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	Norte: 9725827 Este:691850
FECHA DE MUESTREO:	8 de julio del 2019
HORA DE MUESTREO:	09:30:00
TIPO DE MUESTRA:	Natural Simple
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	1973
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	9 de julio del 2019
ANALIZADO POR:	Jipson Franco, Juleisy Macías, Nidia Sánchez, Laboratorio Subcontratado ++SAE LEN 18-035, Laboratorio Subcontratado ***SAE LEN 05-002, Laboratorio Subcontratado ***SAE LEN 08-001,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	9 de julio al 30 de julio del 2019
EMISIÓN DEL INFORME:	31 de julio del 2019

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Alcalinidad	mg/l CaCO ₃	65	25%	---	SM 2320-B, Ed. 23 PEE/LAB-PSI/57
Bicarbonatos *	mg/l HCO ₃	74,7	---	---	SM 4500-CO ₂ D, Ed.23
Carbonatos *	mg/l CaCO ₃	<1	---	---	---
Cloruros	mg/l	<5	20%	---	SM 4500-Cl-, Ed.23 PEE/LAB-PSI/16
Color	Pt/Co	<20	25%	75	HACH 8025 PEE/LAB-PSI/62
Conductividad	µS/cm	136	20%	---	SM 2510 B, Ed.23 PEE/LAB-PSI/01
Dureza	mg/l CaCO ₃	73	15%	---	SM 2340C, Ed.23 PEE/LAB-PSI/15
Fosfatos	mg/l PO ₄ -	<0,2	25%	---	HACH 8048 PEE/LAB-PSI/20
Hierro	mg/l Fe	<0,2	10%	1,0	HACH 8008 PEE/LABPSI/30
Manganeso	mg/l	<0,07	25%	---	HACH 8149 PEE/LABPSI/29
Nitritos	mg NO ₂ - /L	<0,05	25%	0,2	HACH 8507 PEE/LAB-PSI/34
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/l	<10	20%	---	EPA 160.2 PEE/LAB-PSI/02

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 1 : Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico.

¹Interpretación de Resultados: De acuerdo a lo establecido en la normativa ambiental vigente en el país, los resultados de la muestra analizada en la descarga "Cumple" con los límites máximos permisibles.

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: La declaración de conformidad se ha realizado en base a la comparación de los resultados directos reportados por LABPSI.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confidencialidad y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Interpretación de Resultados se encuentra fuera del alcance de acreditación

MC2102-06

Hoja 1 de 2

INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS DE AGUA NATURAL

PARA:	MARCIA PAOLA ZAMBRANO LOPEZ
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	RECINTO COCHANCAY, CANTON LA TRONCAL, PROVINCIA DEL CAÑAR
REPRESENTANTE LEGAL:	---
SOLICITADO POR:	MARCIA PAOLA ZAMBRANO LOPEZ
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	CLIENTE
MÉTODO DE MUESTREO:	---
SITIO DE MUESTREO:	A (409 m sobre el nivel del mar)
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	Norte: 9725827 Este:691850
FECHA DE MUESTREO:	8 de julio del 2019
HORA DE MUESTREO:	09:30:00
TIPO DE MUESTRA:	Natural Simple
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	1973
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	9 de julio del 2019
ANALIZADO POR:	Jipson Franco, Juleisy Macías, Nidia Sánchez, Laboratorio Subcontratado ++SAE LEN 18-035, Laboratorio Subcontratado ***SAE LEN 05-002, Laboratorio Subcontratado ***SAE LEN 08-001,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	9 de julio al 30 de julio del 2019
EMISIÓN DEL INFORME:	31 de julio del 2019

