



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE LA JUNTA PAMPA VINTIMILLA
MEDIANTE LINEAMIENTOS TÉCNICOS DE VIGILANCIA Y
CONTROL PARA COMUNIDADES
TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: JUAN XAVIER ROJAS ABAD

**DIRECTOR: MSC. FLORENCIO GEOVANNY GONZÁLEZ
RODRÍGUEZ**

AZOGUES - ECUADOR

2021

*Yo me gradué en
los 50 años de La Cato!
... y sostuve la Universidad*

DECLARACIÓN

Yo, Juan Xavier Rojas Abad, autor del presente trabajo de titulación denominado: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LA JUNTA PAMPA VINTIMILLA MEDIANTE LINEAMIENTOS TÉCNICOS DE VIGILANCIA Y CONTROL PARA COMUNIDADES”, certifico que el contenido expuesto, previo a la obtención del título de INGENIERO CIVIL, es de exclusiva responsabilidad de su autor, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que se ha consultado de manera responsable las referencias bibliográficas que se incluyen en el documento.

Azogues, 21 de junio de 2021



Juan Xavier Rojas Abad
CC: 0302715255

Biblioteca Universitaria
MONS. "FROILAN POZO QUEVEDO"

CERTIFICACIÓN

MSc. Ing. Civil Florencio Geovanny González Rodríguez
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Certifica que el trabajo de titulación denominado “*Evaluación de la calidad del agua del sistema de abastecimiento de la Junta Pampa Vintimilla mediante lineamientos técnicos de vigilancia y control para comunidades*”, desarrollado por Juan Xavier Rojas Abad, ha sido revisado y autorizado para su presentación.

Azogues, 08 de marzo de 2021



MSc. Ing. Civil Florencio Geovanny González Rodríguez
DIRECTOR

Biblioteca Universitaria
MONS. "FROILAN POZO QUEVEDO"

DEDICATORIA

DEDICO ESTE TRABAJO
A mí familia, por ser un logro de
todos nosotros.

AGRADECIMIENTO

AGRADEZCO

A mi familia, por enseñarme los altos y bajos que tiene la vida.

A mi tutor, Msc. Florencio Geovanny González Rodríguez, por su acertada dirección y asesoría.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación comprende la evaluación de la calidad del agua del sistema de abastecimiento de la Junta Pampa Vintimilla, ubicada en el cantón Azogues, a partir de la descripción, monitoreo y registro de su infraestructura por medio del formulario de levantamiento de información para los prestadores comunitarios de agua potable presentado por la agencia de regulación y control de la calidad del agua (ARCA), además, de la caracterización física, química y microbiológica del agua a través de la recolección de muestras en puntos representativos del sistema y el análisis de los resultados obtenidos mediante los rangos decretados por la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1108. Los parámetros de control establecidos para el estudio fueron: cloro residual, color, conductividad, coliformes totales, coliformes fecales, dureza total, dureza cálcica, dureza magnésica, olor y sabor, pH, sólidos totales, temperatura, turbiedad.

En función de los resultados obtenidos se determinó que el agua distribuida por la Junta Pampa Vintimilla no es apta para consumo humano ya que presenta índices altos de concentración de bacterias coliformes, además de sobrepasar el límite de varios parámetros de control como, por ejemplo: cloro residual, color, turbiedad, pH.

Palabras Clave: CALIDAD DEL AGUA, ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO, ANÁLISIS FÍSICO, ANÁLISIS QUÍMICO, PAMPA VINTIMILLA.

ABSTRACT



CENTRO DE IDIOMAS

Abstract

Juan Xavier Rojas Abad

This research work includes the evaluation of the water quality of the water supply system of the Junta Pampa Vintimilla, located in Azogues, it is based on the description, monitoring, and registration of its infrastructure throughout the information gathering form for community drinking water providers presented by the agency of regulation and control of water quality (ARCA); furthermore, the physical, chemical and microbiological characterization of the water through the collection of samples at representative points of the system and the analysis of the results obtained employing the ranges decreed by the Ecuadorian technical standard -Ecuadorian Institute of Normalization 1108- (INEN, in Spanish). The control parameters established for the study were: residual chlorine, color, conductivity, total coliforms, fecal coliforms, total hardness, calcium hardness, magnesium hardness, odor and taste, pH, total solids, temperature, and turbidity.

Based on the results obtained, it was determined that the water distributed by the Junta Pampa Vintimilla is not suitable for human consumption, since it has high levels of coliform bacteria concentration, in addition to exceeding the limit of several control parameters such as residual chlorine, color, turbidity, ph.

Keywords: water quality, microbiological analysis, physical analysis, chemical analysis, Pampa Vintimilla.

Azogues, 24 de febrero del 2021

EL CENTRO DE IDIOMAS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA, CERTIFICA QUE EL DOCUMENTO QUE ANTECEDE FUE TRADUCIDO POR PERSONAL DEL CENTRO PARA LO CUAL DOY FE Y SUSCRIBO.



Firmado digitalmente por:
Liliana U. Amoroso (1052132)
Código:
Mi documento certificado
digitalmente por Emergencia
Ecuador en Ecuador por COVID-19
Ubicación: Azogues, Ecuador
Fecha: 2021.02.24 16:51:05:00

**Abg. Liliana Urgilés Amoroso, Mgs.
COORDINADORA CENTRO DE IDIOMAS AZOGUES**

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN.....	ii
CERTIFICACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xiii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA.....	3
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.1.1. Delimitación del problema.....	4
1.1.2. Definición de la zona de estudio.....	4
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.3. OBJETIVOS.....	8
1.3.1. General.....	8
1.3.2. Específicos.....	8
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	9
2.1.1. Fuentes de abastecimiento.....	10
2.1.2. Obras de captación.....	12

2.1.3.	Obras de conducción.....	15
2.1.4.	Tratamiento del agua.....	17
2.1.5.	Almacenamiento	23
2.1.6.	Red de distribución	25
2.2.	VIGILANCIA Y CONTROL DE LOS ABASTECIMIENTOS DE AGUA A LA COMUNIDAD	26
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		35
3.1.	INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	35
3.1.1.	Caracterización de la infraestructura del sistema de agua potable de la Junta Pampa Vintimilla.	35
3.2.	CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA.....	35
3.2.1.	Población y muestra.....	36
3.2.2.	Selección de lugares para la recolección de las muestras	36
3.2.3.	Equipos y materiales de muestreo y seguridad personal	36
3.2.4.	Procedimiento para tomas de muestra	38
3.2.5.	Parámetros de análisis y métodos de ensayo	39
3.2.6.	Interpretación de resultados	46
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS		47
4.1.	INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	47
4.1.1.	Información general.....	47
4.1.2.	Fuente.....	47
4.1.3.	Captación	49
4.1.4.	Desarenador	51
4.1.5.	Conducción	51

4.1.6. Tratamiento de Agua.....	53
4.1.7. Tanques de Almacenamiento.....	56
4.1.8. Red de distribución.....	57
4.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	58
4.2.1. Cloro residual.....	58
4.2.2. Color.....	59
4.2.3. Conductividad.....	60
4.2.4. Coliformes.....	61
4.2.5. Coliformes fecales.....	62
4.2.6. Dureza total.....	63
4.2.7. Dureza cálcica.....	64
4.2.8. Dureza magnésica.....	65
4.2.9. Olor y sabor.....	66
4.2.10. pH.....	67
4.2.11. Sólidos totales disueltos.....	69
4.2.12. Temperatura.....	70
4.2.13. Turbiedad.....	71
CONCLUSIONES.....	73
RECOMENDACIONES.....	75
BIBLIOGRAFÍA.....	76
GLOSARIO.....	78
ANEXOS.....	I

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Georreferenciación de los elementos del sistema de agua de la Junta Pampa Vintimilla.....	5
Tabla 2. Parámetros de control de la calidad del agua.	34
Tabla 3. Ubicación de los puntos de muestro.....	36
Tabla 4. Parámetros de caracterización de la calidad del agua establecidos para la Junta Pampa Vintimilla.....	39
Tabla 5. Principales características de los tanques de almacenamiento perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.	57
Tabla 6. Valores obtenidos del análisis de cloro residual perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.....	58
Tabla 7. Valores obtenidos del análisis de color perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.	59
Tabla 8. Valores obtenidos del análisis de conductividad perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.....	61
Tabla 9. Valores obtenidos en el análisis de coliformes perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.....	62
Tabla 10. Valores obtenidos en el análisis de coliformes fecales perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.....	62
Tabla 11. Valores obtenidos en el análisis de dureza total perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.....	64
Tabla 12. Valores obtenidos del análisis de dureza cálcica perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.....	65
Tabla 13. Valores obtenidos del análisis de dureza magnésica perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.....	66

Tabla 14. Datos obtenidos del análisis de olor y sabor perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.....	67
Tabla 15. Valores obtenidos del análisis de pH perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.	68
Tabla 16. Valores obtenidos del análisis de solidos disueltos perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.....	69
Tabla 17. Valores obtenidos del análisis de temperatura perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.....	70
Tabla 18. Valores obtenidos del análisis de turbiedad perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.....	71

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Rotulado y Preparación de envases para tomas de muestra	37
Imagen 2. Hielera Térmica para transporte de muestras	37
Imagen 3. Proceso de llenado de recipientes para tomas de muestra.....	38
Imagen 4. Acomodo de muestras para su transporte y entrega	39
Imagen 5. Comparador de cloro para análisis de cloro residual.....	40
Imagen 6. Colorímetro HACH 2100AN para análisis de color en muestras de agua. ..	41
Imagen 7. Conductímetro HACH para la medición de la conductividad.....	41
Imagen 8. Placas Petrifilm para análisis de coliforme totales y coliformes fecales.....	42
Imagen 9. Cambio de colocación en la determinación de dureza total en muestras de agua.....	43
Imagen 10. Cambio de colocación en la determinación de dureza cálcica en muestras de agua.....	43
Imagen 11. pH metro/modelo 301 para análisis de potencial de hidrogeno en muestras de agua.....	44
Imagen 12. Turbidímetro HACH 2100AN para análisis de turbiedad.....	46
Imagen 13. Fuente de abastecimiento de la Junta Pampa Vintimilla (Rio Yacumpamba)	48
Imagen 14. Sistema de captación tipo azud perteneciente a la junta Pampa Vintimilla.	48
Imagen 15. Erosión de la pantalla inferior del sistema de captación Pampa Vintimilla.	49
Imagen 16. Estado de rejilla del sistema de captación de Pampa Vintimilla	50
Imagen 17. Estado de cámara de recolección del sistema de captación Pampa Vintimilla.	50
Imagen 18. Desarenador perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla	51
Imagen 19. Estado de la red de conducción de la Junta Pampa Vintimilla.....	52

Imagen 20. Rotura de tubería debido a deslizamiento de tierra	52
Imagen 21. Unidades de filtración para tratamiento del agua	53
Imagen 22. Tanque de filtración lenta para tratamiento del agua.	54
Imagen 23. Caseta de cloración perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla para el tratamiento del agua.....	54
Imagen 24. Estado del tanque de filtración lenta de la junta Pampa Vintimilla.....	55
Imagen 25. Contenedor y recipiente dosificador de cloro.....	56
Imagen 26. Estado la cámara de mezcla rápida de la junta Pampa Vintimilla.....	56
Imagen 27. Estado del tanque de almacenamiento perteneciente a la junta Pampa Vintimilla.....	57

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa de Ubicación de los elementos del sistema de agua de la Junta Pampa Vintimilla.....	5
Ilustración 2. Partes constitutivas de un sistema de abastecimiento de agua	10
Ilustración 3. Vista en planta de un sistema de captación tipo azud con rejilla de fondo	15
Ilustración 4. Principales componentes de un sedimentador.....	19
Ilustración 5. Proceso de Filtración lenta en Arena.....	22
Ilustración 6. Tanque de mezcla de cloro	23
Ilustración 7. Accesorios del tanque regulador superficial.....	25

INTRODUCCIÓN

Javier Loyola, parroquia perteneciente al cantón Azogues, se encuentra articulada por 19 comunidades las cuales, para asegurar la dotación de agua potable en la parroquia, han conformado Juntas Administradoras de agua potable, mismas que se encuentran a cargo de todos los procesos administrativos y operacionales. Entre estas organizaciones comunitarias se encuentra la Junta Administradora Pampa Vintimilla cuyo sistema operacional abarca la mayor extensión de la parroquia, abasteciendo a sectores comunitarios como: La Merced, El Cisne, El Tablón, Pampa Vintimilla, Juan Pablo II y San Alfonso.(GAD Javier Loyola, 2015)

La Junta Pampa Vintimilla cuenta con un sistema construido en el año 1999, es decir tiene un funcionamiento operacional de 21 años. Dado el gran aumento poblacional que han tenido las comunidades en este ciclo la demanda de agua potable se ha elevado generando que el sistema requiera mayor operación, vigilancia y control de la calidad del servicio. Estas actividades conciernen exclusivamente a la Junta encargada de su distribución, que tiene el deber de salvaguardar la salud de los consumidores a partir de la dotación de agua de calidad.

En la actualidad, las actividades operacionales de la Junta generan descontento a los usuarios. Según datos del PDOT de Javier Loyola, (GAD Javier Loyola, 2015), el principal problema en el suministro de agua es su mala calidad. Esto ha originado el malestar de los usuarios ya que una provisión de agua mala calidad tiene gran impacto en la salud e higiene personal, convirtiéndose en la principal causa de transmisión de enfermedades hídricas como diarrea, dolor estomacal y paracitos intestinales.

El presente trabajo de investigación comprende la evaluación de la calidad del agua del sistema de abastecimiento de la Junta Pampa Vintimila a partir de la descripción, monitoreo y registro de su infraestructura, por medio del formulario de levantamiento de

información para los prestadores comunitarios de agua potable presentado por ARCA, y de la caracterización física, química y microbiológica, por medio de la toma de muestras representativas en puntos estratégicos del sistema de abastecimiento, de tal manera que se verifique el cumplimiento de los rangos admisibles que debe tener el agua para ser potable, presentados por la NTE INEN 1108.

Para abordar el análisis, las actividades estarán estructuradas en cuatro partes. La primera tendrá el objetivo de exponer datos relevantes del sistema de abastecimiento de la Junta Pampa Vintimilla, mediante la recopilación de información y un examen in situ, permitiendo de esta manera tener una visión general del mismo. Una segunda y tercera parte, tienen como objetivo de evaluar la calidad del agua, recolectando un ejemplar significativo, igual a 200 mililitros, cantidad necesaria para realizar los análisis de evaluación, mediante los procesos establecidos por la norma NTE INEN 2169, de tal manera que se pueda comprobar que el agua se encuentre libre de agentes patógenos y sea apta para consumo humano, mediante la comparación de los rangos establecidos por la NTE INEN 1108 comprendiendo la cuarta parte de análisis.

Con base a los resultados finales se establecerá recomendaciones a fin de optimizar la calidad del líquido vital distribuido por la Junta de Pampa Vintimilla, de tal manera que se asegure el bienestar de las personas y permita un desarrollo positivo a la comunidad.

CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo al PDOT de la parroquia Javier Loyola, según datos levantados a los habitantes de las diferentes comunidades acerca del suministro de agua potable brindada por la Junta de Pampa Vintimilla, organización que presenta el mayor alcance operacional dentro de la parroquia, el principal problema que ostenta el servicio que se brinda es la mala calidad del agua.

El mencionado sistema, construido en el año 1999, tiene un funcionamiento de 21 años, es decir supera el periodo de diseño establecido por la (SENAGUA, 2016b) para sistemas de agua potable en zonas rurales, igual a 20 años. Durante todo este periodo de operación que ha tenido el sistema, no se ha realizado intervenciones en el sistema, generando que la calidad del agua que se brinda se vea afectada, produciendo el descontento y malestar de los usuarios, y promoviendo enfermedades de origen hídrico como diarrea, dolor estomacal y paracitos intestinales. Como hace mención la (OMS, 1998) en su guía para vigilancia y control para abastecimientos comunitarios de agua, una provisión de líquido de mala calidad puede generar graves problemas en la población ya sea en temas de salud, higiene o uso doméstico, convirtiéndose en uno de los principales generadores de enfermedades.

De estas características mencionadas, añadiendo los vacíos existentes acerca de los mecanismos de control y monitoreo del agua por parte de la Junta Pampa Vintimilla, emerge un problema acerca de la calidad del agua que la Junta brinda a sus usuarios. Producto de esto, surge la necesidad de evaluar el correcto cumplimiento de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos establecidos por la norma (INEN, 2014) que debe presentar el agua para ser potable, de tal manera que se garantice un suministro de calidad, permitiendo salvaguardar la salud de los consumidores.

1.1.1. Delimitación del problema

Conocer la calidad del agua es de trascendental importancia para proteger el bienestar de las personas. El presente trabajo de titulación está enfocado en evaluar la calidad del agua de la Junta Administradora Pampa Vintimilla, con la finalidad de estimar el cumplimiento de los parámetros de control del agua en sistemas comunitarios presentados por la norma (INEN, 2014), entre los cuales se encuentra: cloro residual, color, conductividad, coliformes totales, coliformes fecales, dureza total, dureza cálcica, dureza magnésica, pH, solidos totales disueltos, temperatura y turbiedad, de tal manera que el agua que se brinda a sus usuarios sea considerada potable.

Los aspectos a investigar conllevarán la evaluación de la calidad del agua en puntos principales del sistema de distribución, tales como: entrada y salida de la estación de tratamiento, instalaciones de almacenamiento y conexión domiciliaria. Recolectando un ejemplar significativo, igual a 200 mililitros, cantidad necesaria para realizar los procesos de evaluación. Los procesos serán llevados a cabo los días lunes, a partir del 16 de noviembre, hasta el 28 de diciembre de 2020.

Además, se realizará el levantamiento de información del sistema de agua potable perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla, basada en un examen in situ por medio del formulario de levantamiento de información para los prestadores comunitarios de agua potable presentado por (Resolución-N°-ARCA-DE-007, 2018).

1.1.2. Definición de la zona de estudio

En el cantón Azogues, parroquia Javier Loyola, comunidad Pampa Vintimilla, se realizará un proceso de caracterización y evaluación del agua suministrada por la Junta Pampa Vintimilla.

Actualmente el sistema de agua de la Junta Administradora Pampa Vintimilla se abastece del río Yacumpamba y encuentra constituido por: una captación del tipo azud

con una rejilla sobre el muro de cierre que capta el agua y la conduce hasta un tanque de carga, 4 filtros lentos, 2 tanques desarenadores, 1 caseta de cloración y dos bombas dosificadoras. Además, posee tanques de reserva ubicados estratégicamente dentro de las comunidades, con capacidad de hasta $20m^3$, desde los cuales se tiende la red de PVC Ø 63mm.

La ubicación de los principales componentes, en coordenadas UTM 17M, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Georreferenciación de los elementos del sistema de agua de la Junta Pampa Vintimilla

COMPONENTES	COORDENADAS		ELEVACIÓN
Captación	727384 m E	9695873 m S	2905 msnm
Desarenador	727428 m E	9695765 m S	2900msnm
Planta de Tratamiento	732580 m E	9691449 m S	2760 msnm

Fuente: (Autor,2021)

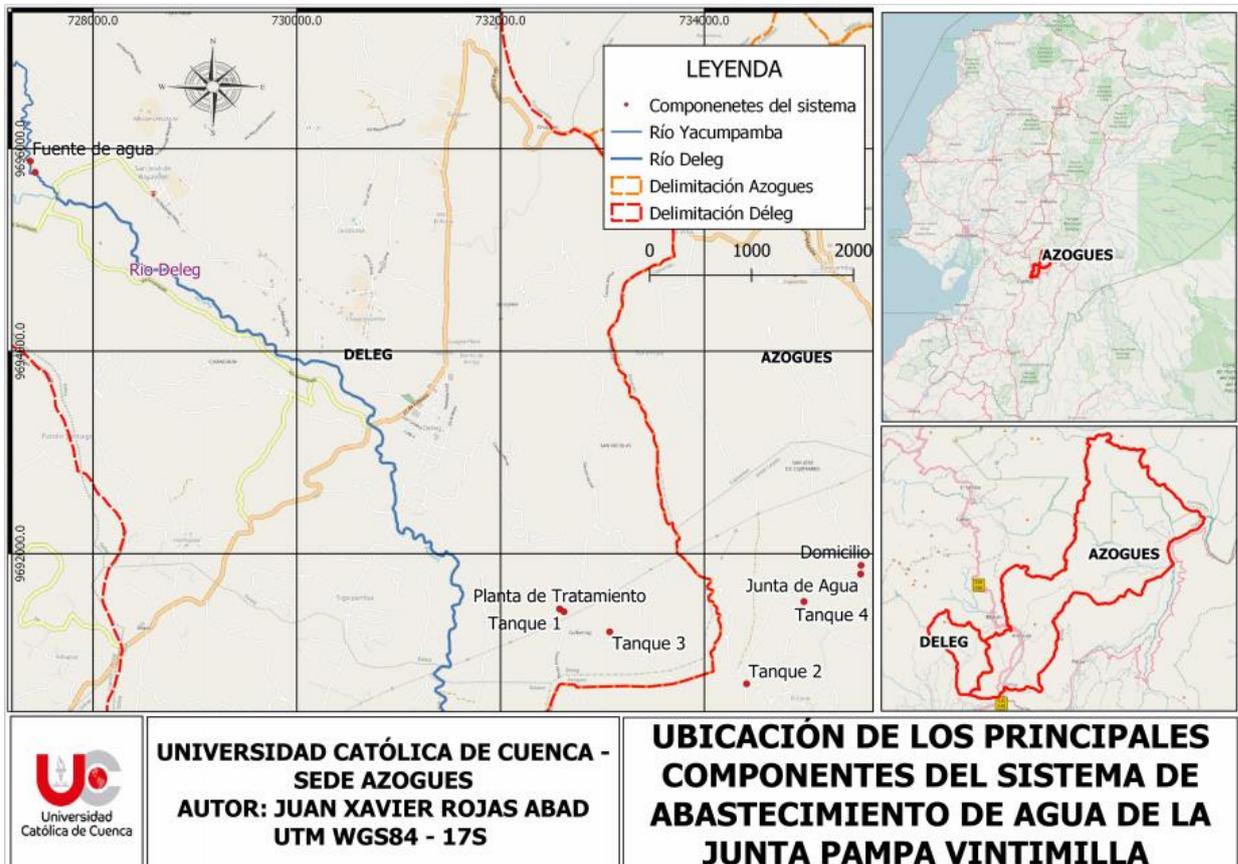


Ilustración 1. Mapa de Ubicación de los elementos del sistema de agua de la Junta Pampa Vintimilla. -

Fuente: (Autor,2021)

1.2. JUSTIFICACIÓN

Al hablar de sistemas de abastecimiento, es necesario tener presente los procesos de vigilancia y control de sus componentes con el fin de detectar posibles riesgos que afecten su funcionamiento y aplicar medidas preventivas que garanticen cambios oportunos de mejoramiento (OMS, 1998).

Los procesos de control constituyen la aplicación de actividades que permiten establecer una correcta calidad del agua que se brinda a los usuarios. La importancia de esto radica en ejercer acciones que garanticen el cumplimiento sistemático de las metas de protección para salud de las personas, las mismas que deben ser establecidas por las autoridades comunitarias competentes para la verificación periódica con base a los estándares de calidad definidos en la por la norma (INEN, 2014).