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Sólidos Totales (ST)	mg/l	110	10%	---	SM 2540B, Ed.23 PEE/LAB-PSI/07
Sólidos Totales Disueltos (SDT)	mg/l	73	15%	---	EPA 160.1 PEE/LAB-PSI/09
Sulfatos	mg/l SO4-	<5	25%	500	HACH 8051 PEE/LAB-PSI/36
Potencial de Hidrógeno	U de pH	6,3	5%	6-9	SM 4500 H+B, Ed.23 PEE/LAB-PSI/05
Turbidez	NTU	0,51	25%	100	EPA 180.1 PEE/LABPSI/55
Calcio ***	mg/l	15,6	15%	---	APHA 2340 C - PEE/ANNCY/50
Coliformes Fecales ++	NMP/100 mL	23	---	1000	INSP-LAB-SOP-107/ SM 9221 B
Coliformes Totales ++	NMP/100 mL	200	---	---	INSP-LAB-SOP-107/ SM 22th 9221 B
Eschericia coli °°°	NMP/100 mL	33	---	---	SM 23- 9221 F
Magnesio ***	mg/l	6,7	15%	---	APHA 2340 C - PEE/ANNCY/50
Potasio ***	mg/l	<2,0	15%	---	APHA 3120 B-PEE/ANNCY/74
Sodio ***	mg/l	3,86	15%	---	APHA 3120 B-PEE/ANNCY/74

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Acuerdo Ministerial No. 097A Edición Especial Año II N-387, 4 de Noviembre del 2015. Tabla 1 : Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico.

1Interpretación de Resultados: De acuerdo a lo establecido en la normativa ambiental vigente en el país, los resultados de la muestra analizada en la descarga "Cumple" con los límites máximos permisibles.

Ing. Juleisy Macías Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 31 de julio de 2019

Garantía de Confiabilidad y Confidencialidad: LAB-PSI garantiza resultados confiables y respaldo técnico al cliente. Se mantendrá absoluta confidencialidad de los resultados. Nota: Los resultados no podrán ser reproducidos de forma parcial. Las incertidumbres calculadas están a disposición del cliente. Los resultados obtenidos corresponden solo a la muestra ensayada

MC2102-06

Hoja 2 de 2

INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS DE AGUAS DE CONSUMO

RA-LABPSI-19 1974

PARA:	MARCIA PAOLA ZAMBRANO LOPEZ
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	RECINTO COCHANCAY, CANTON LA TRONCAL, PROVINCIA DEL CAÑAR
REPRESENTANTE LEGAL:	---
SOLICITADO POR:	MARCIA PAOLA ZAMBRANO LOPEZ
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	CLIENTE
MÉTODO DE MUESTREO:	---
SITIO DE MUESTREO:	B (210 m sobre nivel del mar)
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	Norte: 9727113 Este:690806
FECHA DE MUESTREO:	8 de julio del 2019
HORA DE MUESTREO:	09:55:00
TIPO DE MUESTRA:	Simple
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	1974-1
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	9 de julio del 2019
ANALIZADO POR:	Jipson Franco, Laboratorio Subcontratado ++SAE LEN 18-035, Laboratorio Subcontratado ***SAE LEN 05-002, Laboratorio Subcontratado °°°SAE LEN 08-001,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	9 de julio al 24 de julio del 2019
EMISIÓN DEL INFORME:	30 de julio del 2019

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Alcalinidad *	mg/l CaCO ₃	72	25%	---	SM 2320-B, Ed.23 PEE/LAB-PSI/57
Bicarbonatos *	mg/l HCO ₃	87,84	---	---	SM 4500-CO ₂ D, Ed.23
Carbonatos *	mg/l CO ₃	<0,1	---	---	SM 4500-CO ₂ D
Fosfatos *	mg/l PO ₄ -	0	25%	---	HACH 8048 PEE/LAB-PSI/20
Calcio ***	mg/l	20	15%	---	APHA 2340 C - PEE/ANNCY/50
Cloruros ***	mg/l	<5.0	20%	---	APHA 4500 CI-C - PEE/ANNCY/49
Coliformes Fecales ++	NMP/100 mL	<1,8	---	<1,1	INSP-LAB-SOP-107/ SM 9221 B
Coliformes Totales ++	NMP/100 mL	<1,8	---	---	INSP-LAB-SOP-107/ SM 22th 9221 B
Color ***	Unid. Pt-Co	<10,0	20%	15	APHA 2120 C - PEE/ANNCY/115
Conductividad ***	µs/cm	131,2	10%	---	APHA 2510 B - PEE/ANNCY/18
Dureza ***	mg/l CaCO ₃	80	15%	---	APHA 2340 C - PEE/ANNCY/50
Eschericia coli °°°	NMP/100 mL	<1,8	---	---	SM 23- 9221 F
Hierro ***	mg/l	<0,050	15%	---	APHA 3120 B-PEE/ANNCY/74
Magnesio ***	mg/l	7,2	15%	---	APHA 2340 C - PEE/ANNCY/50
Manganeso ***	mg/l	<0,010	15%	---	APHA 3120 B-PEE/ANNCY/74