Como ya hace mención la Estrategia Nacional de Calidad del Agua (SENAGUA, 2016a) es necesario que los parámetros de monitoreo operativo permitan la fijación de límites que definan la calidad del agua que se brinda, alcanzando la detección oportuna de la contaminación y afectaciones que pueda repercutir de forma negativa a una población.

Debido a la falta de control técnico en el suministro de agua potable, y al aumento poblacional de las comunidades en los últimos años, se ha propuesto que las alianzas público-comunitarias promuevan mecanismos de vigilancia y monitoreo de la calidad del agua (SENAGUA, 2016a).

A razón de lo estipulado, es de gran importancia ejecutar un plan de muestreo que permita analizar y controlar la calidad del agua que brinda la Junta Pampa Vintimilla a los usuarios de la comunidad de tal manera que se garantice el acatamiento de los límites de control para agua potable y la protección de la salud de sus usuarios. Generando de esta manera, un aporte investigativo de relevancia social al ser un punto de partida en el

control de la calidad del agua de la comunidad y un incentivo para las demás comunidades a generar un plan de control periódico del agua, que permita detectar y aplicar de manera oportuna acciones de mejoramiento,

Se ha tenido el apoyo e interés por parte del Municipio de Azogues, bajo el patrocinio del Ingeniero Juan Pablo Martínez, coordinador de la unidad municipal de gestión rural del agua, del Ingeniero Santiago Luna Romero, Gerente General de EMAPAL EP y del señor José Luis González, representante de la Junta de agua, para la obtención, manejo, evaluación y procesamiento de datos, que permitan la correcta caracterización de la calidad del agua que se brinda.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. General

Evaluar la calidad del agua del sistema de abastecimiento de la Junta Administradora Pampa Vintimilla a través del análisis de muestras de agua destinadas para el consumo de la población, con la finalidad de verificar el cumplimiento de los requisitos mínimos impuestos por la ley para el área rural.

1.3.2. Específicos

- Detallar la situación actual del sistema de abastecimiento exponiendo datos relevantes que nos permita tener una visión general de la infraestructura, por medio del monitoreo y registro de los principales componentes del sistema.
- Determinar las características físico-químicas que presenta el agua distribuida por el sistema de la Junta Administradora Pampa Vintimilla, a través de la elaboración de un plan de muestreo en puntos representativos del sistema.
- Determinar las características microbiológicas que presenta el agua distribuida por el sistema de la Junta Administradora Pampa Vintimilla, a través de la elaboración de un plan de muestreo en puntos representativos del sistema.
- Analizar los resultados obtenidos mediante los límites máximos permisibles establecidos por la NTE INEN 1108.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Un sistema de agua potable comprende el conjunto de infraestructuras hidráulicas previstas para: captar un volumen adecuado de agua desde una fuente de abastecimiento, conducirlo, modificar sus propiedades físicas y/o químicas mediante procesos de tratamiento, almacenarlo y distribuirlo hasta una conexión domiciliaria, en cantidad, calidad y continuidad adecuada, a fin de satisfacer los requerimientos de consumo de la población (Avina, 2012).

La construcción de un sistema de abastecimiento tiene como principal objetivo generar agua potable definida ésta como toda agua libre de organismo perjudiciales para la salud (Asamblea Nacional, 2014).

Su diseño deberá garantizar la protección del recurso hídrico y los posibles planes de expansión territorial que produzca un incremento de la población a servir (SENAGUA, 1992).

En general, un sistema de abastecimientos de agua potable se encontrará constituido por: un cuerpo hídrico, obras de captación y conducción que permitan el transporte del agua hasta una planta de tratamiento, estructuras de almacenamiento y una red de distribución (Avina, 2012).

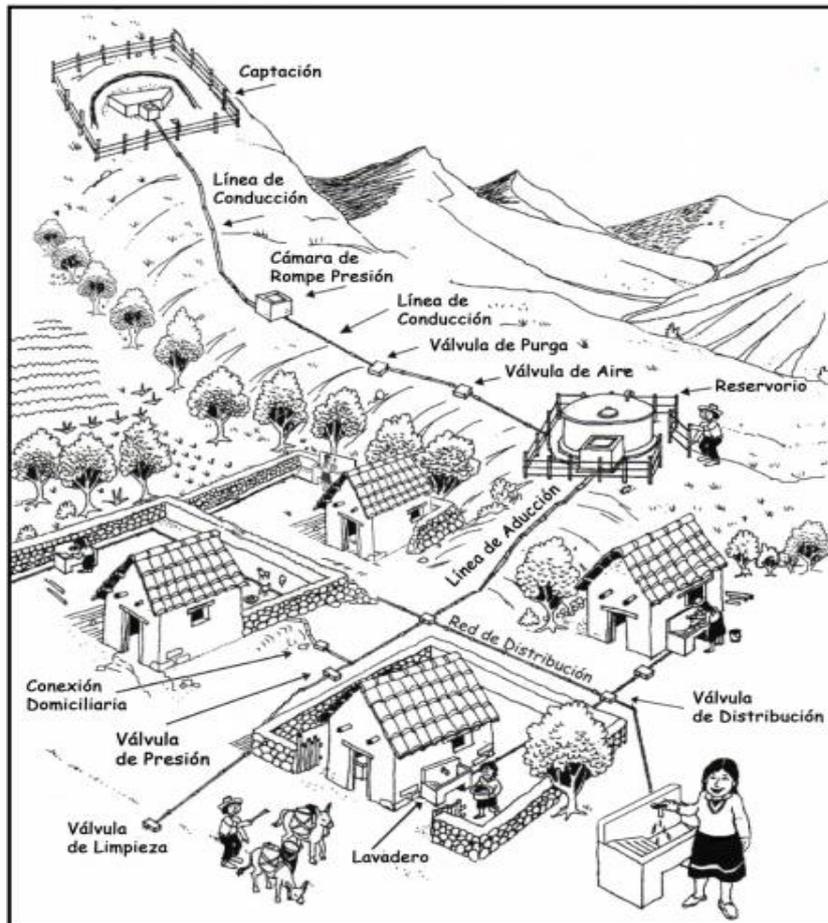


Ilustración 2. Partes constitutivas de un sistema de abastecimiento de agua. - Fuente:(Barrios Napurí et al., 2009).

2.1.1. Fuentes de abastecimiento

Uno de los principales puntos al diseñar un sistema de distribución de agua potable, es la selección del tipo de fuente de abastecimiento. Su determinación será fundamental para los posteriores diseños, es por eso que deberá presentar una ubicación, cantidad y calidad adecuada, que este acorde a las exigencias del proyecto (Aguero Pittman, 1997).

Una fuente de abastecimiento se define como todo cuerpo hídrico del cual es captado un volumen determinado de agua por medio de la ejecución de obras hidráulicas. El caudal retenido deberá permitir satisfacer las exigencias requeridas por parte de la población ya sean domésticas o institucionales (Avina, 2012)

(SENAGUA, 1992), manifiesta las características en las que se debe sustentar la elección de la fuente de abastecimiento para un sistema de agua, mismas que se indican a continuación:

- Las propiedades de la fuente de agua seleccionada deberán ser adecuadas, en términos físicos, químicos y microbiológicos, de tal manera que su tratamiento de potabilización sea económicamente factible.
- La fuente de abastecimiento permitirá captar los caudales necesarios para abastecer a los usuarios, teniendo en cuenta el crecimiento de la demanda de agua, hasta el final del período de diseño establecido para el proyecto, y las variaciones de caudales en épocas de sequía.
- Al seleccionar una fuente hídrica de abastecimiento, se deberá garantizar que, una vez captado el volumen de agua necesario para el sistema, en ningún momento y por ninguna circunstancia, se ponga en riesgo el sistema ecológico de la zona.

Tipos de fuentes de agua

Aguas Superficiales

Las fuentes de agua del tipo superficial se encuentran constituidas por ríos, arroyos, lagos o demás afluentes que discurren naturalmente por la superficie terrestre. Las aguas superficiales representan el tipo de mayor elección para los sistemas de abastecimiento (Aguero Pittman, 1997).

Aguas Subterráneas

No toda el agua proveniente de las precipitaciones permanece en la superficie terrestre, un porcentaje se infiltra en el suelo hasta formar cuerpos hídricos subterráneos, de suficiente volumen, que puedan ser captados por medio de pozos, galerías filtrantes o manantiales. A este tipo de fuentes de las define como aguas subterráneas (Aguero Pittman, 1997).

2.1.2. Obras de captación

Una vez determinada la fuente de abastecimiento, la elección del tipo sistema de captación deberá basarse en las características naturales del lugar, tales como condiciones topográficas, hidrológicas y geológicas, de tal manera que se garantice: la captación de los niveles de agua necesarios para la conducción, el resguardo del sistema ante el ingreso de sedimentos, basura o cualquier tipo de materia que pueda deteriorarlo y la estabilidad estructural ante posibles deslizamientos del terreno (SENAGUA, 1992).

Las obras de captación se definen como aquellas construcciones civiles diseñadas para reunir y disponer, adecuadamente, el volumen de agua captado desde la fuente de abastecimiento, para su posterior conducción y tratamiento (Avina, 2012).

Los sistemas de captación de agua potable están en función de la fuente de abastecimiento elegida para el proyecto, presentándose dos casos principales: captaciones superficiales y captaciones subterráneas. Debido a que el sistema captación que presenta la Junta de agua potable Pampa Vintimilla es superficial, tipo azud con rejilla de fondo, se estudiará específicamente este tipo de sistema.

Captaciones superficiales

Las captaciones superficiales son todas aquellas obras hidráulicas que, gracias a las características hidrológicas, topográficas y geológicas que presenta la fuente de abastecimiento, son construidas directamente sobre éstas (SENAGUA, 1992).

Captación superficial tipo azud

Este tipo de sistemas se emplean en lugar donde el volumen de agua, en épocas de sequía, no permita captar el caudal necesario de conducción, de tal manera que se pueda garantizar un nivel de captación mayor al que presente el río. Dependiendo del tipo de toma se pueden dividir en: tomas laterales, tomas frontales y tomas con rejilla de fondo (SENAGUA, 1992).

La captación superficial tipo azud parte de la construcción de un dique, o azud de derivación, que permite confinar el caudal de la fuente de abastecimiento. Sus características de diseño están en función del arrastre de sedimentos que presente el cauce (Avina, 2012).

Según el código de diseño presentado por la secretaria nacional de agua, (SENAGUA, 1992), las captaciones del tipo superficial deberán estar constituidos por una estructura de derivación o azud, estructuras de conducción del caudal captado de la fuente, estructuras para la nivelación del flujo de agua y estructuras para el control de ingreso de materiales que puedan deteriorar e interrumpir la captación.

Captación tipo azud con rejillas de fondo

(López Cualla, 2003), define las obras de captación tipo azud con rejillas de fondo como aquellos sistemas que presentan una abertura en la parte superior de la estructura de derivación, la cual se protege por medio de una rejilla.

El diseño hidráulico de estos sistemas de captación deberá basarse en el dimensionamiento de la abertura para el azud y de la galería de captación, de tal manera que permita captar, por lo menos, un 125 a 150 % del caudal de diseño (Aguero Pittman, 1997).

Elementos de un sistema de captación tipo azud con rejilla de fondo

Estructura de derivación o Azud

Obra hidráulica de hormigón que presenta una abertura de captación, ubicada en la parte superior, que permite captar el caudal necesario de agua y transportarlo hacia una cámara de recolección por medio de una tubería de conducción. Las dimensiones de la presa o azud pueden ser del mismo ancho del río o menores (López Cualla, 2003).

Solado Superior e Inferior

Pantallas de hormigón, construidos aguas arriba y aguas abajo, para conservar el azud del fenómeno de erosión producto del transporte de sedimentos (López Cualla, 2003).

Muros Laterales

Los muros laterales, además de proteger los taludes donde está construido el sistema, permiten canalizar el caudal del río hacia la abertura del azud, de tal manera que el nivel de agua aumente y el caudal de captación sea el indicado (López Cualla, 2003).

Las alturas de estos muros deben diseñarse de tal manera que el nivel del río encauzado no sobrepase los límites del sistema, evitando así posibles socavaciones (Aguirre Morales, 2015).

Rejilla

La rejilla se coloca sobre la abertura del azud, ocupando toda el área, paralelas al flujo de agua, para impedir la entrada de material grueso o flotante que pueda deteriorar o poner en riesgo la correcta captación del caudal y/o la preservación del sistema (López Cualla, 2003).

El dimensionamiento de la rejilla necesario para un correcto funcionamiento, según especificaciones de la norma (SENAGUA, 1992), podrá estimarse mediante la siguiente formulación:

$$Q_c = p * m * K_{rej} * l_{rej} * b_{rej} * \sqrt{2gh_{med}}$$

En donde: “ Q_c ” se define como el caudal determinado para el sistema de conducción; “ p ” representa el coeficiente de luz de la rejilla igual a $a/(a + c)$, donde “ a ” es la separación entre los barrotes y “ c ” su diámetro; “ m ” constituye el factor de desgaste de la rejilla que dependerá directamente de su inclinación, estableciéndose un valor entre 0.65 y 0.6 para una inclinación de 0.1 y 0.2 metros respectivamente; “ K_{rej} ” representa el factor de obstrucción de la rejilla, considerándose un valor de 0.8 para cálculos

preliminares; “ l_{rej} ” y “ b_{rej} ” constituyen el largo y ancho de la rejilla; mientras que “ h_{med} ” se define como la altura del calado del agua sobre la rejilla.

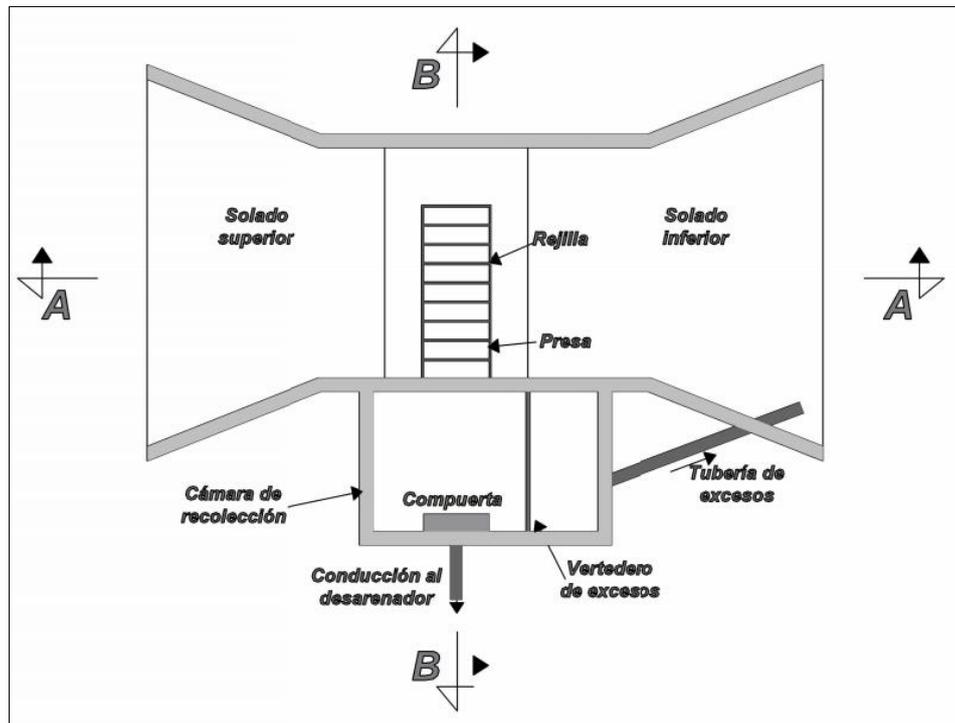


Ilustración 3. Vista en planta de un sistema de captación tipo azud con rejilla de fondo. – Fuente: (López Cualla, 2003)

2.1.3. Obras de conducción

Conjunto de obras hidráulicas que permiten el transporte del agua cruda, obtenida de desde la fuente, hasta el sistema de tratamiento o estructura de almacenamiento (Barrios Napurí et al., 2009)

Según las características hidráulicas, en su libro (Aguirre Morales, 2015), nos presenta los tipos de sistema de conducciones para abastecimientos de agua potable:

- **Sistemas de conducción a flujo libre**

Este tipo de sistemas se presentan, en canales abiertos o cerrados, donde la lámina de agua no está en contacto con toda la sección de la tubería, es decir se encuentra trabajando parcialmente lleno.

- **Sistemas de conducción a presión**

Sistema de conducción donde la lámina de agua está en contacto con toda la sección de la tubería, produciéndose un flujo a presión.

Independientemente del tipo de conducción que presente el proyecto, la norma (SENAGUA, 1992), orienta los principales puntos que debe garantizar el sistema para su adecuado funcionamiento, mismos que se mencionan a continuación:

- Una correcta protección del agua captada contra la contaminación que se pueda generar por agentes exteriores.
- Adecuada resistencia a la erosión generada por los esfuerzos del agua a la hora de su transporte
- Permita llevar a cabo las actividades de operación y mantenimiento para su correcta eficacia.
- Un adecuado coste económico que este en función de la vida útil establecido para el proyecto.

Estructuras complementarias en un sistema de conducción

Para garantizar el adecuado funcionamiento de un sistema de conducción, éste deberá estar provisto de obras y accesorios complementarios que aseguren el control y protección de la línea de conducción, y, por ende, el transporte ininterrumpido del recurso hídrico (Avina, 2012).

- **Cámaras rompe presión**

Debido a la gran presión del agua en las tuberías, muchas veces estas tienden a romperse. Para controlar este fenómeno es necesario la construcción de una cámara cuadrada pequeña, con dimensiones de 1 metro de ancho, el cual deberá estar provisto de 2 tuberías, una ubicada en la parte superior para la entrada del

agua y otra en la parte inferior que permita su salida una vez el agua llegue al tanque y pierda su presión, razón por la cual se les denomina tanque rompe presiones (Aguero Pittman, 1997).

- **Válvulas de aire o ventosas**

En el sistema de distribución, generalmente en los puntos mas altos de la red y por ser el aire un elemento más liviano que el agua, se acumula bombas de aire en la parte superior de la tubería lo que genera un tapón que obstruye el paso directo del agua provocando un deterioro más rápido de la tubería. Para eliminar esta acumulación de aire se colocan válvulas ventosas en puntos estratégicos que permita regular este fenómeno (Avina, 2012).

- **Válvulas de purga**

Las válvulas de purga son accesorios, colocados en los puntos más bajos de las redes, que permiten eliminar o desalojar el material que se acumula en el interior de los tubos producto del arrastre de tierra, arena e inclusive piedras, por parte del agua (Avina, 2012).

2.1.4. Tratamiento del agua

En vista de que, en general, ningún tipo de agua captada directamente en su estado natural se considera potable, se debe llevar a cabo tratamientos previos que modifiquen las características físicas, químicas y biológicas del agua. El proceso de tratamiento deberá eliminar o reducir los organismos patógenos que pueda repercutir en la salud de los usuarios a la hora de su consumo (López Cualla, 2003)

El tratamiento o potabilización del agua consiste en procesos y acciones necesarias para convertir el caudal captado de una fuente superficial o subterránea, en agua potable. Esto mediante el ajuste de sus características a la norma (INEN, 2014).

Procesos o tratamientos de potabilización

Actualmente, existen varios procesos de potabilización del agua. El tipo de tratamiento que se utilizara en el sistema de abastecimiento dependerá de un adecuado estudio de caracterización del agua que permita conocer el tipo de agua cruda que se tiene, además de las normas de calidad que se establezcan (SENAGUA, 1992).

1. Tratamiento por medios físicos

Sedimentador o desarenador

Estructura, de forma rectangular, de mucha importancia en captaciones superficiales que presenten gran arrastre de material. Es utilizado como un tratamiento antepuesto al sistema de filtración lenta, que garantice la sedimentación de partículas en suspensión (Avina, 2012).

Como un primer tratamiento y para evitar problemas de obstrucción en la línea de conducción, se recomienda que el sedimentador se situé a una distancia contigua de la captación (López Cualla, 2003).

El sedimentador está constituido por los siguientes componentes:

- **Zona de entrada o Cámara de quietamiento**

Constituida por una pantalla deflectora o de quietamiento, permite reducir la velocidad del agua proveniente de la captación, para facilitar la eliminación de las partículas (Avina, 2012).

- **Zona de sedimentación o de sedimentos**

Zona diseñada con una profundidad y pendiente adecuada de tal manera que, el flujo proveniente de la zona de entrada, descienda con cierta velocidad y se genere una sedimentación de partículas en el fondo del tanque (López Cualla, 2003).

- **Zona de lodos**

Espacio ubicado en el fondo del tanque donde se depositan y acumulan los lodos sedimentados para su correspondiente remoción (López Cualla, 2003).

El tiempo teórico de retención de los lodos acumulados deberá variar entre 2 horas y 4 horas (SENAGUA, 1992).

- **Zona de salida**

Una vez se elimine en lo posible las partículas suspendidas en el agua, el caudal tratado fluye hacia una cámara de salida, constituido por una pantalla sumergida, un vertedero de salida y un canal de recolección, en la cual se desaloja el agua clarificada (Aguero Pittman, 1997).

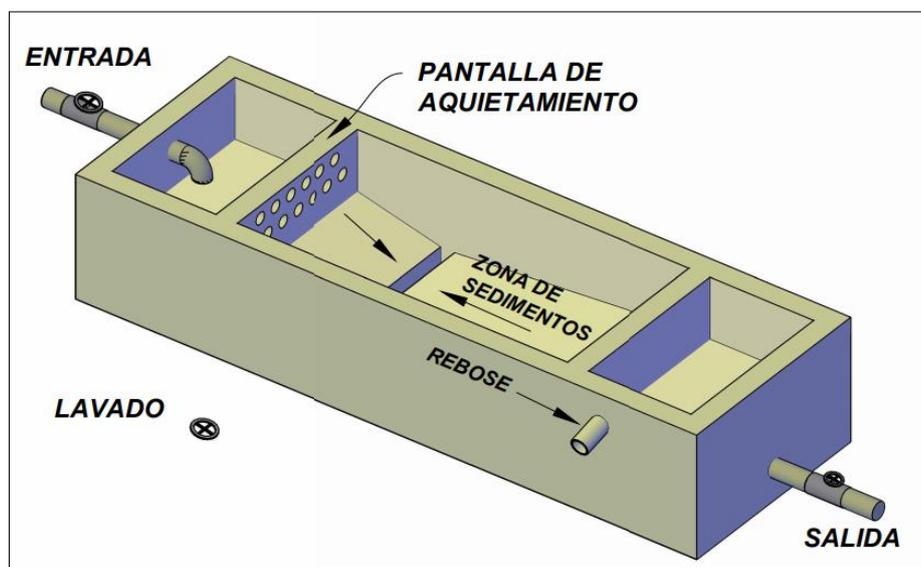


Ilustración 4. Principales componentes de un sedimentador. – Fuente:(Avina, 2012)

Filtración

El tratamiento de filtración dependerá de la carga superficial que presente el agua. Ya sea una filtración lenta, para baja carga superficial, o un proceso de filtración rápida, para aquellas aguas que presenten una alta carga superficial, el tratamiento consiste en disgregar las impurezas suspendidas en el agua por medio de un lecho filtrante granular (SENAGUA, 1992).

El proceso de filtración puede clasificarse en función del sentido de circulación del agua a la hora de su filtración, definiéndose dos grupos: filtros de flujo descendente y filtros de flujo ascendente (Avina, 2012).