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2014. Agua Potable. Requisitos Quinta Revisión.

†Interpretación de Resultados: De acuerdo a lo establecido en la normativa ambiental vigente en el país, los resultados de la muestra analizada en la descarga "Cumple" con los límites máximos permisibles.

INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS DE AGUAS DE CONSUMO

PARA:	MARCIA PAOLA ZAMBRANO LOPEZ
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	RECINTO COCHANCAJ, CANTON LA TRONCAL, PROVINCIA DEL CAÑAR
REPRESENTANTE LEGAL:	---
SOLICITADO POR:	MARCIA PAOLA ZAMBRANO LOPEZ
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	CLIENTE
MÉTODO DE MUESTREO:	---
SITIO DE MUESTREO:	B (210 m sobre nivel del mar)
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	Norte: 9727113 Este:690806
FECHA DE MUESTREO:	8 de julio del 2019
HORA DE MUESTREO:	09:55:00
TIPO DE MUESTRA:	Simple
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	1974-1
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	9 de julio del 2019
ANALIZADO POR:	Jipson Franco, Laboratorio Subcontratado ++SAE LEN 18-035, Laboratorio Subcontratado ***SAE LEN 05-002, Laboratorio Subcontratado °°°SAE LEN 08-001,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	9 de julio al 24 de julio del 2019
EMISIÓN DEL INFORME:	30 de julio del 2019

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Nitritos ***	mg/l	<0,033	15%	3	APHA 4500 NO2 B - PEE/ANNCY/114
Potasio ***	mg/l	<2,0	15%	---	APHA 3120 B-PEE/ANNCY/74
Potencial de Hidrógeno ***	Unid. pH	8,09	---	---	APHA 4500 H+B - PEE/ANNCY/48
Sodio ***	mg/l	5	15%	---	APHA 3120 B-PEE/ANNCY/74
Sólidos Suspendidos Totales (SST) ***	mg/l	<50	20%	---	APHA 2540 D - PEE/ANNCY/99
Sólidos Totales (ST) ***	mg/l	122	10%	---	APHA 2540 B - PEE/ANNCY/11
Sólidos Totales Disueltos (SDT) ***	mg/l	<250	15%	---	APHA 2540 C
Sulfatos ***	mg/l	<10	20%	---	APHA 4500 SO4 E - PEE/ANNCY/20
Turbidez ***	NTU	<5	10%	5	APHA 2130 B - PEE/ANNCY/104

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2014. Agua Potable. Requisitos Quinta Revisión.

1Interpretación de Resultados: De acuerdo a lo establecido en la normativa ambiental vigente en el país, los resultados de la muestra analizada en la descarga "Cumple" con los límites máximos permisibles.

Notas Importantes:

- Regla de decisión: La declaración de conformidad se ha realizado en base a la comparación de los resultados directos reportados por LABPSI.
- La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
- Garantía de Confidencialidad y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
- Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
- El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
- El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
- Interpretación de Resultados se encuentra fuera del alcance de acreditación

**INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE AGUAS DE CONSUMO**

PARA:	MARCIA PAOLA ZAMBRANO LOPEZ
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	RECINTO COCHANCAY, CANTON LA TRONCAL, PROVINCIA DEL CAÑAR
REPRESENTANTE LEGAL:	---
SOLICITADO POR:	MARCIA PAOLA ZAMBRANO LOPEZ
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	CLIENTE
MÉTODO DE MUESTREO:	---
SITIO DE MUESTREO:	C (170 m sobre el nivel del mar)
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	Norte: 9727059 Este:689417
FECHA DE MUESTREO:	8 de julio del 2019
HORA DE MUESTREO:	10:30:00
TIPO DE MUESTRA:	Simple
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	1974-2
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	9 de julio del 2019
ANALIZADO POR:	Jipson Franco, Laboratorio Subcontratado ++SAE LEN 18-035, Laboratorio Subcontratado ***SAE LEN 05-002, Laboratorio Subcontratado °°°SAE LEN 08-001,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	9 de julio al 24 de julio del 2019
EMISIÓN DEL INFORME:	30 de julio del 2019