(Aguirre Morales, 2015), exterioriza que, en la gran mayoría de zonas rurales, el proceso de potabilización que se da al volumen de agua captado de la fuente de abastecimiento es el denominado tratamiento por filtración lenta en arena. Esto por ser un proceso simple, efectivo y económico.

Proceso de Filtración por múltiples etapas (FIME)

El proceso de filtración por múltiples etapas consiste en una secuencia de tratamiento por medio del cual el agua circula a través de dos lechos filtrantes, el primero constituido por un medio filtrante grueso y el segundo por un filtro lento de arena que sirve como barrera microbiológica. Este conjunto de técnicas surge como respuesta a los límites que presenta el proceso de filtración lenta, tales como la revocación de sólidos suspendidos y el control de la turbiedad (Aguirre Morales, 2015).

Filtración Gruesa

Constituidos por un lecho filtrante de grava fina, partículas de 6mm a 13mm, y grava gruesa, partículas de 13mm a 25mm, este tratamiento permite reducir la cantidad de sólidos suspendidos y el grado de turbiedad que presente el agua. Al conseguir esta disminución se protege la capa de arena, correspondiente al proceso siguiente, incrementando su funcionalidad y efectividad (OPS, 2005).

Filtración lenta

La purificación por medio del tratamiento de filtración lenta consiste en el paso del agua a través de un sistema de filtración constituida por un tanque y un lecho de arena, mediante el cual se consigue la eliminación de microorganismos y materias en suspensión, mejorando su calidad (Avina, 2012).

La arena deberá estar libre de arcilla y cualquier tipo de materia orgánica. El diámetro efectivo que debe presentar el lecho filtrante para un adecuado proceso de tratamiento deberá estar oscilar entre un valor de 0.15 a 0.35 mm (OPS, 2005).

Principales Componentes de un sistema de filtración

La (OPS, 2005), nos presenta los principales elementos que conforman un sistema de filtración, mismos que se mencionan a continuación:

- **Zona de entrada y filtración**

Ubicada a la entrada del tanque, permite el ingreso del agua y su retención hasta que se genere el proceso de filtración, el cual dependerá de la calidad del agua cruda y de la velocidad adoptada en el sistema, variando esta entre 0.1 m/h. y 0.2 m/h.

- **Lecho filtrante**

Capa generalmente de 1.0 a 1.4 metros de altura.

- **Tubería de drenaje**

Tubería que controla el nivel del agua que se procese, permitiendo una velocidad de filtración uniforme en todo el sistema.

- **Capa de agua sobrenadante**

Con el objetivo de crear un periodo de retención, la capa de agua sobrenadante proporciona una carga hidráulica sobre el lecho filtrante.

- **Componentes de regulación y control**

Encargados de controlar la entrada de agua al sistema, permiten drenar la capa sobrenadante cuando se planifique la limpieza correspondiente de los filtros.

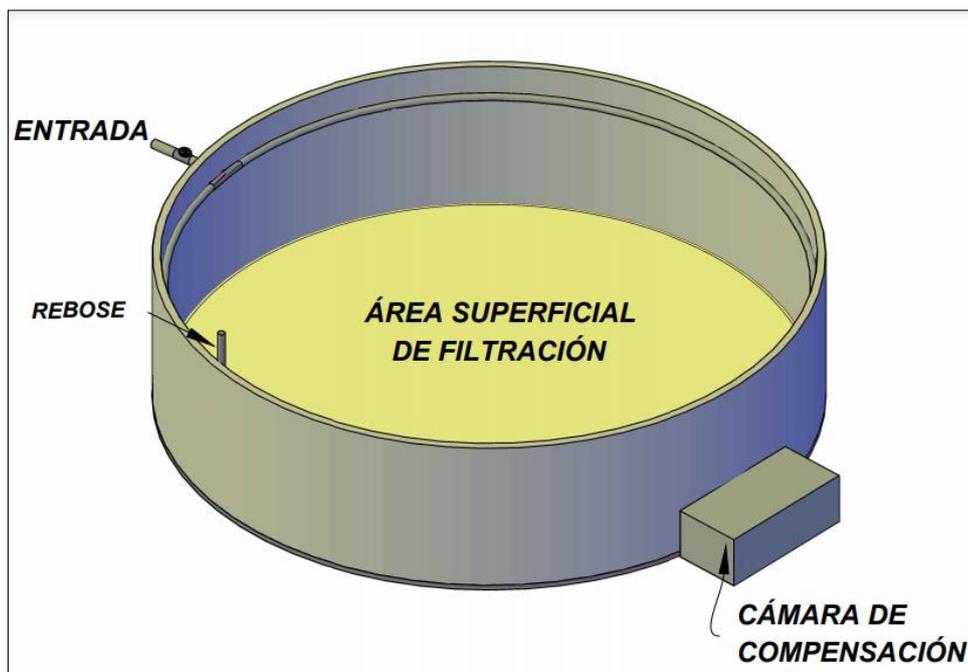


Ilustración 5. Proceso de Filtración lenta en Arena. - Fuente:(Avina, 2012).

2. Tratamiento por medios químicos:

Oxidación Química por medio de Tanque hipoclorador

La utilización del cloro como proceso de desinfección química del agua en zonas rurales, es el método más manejado gracias a su bajo costo y gran efectividad como desinfectante. El cloro se coloca en tanques de mezcla, en forma granular, hipoclorito de calcio, o en forma líquida, hipoclorito de sodio (Aguirre Morales, 2015).

La dosificación óptima de cloro para sistemas de abastecimiento, según (SENAGUA, 1992), deberá estar en función del tiempo de retención del agua en el sistema, la temperatura que presente, su concentración de iones de hidrogeno, contenido de nitrógeno y presencia de materia orgánica. Además, se debe controlar que, a la hora de realizar pruebas de análisis de cloro residual en cualquier punto del sistema de distribución, el valor que se obtenido oscile entre 0,1 mg/l a 0,5 mg/l. Su cuantificación puede estimarse mediante la siguiente expresión:

$$C = \left(\frac{k}{t}\right)^{1/0.86}$$

Donde:

- C = Concentración de cloro libre (mg/l)
- k = Constante para la dosificación de cloro (Anexo A1, tabla 1)
- t = Tiempo de contacto

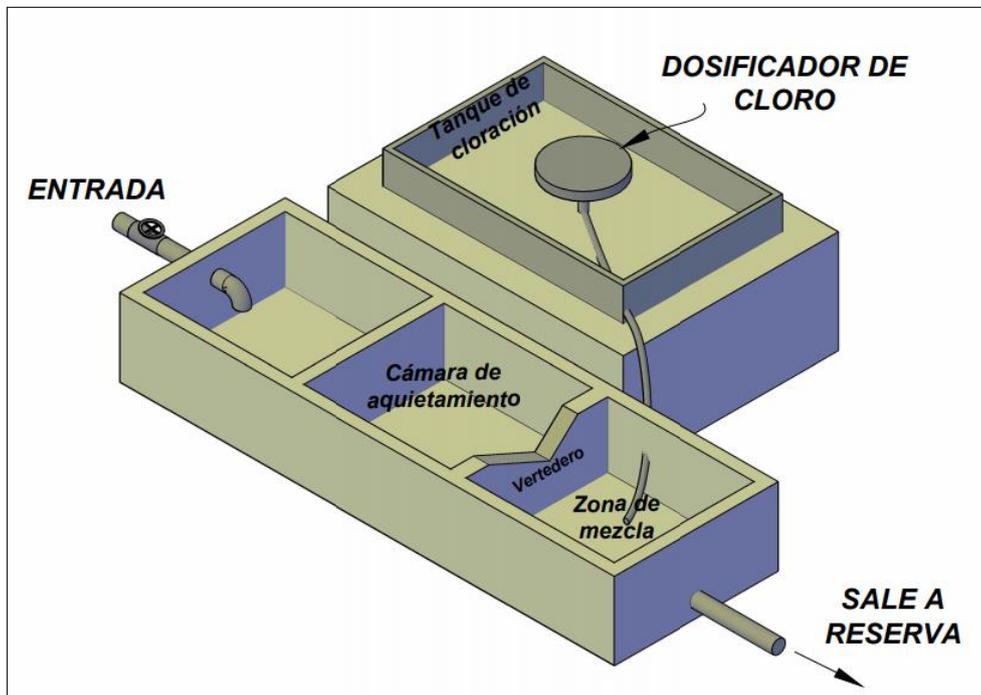


Ilustración 6. Tanque de mezcla de cloro. - Fuente: (Avina, 2012)

2.1.5. Almacenamiento

Depósito hermético el cual contiene un volumen de agua que permita satisfacer las horas de mayor consumo generada por la población, así como también, atender posibles emergencias (SENAGUA, 1992).

Tipos de Tanques de Almacenamiento

- Tanques Superficiales

Construidos sobre el terreno natural, los tanques de almacenamiento del tipo superficiales son utilizados cuando las características topográficas del terreno permiten obtener las presiones necesarias en la red, de tal manera que, a la hora

de su distribución, ésta se ejecute de manera eficiente (Barrios Napurí et al., 2009).

- **Tanques Elevados**

Cuando las condiciones del terreno no son favorables, generando que las presiones en la red no sean las adecuadas, se recomienda la utilización de tanques elevados de almacenamiento. Estas estructuras se construyen sobre torres con el objetivo de aumentar la carga hidráulica en el servicio de distribución (Avina, 2012).

(Avina, 2012), establece los principales componentes constitutivos de los tanques de almacenamiento, mismos que se definen a continuación:

- **Tubería de entrada**

Conducto mediante el cual el agua llega hasta el tanque para su almacenamiento. Deberá presentar una válvula de cierre de tal manera que cuando se coordine su limpieza se pueda suspender la entrada de agua.

- **Tapa o cubierta superior**

Además de prevenir la contaminación del agua por efectos externa, deberá permitir el acceso al interior del tanque para inspecciones o limpieza del mismo.

- **Escalera de acceso**

- **Sistema de rebose**

Para controlar el paso del agua en el tanque, una vez que este alcance su volumen de reserva máximo, se deberá contar con una tubería de rebose que permita la salida del agua de una manera segura.

- **Sistema de medición del nivel de agua**

Con el propósito de conocer el volumen que se encuentra almacenado, se colocara un sistema que permita observar el nivel que presente el agua.

- **Sistema de salida**

Conducto que permite la distribución del agua potable hacia las instalaciones domiciliarias.

- **Sistema de derivación o paso directo**

Establece una conexión directa entre las tuberías de entrada y salida sin pasar por el tanque, de tal manera que cuando este se encuentre en mantenimiento, el suministro de agua no sea interrumpido.

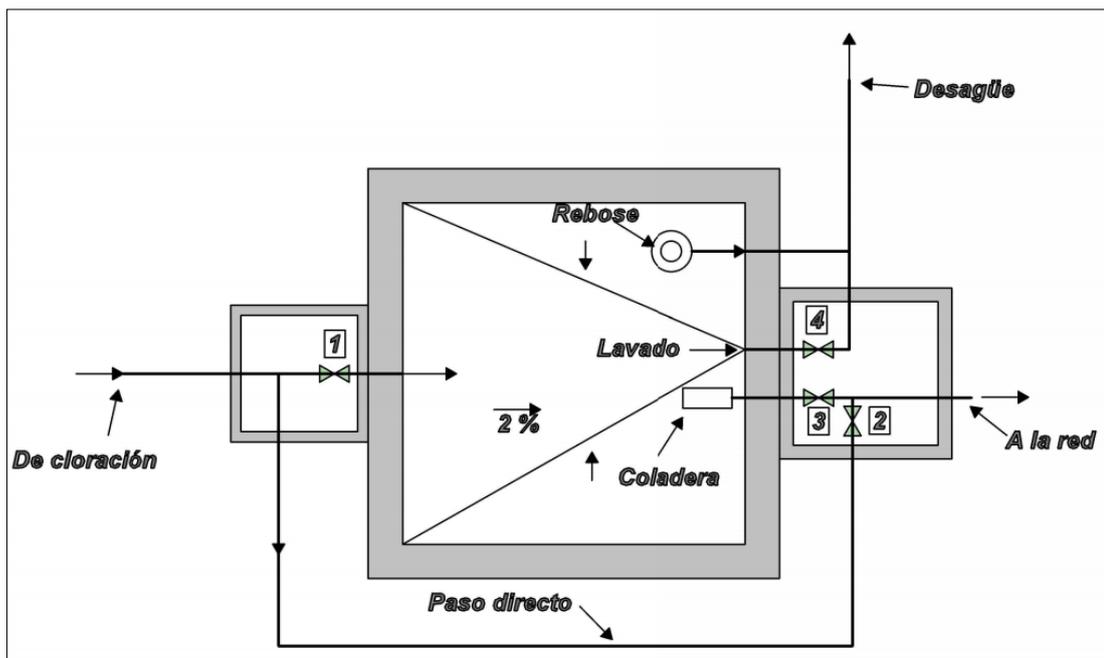


Ilustración 7. Accesorios del tanque regulador superficial. - Fuente: (López Cualla, 2003)

2.1.6. Red de distribución

Sistema de tuberías cuyo objetivo es repartir el agua potable a los domicilios o puntos de consumo. El diseño de un sistema de distribución debe avalar el suministro a viviendas y servicios públicos, en cantidad y presión adecuadas (SENAGUA, 1992).

En función de la forma de los circuitos que presente la red, (Aguero Pittman, 1997), nos presenta la clasificación para los sistemas de distribución de agua potable:

- **Redes Abiertas o Ramificadas**

Este tipo de sistema presenta una tubería o matriz principal mediante la cual se bifurca una serie de tuberías secundarias, en forma ramificada, utilizadas para abastecer puntos dispersos que no permitan la conexión entre ramales.

- **Redes cerradas o malla**

Un sistema de red mallado consiste en un conjunto de tuberías interconectadas formando un circuito cerrado.

2.2. VIGILANCIA Y CONTROL DE LOS ABASTECIMIENTOS DE AGUA A LA COMUNIDAD

Mediante un estudio comparativo, realizado por la Secretaría Nacional de Agua (SENAGUA, 2016a), se detectó la variación significativa que existe entre el suministro de agua potable. El principal problema que se presente en el ámbito rural es el poco conocimiento que se tiene acerca de los parámetros de calidad del agua. Las organizaciones comunitarias en muchos casos no cuentan con la infraestructura ni los procesos de control adecuados, y, el agua entubada que entregan no siempre es de buena calidad.

Los procesos de vigilancia y control de los componentes de un sistema de agua comprenden un conjunto de actividades de investigación cuyo fin es identificar y evaluar las variables que puedan afectar negativamente la calidad del servicio. La vigilancia se sustenta en un programa sistemático de inspección sanitaria, por medio de un formulario, que permite recopilar información del sistema; mientras que las actividades de control permiten ajustar las condiciones del servicio a los reglamentos establecidos para el control de la calidad del agua (OMS, 1998).

Los mecanismos de inspección y actividades de control, deben ser establecidos por las autoridades competentes de la comunidad. Los valores que se adopte para su verificación

se basaran en los estándares definidos en la normativa ecuatoriana vigente (SENAGUA, 2016a)

” Se ha sugerido que la inspección de saneamiento debería tener prioridad por encima del análisis, pero siempre que sea posible conviene que las dos actividades se lleven a cabo conjuntamente, puesto que son complementarias: la inspección identifica los posibles riesgos, y el análisis revela si hay contaminación, y, en tal caso, cuál es su intensidad” (OMS, 1998).

Levantamiento de información del sistema de agua potable

Para garantizar un suministro de agua de calidad, el plan estrategia nacional de calidad del agua, (SENAGUA, 2016a), manifiesta que una de las premisas básicas para lograr este propósito, es el adecuado funcionamiento de las obras hidráulicas que componen un sistema de distribución.

La inspección de saneamiento se basa en un examen in situ de los componentes del sistema de agua potable, su funcionamiento y las afecciones causadas por factores ambientales externos. El registro de las irregularidades detectadas, mediante formularios de inspección, permitirá un mejor entendimiento de los análisis de caracterización del agua adquiridos por pruebas de laboratorio (Avina, 2012).

Formularios de inspección

Deberán ser sencillos y rápidos de evaluar de tal manera que, cualquier problema detectado en los componentes del sistema, a la hora del recorrido, pueda facilitar en seguida un informe a la comunidad para su corrección necesaria (OMS, 1998).

Control de calidad del agua

Los procesos de control de la calidad del agua de un sistema de abastecimiento, constituyen un conjunto de medidas que permiten el correcto acatamiento de los límites

de concentración de elementos y compuestos en el agua, de tal manera que su ingesta no represente peligro alguno para la salud de los usuarios (COGUANOR, 2012).

Lugares de muestreo

Para garantizar un proceso eficaz en la caracterización del agua, los puntos de toma de muestras deben ser lugares estratégicos del sistema de abastecimiento como, por ejemplo, fuente de abastecimiento, estación de tratamiento, instalaciones de almacenamiento, red de distribución y lugares de consumo (OMS, 1998).

Frecuencia de muestreos

De acuerdo a la norma ecuatoriana (INEN, 2014), la cantidad de muestras mensuales para el análisis de la calidad del agua se establecerá en función de la población servida por el sistema. Esta norma manifiesta que, para poblaciones menores a 5000 habitantes, el número correspondiente de muestras mensuales es igual a 1; para sectores con una población oscilante entre 5000 y 100 000, se establece 1 muestra por cada 5000 personas. En la tabla 2, Anexo A2, se especifica el número de muestras para poblaciones mayores a las estipuladas en este párrafo.

Toma de muestras

Las muestras deberán especificar el lugar, el día y la hora exacta en que se llevó a cabo el muestreo. Al momento de la recolección de la muestra se deberá utilizarse guantes, envases químicamente limpios y enjuagados 2 o 3 veces antes de proceder a la recolección de la muestra. El llenado del recipiente deberá ser en dirección opuesta al flujo de la vertiente mientras que para los tanques de reserva de agua potable el envase deberá sumergirse hasta llenarlo (OMS, 1998)

Finalizado la recolección, los recipientes deben ser protegidos y selladas. Esto con el propósito de eliminar cualquier contaminación externa y/o pérdida de la muestra.

Además, se deberán colocar en un lugar a temperatura ambiente y seguro contra los rayos del sol (INEN, 2013).

Transporte y entrega de las muestras

La norma técnica ecuatoriana para los procesos de muestro, (INEN, 2013), expone los principales puntos que se debe tener presente a la hora del transporte de las muestras de agua. Las recomendaciones van desde el tipo de recipiente que se deberá utilizar dependiendo del parámetro de estudio, presentándose dos tipos: de vidrio o de plástico, el volumen de agua necesario para realizar el análisis, tiempos máximos de entrega al laboratorio, y demás.

En la tabla número 3, Anexo A3, se especifica las recomendaciones mencionadas.

Criterios Técnicos para la caracterización del agua

El análisis de la calidad del agua suministrada a una población se establece a partir de la caracterización de sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas, en función del análisis de diversos parámetros de control. Los resultados obtenidos en el proceso deberán ser comparados con los valores máximos permisibles de tal manera que su consumo no afecte la salud de la población (SENAGUA, 2016a).

Características físicas

Se definen como aquellas propiedades que pueden percibirse a través de la vista y el olfato. Se consideran característica que están directamente relacionadas con el aspecto estético que presente el agua y la aceptabilidad por parte de los usuarios (Aguirre Morales, 2015).

Entre los criterios físicos de caracterización de la calidad del agua potable, determinados por la norma NTE INEN 1108 se encuentran: color, turbiedad, olor, sabor y temperatura.

Para temas de estudio se definirán solo las características de análisis consideradas para el presente trabajo.

Cloro Residual

La existencia de cloro residual en el agua produce efectos negativos ya que genera un sabor y olor desagradable para su consumo. Su grado y concentración está estrechamente relacionado con presencia del pH y puede deberse a un mal tratamiento por exceso de desinfectante (INEN, 1982).

Color

La presencia de color en el agua puede estar relacionado a la presencia de materia orgánica, producto la contaminación del agua tratada y/o a la presencia de metales resultado de la corrosión de un elemento estructural. Se recomienda que, para toda agua de consumo, esta no presente ningún color visible (OMS, 2011).

Se recomienda que los procesos de desinfección del agua se realicen una vez se haya controlado los valores de color ya que, como en muchos casos la presencia de color se debe a compuestos orgánicos, al aplicar cloro como método desinfectante, se genera componentes cancerígenos denominados trihalometanos (Martel, 2004).

Olor y Sabor

Las características de olor y sabor se encuentran estrechamente relacionadas. Su presencia puede deberse a la contaminación por materia orgánica y deberá ser controlado por medio de la operación cuidadosa de los procesos de tratamiento (OMS, 2011).

En función del olor característico que presente el agua a la hora de su análisis, (Martel, 2004), expone una clasificación de las principales sustancias propensas a generar un olor y sabor característico, como por ejemplo, en el caso de olor a tierra su origen está relacionado a la presencia de arcillas; para el caso característico de olor fecaloide, este

está ligado a retretes y alcantarillas; si se presenta un olor intenso a cloro su origen se debe a altos contenidos de cloro residual.

En la tabla 4, Anexo A4, se describe casos típicos de origen de olor y sabor que puede presentar el agua.

Temperatura

Uno de los parámetros más importantes en el control de la calidad del agua es la determinación de su temperatura. En aguas que presenten temperaturas elevadas, la proliferación de microorganismos o actividad biológica puede verse acelerada, incrementando los problemas de salud, color, olor y sabor (OMS, 2011).

Turbiedad

La evaluación de la turbiedad en los sistemas de abastecimiento interviene tanto en la aceptabilidad del agua por parte de los usuarios como en la identificación y eficiencia de los procesos de necesarios de tratamiento. Su cuantificación se basa en la medida de claridad que presente el agua, es decir, la cantidad de luz que es disparada. La pérdida de claridad puede ser causada por la presencia de partículas en suspensión, por la erosión del suelo, como arcilla, sedimentos y partículas orgánicas con tamaños de entre 1 milímetro. Además, pueden relacionarse directamente por la mala calidad de la fuente de abastecimiento, la ineficiencia del proceso de tratamiento o por la contaminación del agua en el sistema de distribución producto del ingreso de partículas a través de fallas que presente la tubería (OMS, 2011).

Características químicas

Características que generan cambios temporales o permanentes en la composición de las aguas producto de actividades humanas, tales como: concentración de iones de hidrógeno,

concentración de sólidos disueltos totales, presencia de calcio y magnesio, compuestos orgánicos del tipo plaguicidas, herbicidas, etcétera (Aguirre Morales, 2015).

Para temas de estudio se definirán solo las características de análisis consideradas para el presente trabajo.

Conductividad

El análisis de la conductividad se utiliza como una medida directa de la presencia de sales en el agua. A mayor concentración de sales, mayor capacidad de transmitir corriente eléctrica. Además, a partir de la conductividad registrada para muestras de agua, se puede corroborar los registros de cuantificación de sólidos disueltos multiplicando la conductividad por un coeficiente igual a 0.55. El grado de conductividad se expresa como unidades micro Siemens por litro ($\mu S/l$) (Martel, 2004).

Dureza Total

La dureza del agua resulta de la presencia de calcio y magnesio en grandes cantidades. La concentración de estas sustancias puede provocar la obstrucción de las tuberías y afectar la limpieza de utensilios domésticos. La primera se genera producto de la formación de depósitos en la red, y la segunda por reducir el rendimiento de los productos de limpieza (INEN, 2016).