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Alcalinidad *	mg/l CaCO ₃	73,8	25%	---	SM 2320-B, Ed.23 PEE/LAB-PSI/57
Bicarbonatos *	mg/l HCO ₃	90,04	---	---	SM 4500-CO ₂ D, Ed.23
Carbonatos *	mg/l CO ₃	<0,1	---	---	SM 4500-CO ₂ D
Fosfatos *	mg/l PO ₄ -	0	25%	---	HACH 8048 PEE/LAB-PSI/20
Calcio ***	mg/l	20,4	15%	---	APHA 2340 C - PEE/ANNCY/50
Cloruros ***	mg/l	<5.0	20%	---	APHA 4500 Cl-C - PEE/ANNCY/49
Coliformes Fecales ++	NMP/100 mL	2	---	<1,1	INSP-LAB-SOP-107/ SM 9221 B
Coliformes Totales ++	NMP/100 mL	2	---	---	INSP-LAB-SOP-107/ SM 22th 9221 B
Color ***	Unid. Pt-Co	<10,0	20%	15	APHA 2120 C - PEE/ANNCY/115
Conductividad ***	µs/cm	131,9	10%	---	APHA 2510 B - PEE/ANNCY/18
Dureza ***	mg/l CaCO ₃	65	15%	---	APHA 2340 C - PEE/ANNCY/50
Eschericia coli °°°	NMP/100 mL	<1,8	---	---	SM 23- 9221 F
Hierro ***	mg/l	<0,050	15%	---	APHA 3120 B-PEE/ANNCY/74
Magnesio ***	mg/l	3,4	15%	---	APHA 2340 C - PEE/ANNCY/50
Manganeso ***	mg/l	<0,010	15%	---	APHA 3120 B-PEE/ANNCY/74

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2014. Agua Potable. Requisitos Quinta Revisión.

†Interpretación de Resultados: De acuerdo a lo establecido en la normativa ambiental vigente en el país, los resultados de la muestra analizada en la descarga "Cumple" con los límites máximos permisibles.

INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS DE AGUAS DE CONSUMO

PARA:	MARCIA PAOLA ZAMBRANO LOPEZ
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	RECINTO COCHANCAY, CANTON LA TRONCAL, PROVINCIA DEL CAÑAR
REPRESENTANTE LEGAL:	---
SOLICITADO POR:	MARCIA PAOLA ZAMBRANO LOPEZ
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	CLIENTE
MÉTODO DE MUESTREO:	---
SITIO DE MUESTREO:	C (170 m sobre el nivel del mar)
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	Norte: 9727059 Este:689417
FECHA DE MUESTREO:	8 de julio del 2019
HORA DE MUESTREO:	10:30:00
TIPO DE MUESTRA:	Simple
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	1974-2
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	9 de julio del 2019
ANALIZADO POR:	Jipson Franco, Laboratorio Subcontratado ++SAE LEN 18-035, Laboratorio Subcontratado ***SAE LEN 05-002, Laboratorio Subcontratado °°°SAE LEN 08-001,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	9 de julio al 24 de julio del 2019
EMISIÓN DEL INFORME:	30 de julio del 2019