En función de los valores registrados de la dureza del agua a la hora de su análisis, (Martel, 2004), expone que, en términos generales, se tiene aguas blandas cuando presentan durezas menores a 100 mg/l ; medianamente dura, cuando se registran valores en un rango de 100 mg/l a 200 mg/l ; y aguas duras cuando se tiene cantidades mayores a 200 mg/l .

Concentración de iones de hidrógeno o pH

La cuantificación de pH es un indicador de acidez del agua. Aunque su presencia no se relaciona directamente con afecciones a la salud de los consumidores, representa uno de los parámetros más importantes para avalar la eficiencia del tratamiento químico del agua mediante la utilización de cloro, además que su valor debe ser controlado para minimizar la corrosión del sistema de tuberías en las instalaciones domésticas (OMS, 2011).

Sólidos disueltos totales

La cuantificación de este parámetro establece la presencia de minerales, sales y metales en el agua. Su concentración puede deberse a la contaminación por aguas residuales y/o escorrentía urbana (Aguirre Morales, 2015).

Las altas concentraciones de sólidos totales disueltos (SDT) perjudica significativamente la aceptabilidad del agua y puede generar problemas estomacales producto de su consumo (OMS, 2011).

Características microbiológicas

Al analizar una muestra de agua es posible identificar gran variedad de microorganismos patógenos para la salud. Debido a esto la caracterización microbiológica se considera un parámetro de referencia primordial en el análisis de la calidad del agua (Aguirre Morales, 2015).

Entre los criterios microbiológicos de caracterización de la calidad del agua, dispuestos por la norma (INEN, 2014), se encuentran: Coliformes totales y Coliformes fecales.

Para temas de estudio se definirán solo las características de análisis consideradas para el presente trabajo.

Coliformes totales

La determinación de los coliformes totales permiten evaluar la limpieza e integridad del sistema de distribución. Su presencia puede definirse como un indicador de insuficiencia de procesos de tratamiento del agua, contaminación en el sistema de distribución o la presencia excesiva de nutrientes. Los coliformes totales están constituidos por microorganismos denominados bacilos facultativos (OMS, 2011)

Coliformes fecales o termotolerantes

La detección de coliformes fecales en el agua puede deberse a una contaminación por heces humanas, animales y/o aguas residuales. Tras su análisis deberá considerarse inmediatamente medidas de corrección ya que su presencia es un principal indicador de la mala calidad en la distribución del agua (OMS, 2011).

Valores Máximos permisibles de control de calidad

La Secretaria Nacional del Agua, mediante la Norma Técnica (INEN, 2014), establece los límites máximos permisibles de concentración para la caracterización del agua, de tal que se pueda considerar apta para consumo humano.

Tabla 2. Parámetros de control de la calidad del agua.

Parámetros Normativa		
Parámetro	Unidades	Límite máximo Permissible
Cloro Residual	mg/l	1.50
Color	Pt-Co	30.00
Conductividad	uhm/cm	1000.00
Coliformes	NMP/100 ml	2.00
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	1.00
Dureza Total	mg/l CaCO ₃	300.00
Dureza Cálcica	mg/l CaCO ₃	200.00
Dureza Magnésica	mg/l CaCO ₃	150.00
Olor y Sabor		Presencia/Ausencia
Ph	U	7.50
Solidos Totales Disueltos	mg/l	500.00
Temperatura	°C	± 3°C la temperatura ambiente
Turbiedad	NTU	20.00

Fuente: (INEN, 2014)

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

3.1.1. Caracterización de la infraestructura del sistema de agua potable de la Junta Pampa Vintimilla.

Por medio del formulario para el levantamiento de información básica de agua potable y saneamiento, presentado por la agencia de regulación y control de la calidad del agua mediante la resolución para la caracterización de parámetros del prestador público y comunitario (Resolución-Nº-ARCA-DE-007, 2018), se establece los indicadores para la evaluación de las infraestructuras hidráulicas que conforman un sistema de abastecimiento, mismos que son especificados en el anexo B1 . En él se detalla la información básica de cada componente del sistema como, por ejemplo, ubicación georreferenciada, materiales que lo componen, problemas y observaciones puntuales, permitiendo obtener una visión integral de las diferentes estructuras.

En función de los indicadores adjuntos a la presente resolución, se realizará el levantamiento de información del sistema de distribución de agua de la comunidad Pampa Vintimilla.

3.2. CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA

El análisis de la calidad del agua de la Junta de abastecimiento de Pampa Vintimilla, en temas físicos, químicos y microbiológicos, se realizaron durante los meses de noviembre y diciembre del año 2020 en los laboratorios pertenecientes a la Empresa Pública Municipal EMAPAL EP de la ciudad de Azogues, bajo la tutela de la Doctora Edith Urgilés Campos jefa de Laboratorio.

A continuación, se detalla las principales estrategias establecidas para la ejecución del programa de muestreo.

3.2.1. Población y muestra

La población objetivo para el trabajo de investigación comprenderá a los usuarios servidos por la Junta de agua Pampa Vintimilla. La cantidad de muestras se fundamentará en la guía para el número de muestras a recolectar en función de la cantidad de habitantes presentado por la norma (INEN, 2014). En ella se expone que para poblaciones menores a 5000 habitantes es necesario 1 muestra mensual, es decir 12 muestras en el lapso de año. Sin embargo, con el propósito de que el estudio permita obtener resultados más concretos, se ha establecido realizar el muestreo un día por semana por el transcurso de siete semanas consecutivas, en los meses de noviembre y diciembre del año 2020.

3.2.2. Selección de lugares para la recolección de las muestras

Para el análisis de la calidad física, química y microbiológica del agua se establece cuatro puntos representativos del sistema de abastecimiento, los cuales comprenden: entrada al sistema de tratamiento, salida del sistema de tratamiento, tanque de almacenamiento y conexión domiciliaria.

La siguiente tabla presenta la georreferenciación, en coordenadas UTM 17 M, de los puntos escogidos para el estudio.

Tabla 3. Ubicación de los puntos de muestro.

Descripción	Coordenada Este	Coordenada Sur
Entrada al sistema de tratamiento	732580	732580
Salida del sistema de tratamiento	732580	732580
Tanque de almacenamiento	734424	9690707
Conexión Domiciliaria	735534	9691799

Fuente: (Autor,2021)

3.2.3. Equipos y materiales de muestreo y seguridad personal

- Envases

La normativa ecuatoriana (INEN, 2013), establece el tipo adecuado de recipiente para toma de muestras en función de los parámetros de análisis de control de calidad del agua.

En el caso de estudio, se determinó la utilización de dos envases de plástico con volúmenes iguales a 1 litro y 100 mililitros, el primero necesario para la caracterización fisicoquímica, y el segundo para análisis microbiológicos.

Todos los envases fueron rotulados e identificados con el código o descripción del lugar de la muestra, fecha y hora a la cual se llevó a cabo la recolección, condiciones atmosféricas y resultados de cloro residual realizadas in situ para cada punto.



Imagen 1. Rotulado y Preparación de envases para tomas de muestra. – Fuente:(Autor, 2021)

- **Hielera Cooler Termo Térmica Espuma Flex**

Con el objetivo de evitar contaminaciones, posibles derrames, variaciones de temperatura y/o cambios en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de las muestras de agua, los envases se colocan en neveras herméticas rectangulares que permitan el transporte seguro hasta su llegada al laboratorio.



Imagen 2. Hielera Térmica para transporte de muestras. – Fuente:(Autor, 2021)

3.2.4. Procedimiento para tomas de muestra

- Llenado de recipientes

El proceso de llenado de los recipientes se realizó en función de lo establecido por la normativa (INEN, 2013), la cual indica que, para muestras destinadas a cualquier tipo de análisis, los recipientes deberán llenarse el 100 por ciento de su capacidad de tal manera que no exista aire atrapado, esto con el objetivo de evitar la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte, ambas acciones que pueden generar modificaciones en las propiedades del agua.



Imagen 3. Proceso de llenado de recipientes para tomas de muestra. – Fuente:(Autor, 2021)

- Transporte y entrega de las muestras

El tiempo promedio de traslado de las muestras, desde el primer punto de control, entrada a planta de tratamiento, hasta el último, conexión domiciliaria, fue de aproximadamente 2 horas, cumpliendo así el lapso de tiempo de preservación establecido para llevar a cabo los análisis correspondientes sin cambios en las propiedades del agua.

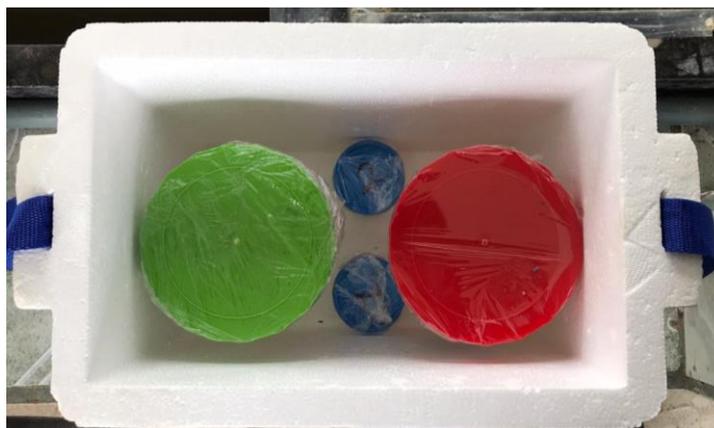


Imagen 4. Acomodo de muestras para su transporte y entrega. – Fuente:(Autor, 2021)

3.2.5. Parámetros de análisis y métodos de ensayo

Los procesos de caracterización de las muestras de agua, recolectadas en el sistema de distribución de la Junta Pampa Vintimilla, se establecen a partir de los métodos basados en la Norma Ecuatoriana INEN 1108. Los parámetros de control son presentados en la siguiente tabla:

Tabla 4. Parámetros de caracterización de la calidad del agua establecidos para la Junta Pampa Vintimilla.

Descripción
Cloro Residual
Color
Conductividad
Coliformes Totales
Coliformes Fecales
Dureza Total
Dureza Cálcica
Dureza Magnésica
Olor y Sabor
Ph
Solidos Totales Disueltos
Temperatura
Turbiedad

Fuente: (Autor,2021)

Cloro Residual

Debido a los cambios en la cantidad de cloro que pueden generarse en el agua por los rayos del sol o agitación a la hora de su transporte, la determinación de cloro residual

debe realizarse en el lugar y momento del muestreo mediante un recipiente comparador de cloro y reactivo del tipo ortotolidina. El proceso consiste en colocar la muestra de agua en el tubo de vidrio comparativo, hasta su máxima capacidad, y añadir 3 gotas de ortotolidina. Al momento de su contacto el agua reacciona con el químico y se produce una coloración amarilla, coloración que determina la concentración de cloro dentro de un rango de 0.4 a 3.0 miligramos por litro (mg/l)



Imagen 5. Comparador de cloro para análisis de cloro residual. – Fuente:(Autor, 2021)

- Color

La caracterización de las muestras de agua en temas de color se basa en la comparación con patrones platino - cobalto y los resultados se expresan como unidades de Color UC. Su análisis se realiza mediante un nefelómetro HACH 2100AN, el cual deberá ser calibrado en unidades de control UC mediante un filtro para lectura de color de 455nm. La muestra se vierte en un recipiente de vidrio con tapa de caucho y se procede a colocarlo en el porta celdas del equipo, se cierra la tapa y se registra el valor de color para la muestra analizada.



Imagen 6. Colorímetro HACH 2100AN para análisis de color en muestras de agua. – Fuente:(Autor, 2021)

- Conductividad

A partir de un Conductímetro Hach - Conductivity/ TDS meter, se estima la conductividad o capacidad de transmitir corriente eléctrica en muestras de agua producto de la presencia de sales disueltas. El procedimiento consiste en colocar 200 mililitros de agua en un vaso recolector e introducir el electrodo del conductímetro a medida que se lo agita suavemente. Una vez se haya estabilizado el indicador de la pantalla, se procede a anotar su valor.