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Nitritos ***	mg/l	<0,033	15%	3	APHA 4500 NO2 B - PEE/ANNCY/114
Potasio ***	mg/l	<2,0	15%	---	APHA 3120 B-PEE/ANNCY/74
Potencial de Hidrógeno ***	Unid. pH	7,9	---	---	APHA 4500 H+B - PEE/ANNCY/48
Sodio ***	mg/l	4,7	15%	---	APHA 3120 B-PEE/ANNCY/74
Sólidos Suspendidos Totales (SST) ***	mg/l	<50	20%	---	APHA 2540 D - PEE/ANNCY/99
Sólidos Totales (ST) ***	mg/l	120	10%	---	APHA 2540 B - PEE/ANNCY/11
Sólidos Totales Disueltos (SDT) ***	mg/l	<250	15%	---	APHA 2540 C
Sulfatos ***	mg/l	<10	20%	---	APHA 4500 SO4 E - PEE/ANNCY/20
Turbidez ***	NTU	<5	10%	5	APHA 2130 B - PEE/ANNCY/104

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2014. Agua Potable. Requisitos Quinta Revisión.

¹Interpretación de Resultados: De acuerdo a lo establecido en la normativa ambiental vigente en el país, los resultados de la muestra analizada en la descarga "Cumple" con los límites máximos permisibles.

Notas Importantes:

1. Regla de decisión: La declaración de conformidad se ha realizado en base a la comparación de los resultados directos reportados por LABPSI.
2. La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
3. Garantía de Confidencialidad y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
4. Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
5. El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
6. El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
7. Interpretación de Resultados se encuentra fuera del alcance de acreditación

**INFORME DE RESULTADOS
ANÁLISIS DE AGUAS DE CONSUMO**

PARA:	MARCIA PAOLA ZAMBRANO LOPEZ
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	RECINTO COCHANCAY, CANTON LA TRONCAL, PROVINCIA DEL CAÑAR
REPRESENTANTE LEGAL:	---
SOLICITADO POR:	MARCIA PAOLA ZAMBRANO LOPEZ
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	CLIENTE
MÉTODO DE MUESTREO:	---
SITIO DE MUESTREO:	D (170 m)
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	Norte: 9728028 Este:687872
FECHA DE MUESTREO:	8 de julio del 2019
HORA DE MUESTREO:	10:55:00
TIPO DE MUESTRA:	Simple
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	1974-3
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	9 de julio del 2019
ANALIZADO POR:	Jipson Franco, Laboratorio Subcontratado ++SAE LEN 18-035, Laboratorio Subcontratado ***SAE LEN 05-002, Laboratorio Subcontratado °°°SAE LEN 08-001,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	9 de julio al 24 de julio del 2019
EMISIÓN DEL INFORME:	30 de julio del 2019

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Alcalinidad *	mg/l CaCO ₃	75,6	25%	---	SM 2320-B, Ed.23 PEE/LAB-PSI/57
Bicarbonatos *	mg/l HCO ₃	92,23	---	---	SM 4500-CO ₂ D, Ed.23
Carbonatos *	mg/l CO ₃	<0,1	---	---	SM 4500-CO ₂ D
Fosfatos *	mg/l PO ₄ -	0	25%	---	HACH 8048 PEE/LAB-PSI/20
Calcio ***	mg/l	20	15%	---	APHA 2340 C - PEE/ANNCY/50
Cloruros ***	mg/l	<5.0	20%	---	APHA 4500 CI-C - PEE/ANNCY/49
Coliformes Fecales ++	NMP/100 mL	<1,8	---	<1,1	INSP-LAB-SOP-107/ SM 9221 B
Coliformes Totales ++	NMP/100 mL	<1,8	---	---	INSP-LAB-SOP-107/ SM 22th 9221 B
Color ***	Unid. Pt-Co	<10,0	20%	15	APHA 2120 C - PEE/ANNCY/115
Conductividad ***	µs/cm	132	10%	---	APHA 2510 B - PEE/ANNCY/18
Dureza ***	mg/l CaCO ₃	74	15%	---	APHA 2340 C - PEE/ANNCY/50
Eschericia coli °°°	NMP/100 mL	<1,8	---	---	SM 23- 9221 F
Hierro ***	mg/l	<0,050	15%	---	APHA 3120 B-PEE/ANNCY/74
Magnesio ***	mg/l	5,8	15%	---	APHA 2340 C - PEE/ANNCY/50
Manganeso ***	mg/l	<0,010	15%	---	APHA 3120 B-PEE/ANNCY/74

Los ensayos marcados con () no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE. (a) Fuera del rango de acreditación. U: Incertidumbre.

**Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108:2014. Agua Potable. Requisitos Quinta Revisión.

¹Interpretación de Resultados: De acuerdo a lo establecido en la normativa ambiental vigente en el país, los resultados de la muestra analizada en la descarga "Cumple" con los límites máximos permisibles.

INFORME DE RESULTADOS ANÁLISIS DE AGUAS DE CONSUMO

PARA:	MARCIA PAOLA ZAMBRANO LOPEZ
DIRECCIÓN DE LA EMPRESA:	RECINTO COCHANCAJ, CANTON LA TRONCAL, PROVINCIA DEL CAÑAR
REPRESENTANTE LEGAL:	---
SOLICITADO POR:	MARCIA PAOLA ZAMBRANO LOPEZ
TOMA DE MUESTRA EFECTUADA POR:	CLIENTE
MÉTODO DE MUESTREO:	---
SITIO DE MUESTREO:	D (170 m)
POSICIÓN GEOGRÁFICA:	Norte: 9728028 Este:687872
FECHA DE MUESTREO:	8 de julio del 2019
HORA DE MUESTREO:	10:55:00
TIPO DE MUESTRA:	Simple
CÓDIGO DE LA MUESTRA:	1974-3
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	9 de julio del 2019
ANALIZADO POR:	Jipson Franco, Laboratorio Subcontratado ++SAE LEN 18-035, Laboratorio Subcontratado ***SAE LEN 05-002, Laboratorio Subcontratado ***SAE LEN 08-001,
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	9 de julio al 24 de julio del 2019
EMISIÓN DEL INFORME:	30 de julio del 2019

Tabla 1. Resultados del análisis físico-químico

Parámetros	Unidades	Resultados	U k=2 ±	**Límite máximo permisible	Método de análisis
Nitritos ***	mg/l	<0,033	15%	3	APHA 4500 NO2 B - PEE/ANNCY/114
Potasio ***	mg/l	<2,0	15%	---	APHA 3120 B-PEE/ANNCY/74
Potencial de Hidrógeno ***	Unid. pH	7,8	---	---	APHA 4500 H+B - PEE/ANNCY/48
Sodio ***	mg/l	4,59	15%	---	APHA 3120 B-PEE/ANNCY/74
Sólidos Suspendidos Totales (SST) ***	mg/l	<50	20%	---	APHA 2540 D - PEE/ANNCY/99
Sólidos Totales (ST) ***	mg/l	112	10%	---	APHA 2540 B - PEE/ANNCY/11
Sólidos Totales Disueltos (SDT) ***	mg/l	<250	15%	---	APHA 2540 C
Sulfatos ***	mg/l	<10	20%	---	APHA 4500 SO4 E - PEE/ANNCY/20
Turbidez ***	NTU	<5	10%	5	APHA 2130 B - PEE/ANNCY/104

Ing. Juleisy Macías Cedeño
Coordinadora de Análisis LAB-PSI Aguas-Suelos

Guayaquil, 30 de julio de 2019

Notas Importantes:

- Regla de decisión: La declaración de conformidad se ha realizado en base a la comparación de los resultados directos reportados por LABPSI.
- La información que esta subrayada fue proporcionada por el cliente.
- Garantía de Confiable y Confidencialidad de los resultados: LAB-PSI garantiza mantener absoluta confidencialidad de los resultados así como proporcionará respaldo técnico al cliente. Las incertidumbres calculadas se encuentran a disposición del cliente.
- Los análisis, opiniones y/o interpretaciones están basados en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe de resultados de manera exclusiva y confidencial.
- El presente informe de resultados afecta únicamente a las muestras sometidas a ensayo.
- El laboratorio no pondrá al alcance del público ninguna información del presente informe, sin autorización previa del cliente. Está prohibida la reproducción parcial o total de presente informe de resultados sin autorización escrita de PSI CLTDA. y del cliente.
- Interpretación de Resultados se encuentra fuera del alcance de acreditación

MC2102-06

Hoja 6 de 6