Además de ser un parámetro de control de calidad del agua, la conductividad permite establecer un control de los análisis relacionados a sólidos totales disueltos ya que estos pueden ser obtenidos, dentro de un rango ± 10 micro Siemens/l ($\mu S/l$), multiplicando la conductividad por un factor igual a 0.55, permitiendo de esta manera determinar la veracidad de los resultados.



Imagen 7. Conductímetro HACH para la medición de la conductividad. – Fuente:(Autor, 2021)

- **Coliformes totales y Coliformes fecales**

El recuento de coliformes totales y coliformes fecales, mediante la utilización de placas Petrifilm, facilita la identificación de bacterias por medio de la asociación de colores para cada parámetro de análisis. Con la ayuda de una pipeta se coloca 1 mililitro de muestra sobre la placa Petrifilm y se dispersa suavemente hasta que ocupe toda la superficie circular, evitando que queden atrapadas burbujas de aire. Se procede a incubar las placas, cara arriba, por un lapso de 24 horas a 37 grados centígrados. Concluido el tiempo de incubación, la película superior de la placa presentara coloración azul si existe concentración de coliformes fecales mientras que una coloración roja para colonias de coliformes totales.

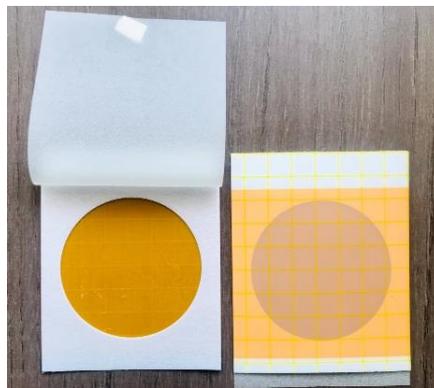


Imagen 8. Placas Petrifilm para análisis de coliforme totales y coliformes fecales. – Fuente:(Autor, 2021)

- **Dureza Total**

Tres reactivos son necesarios para la cuantificación de la dureza total en muestras de agua: solución buffer de dureza, indicador negro de ericromo y solución estándar de ácido etilendiaminotetraacético, también conocido como EDTA. Su cuantificación es una medida de la presencia de iones metálicos polivalentes como el calcio y el magnesio. El procedimiento de caracterización consiste en agregar 1 mililitro de solución buffer de dureza y 0,25 gramos de indicador negro de ericromo en un recipiente de vidrio tipo matraz Erlenmeyer que deberá contener un volumen de muestra igual a 100 mililitros. Al

adicionar estos dos reactivos, la muestra se torna color violeta producto de la interacción entre las sustancias. Percibido el cambio de coloración, se añade ácido EDTA gota a gota desde una bureta y se agita circularmente hasta obtener una coloración final azul.



Imagen 9. Cambio de coloración en la determinación de dureza total en muestras de agua. – Fuente:(Autor, 2021)

- **Dureza cálcica**

El método de análisis de la presencia de calcio en muestras de agua es similar al empleado en la dureza total. Los reactivos necesarios son: solución de hidróxido de sodio, indicador MUREXIDA y solución estándar de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). Para su cuantificación, en un recipiente de vidrio tipo matraz Erlenmeyer que deberá contener un volumen de muestra igual a 100 mililitros, se añade 1 mililitro de solución de hidróxido de sodio y una cantidad adecuada de indicador MUREXIDA. Mediante una bureta, y agitando suavemente, se agrega gota a gota solución EDTA hasta obtener un cambio de color de rosado a púrpura.



Imagen 10. Cambio de coloración en la determinación de dureza cálcica en muestras de agua. – Fuente:(Autor, 2021)

- **Dureza Magnésica**

La cuantificación de la dureza magnésica presente en muestras de agua se realiza a partir de la diferencia de los valores registrados de dureza total y dureza cálcica, tal como se indica en la siguiente ecuación:

$$\text{Dureza Magnésica mg/l CaCO}_3 = \text{Dureza Total (mg/l CaCO}_3) - \text{Dureza cálcica (mg/l CaCO}_3)$$

- **Olor y Sabor**

La presencia o ausencia de olor y sabor se deben ejecutar el momento de la toma de muestras y mediante los sentidos del gusto y el olfato. Usualmente, las papilas gustativas son capaces de detectar compuestos inorgánicos y la manifestación de olores es un indicador directo de la presencia de compuestos. Si la persona a cargo de realizar el muestreo sospecha que en el agua existe la presencia de contaminantes nocivos, es recomendable no probarla para determinar su sabor.

- **pH**

El cálculo del pH en muestras de agua permite estimar la concentración de iones de hidrógeno. El equipo pH-metro/modelo 301 determina su concentración electrónicamente. El procedimiento de cálculo consiste en colocar una cantidad igual a 100 mililitros de muestra en un vaso recolector de plástico previamente desinfectado. Se introduce el sensor o electrodo del pH-metro y se agita suavemente hasta que la aguja indicadora de la pantalla se estabilice y registre el valor de pH para la muestra.



Imagen 11. pH metro/modelo 301 para análisis de potencial de hidrogeno en muestras de agua. – Fuente:(Autor, 2021)

- **Sólidos disueltos totales**

Los sólidos totales en el agua se generan por la presencia de sales orgánicas y/o materia orgánica. Su cuantificación se efectuó mediante un Conductímetro Hach - Conductivity/ TDS meter. El método consiste en introducir el electrodo del conductímetro en un vaso recolector, previamente desinfectado, que contenga 200 mililitros de muestra. Se agita suavemente hasta que el valor de los sólidos totales disueltos que se registre en la pantalla.

- **Temperatura**

Mediante la calibración de un Conductímetro Hach - Conductivity/ TDS meter, se habilita la medición de temperaturas para muestras de agua. Se deberá seleccionar la opción de registro para grados centígrados, ubicado en la parte inferior del equipo. En una muestra de agua, se introduce el sensor previamente enjuagado y se agita suavemente hasta que, la aguja indicadora de la pantalla, se estabilice y registre el valor de temperatura en la pantalla.

- **Turbiedad**

La caracterización del agua en parámetros de turbiedad se realiza mediante un turbidímetro o nefelómetro HACH 2100AN. El proceso consiste en comparar la intensidad de luz dispersada por la muestra con la intensidad de un patrón de referencia que presenta condiciones definidas. Para esto es necesario colocar un filtro de turbiedad en el porta filtros del equipo y registrar unidades nefelométricas de turbidez, también conocidas como NTU. Obtenida las unidades en la pantalla, se deposita un volumen de muestra igual a 15 mililitros en un recipiente de vidrio con tapa de caucho y se procede a colocarlo en el porta celdas del equipo, se cierra la tapa y se registra el valor de turbiedad para la muestra analizada.



Imagen 12. Turbidímetro HACH 2100AN para análisis de turbiedad. – Fuente:(Autor, 2021)

3.2.6. Interpretación de resultados

Una vez registrados los valores, a partir de los procesos de caracterización para los parámetros de control del agua de la Junta Pampa Vintimilla, se realizará una interpretación de los resultados registrados en función de los rangos máximos permitidos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana 1108.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

Caracterización de la infraestructura del sistema de dotación de agua potable de la comunidad Pampa Vintimilla.

Mediante la resolución para la caracterización de parámetros e indicadores del prestador público y comunitario (Resolución-N°-ARCA-DE-007, 2018), presentada por la agencia ARCA, se establece los indicadores de evaluación para las infraestructuras hidráulicas que conforman un sistema de abastecimiento. En función de los indicadores adjuntos a la presente resolución, se realizó el levantamiento de información del sistema de agua de la Junta Pampa Vintimilla, presentando los principales resultados en los párrafos siguientes.

4.1.1. Información general

Conformado por un sistema convencional, la infraestructura de abastecimiento de agua potable de Pampa Vintimilla, perteneciente a la parroquia Javier Loyola del cantón Azogues, se encuentra constituida por una fuente de abastecimiento, estructura de captación y conducción, sistema de tratamiento, tanques de almacenamiento y red de distribución. Con un funcionamiento desde el año 1999 abastece a las comunidades de Animaspamba, El Tablón, El Cisne, Gullancay, Juan Pablo II, La Merced, Pampa Vintimilla y San Alfonso.

4.1.2. Fuente

El río Yacupamba, cuerpo hídrico de tipo superficial ubicado en San José de Bayandel, cantón Déleg, y utilizado como fuente de abastecimiento para el sistema de Pampa Vintimilla, presenta una adjudicación de uso de la Secretaria Nacional del Agua un caudal

de 6 litros/segundos. Su ubicación, en el sistema WGS84 17m, corresponde a las coordenadas: 727384 m E, 9695873 m S, elevación 2905 msnm.



Imagen 13. Fuente de abastecimiento de la Junta Pampa Vintimilla (Rio Yacumpamba). – Fuente:(Autor, 2021)

Los principales problemas observados en la fuente de captación son:

- Contaminación de su afluente producto de la tira de basura. Como medio de resguardo, la Junta de agua ha contratado a un habitante del sector, sin experiencia ni conocimiento alguna en temas de calidad del agua, para que ejecute trabajos de limpieza de la captación. Cabe recalcar que el mencionado ciudadano se encuentra ejecutando esta labor desde el mes agosto del año 2020, por lo que se puede deducir que años anteriores no existía ningún tipo de control al respecto.
- La zona donde se encuentra ubicada la fuente de abastecimiento se caracteriza por actividades ganaderas, es por eso que existe gran presencia de ganado vacuno. En las orillas del río se puede observar huellas y estiércol producto del paso de los animales. No existe ningún tipo de cerramiento perimetral que permita controlar este hecho.



Imagen 14. Sistema de captación tipo azud perteneciente a la junta Pampa Vintimilla. – Fuente:(Autor, 2021)

4.1.3. Captación

La estructura de captación, construido de hormigón armado, concierne a un sistema tipo azud con rejilla de fondo. El caudal de agua captado por medio de la abertura superior, es conducido hacia un tanque de carga ubicado al extremo del sistema, mismo que se encuentra provisto de una tubería de rebose y de conducción, el primero equipado verticalmente para el control del nivel del agua que ingresa al tanque, y el segundo como transporte del caudal hasta un desarenador ubicado a 160 metros aguas abajo. Posee una capacidad hidráulica de *20 litros/segundos*, según información presentada por la coordinación de fortalecimiento de la gestión rural del agua del Municipio de Azogues. El sistema de captación se ubica en las coordenadas UTM 17 M 727384 m E, 9695873 m S, elevación 2905 msnm.

Entre los principales problemas observados en el sistema de captación se encuentran:

- Erosión del soldado o pantalla inferior, consecuencia de esto se puede divisar el armado de acero que lo constituye.
- Inexistencia de muros laterales que permitan controlar el caudal del rio cuando su flujo aumente.



Imagen 15. Erosión de la pantalla inferior del sistema de captación Pampa Vintimilla. – Fuente:(Autor, 2021)

- El dimensionamiento de la rejilla se considera ineficiente y carente de criterios técnicos. Según menciones del operador, Señor Julio Arévalo, en épocas de

fuertes lluvias, el río arrastra gran cantidad de material flotante lo cual genera el taponamiento de la captación y el corte de dotación de agua hasta que el sistema pueda ser intervenido para retirar todo el material acumulado en la rejilla, proceso que puede tardar de dos a tres días. Como medida de cautela, y sin principio alguno, se ha colocado una malla electrosoldada encima de la rejilla con el propósito de controlar el paso de material al sistema.

- Contaminación y presencia de planta acuática alrededor de todo el sistema.



Imagen 16. Estado de rejilla del sistema de captación de Pampa Vintimilla. – Fuente:(Autor, 2021)

- La cámara de recolección no presenta ningún sistema de cerradura que impida a los habitantes del sector su abertura. Se puede observar ramas y hojas en su interior, así como el deterioro de sus paredes.



Imagen 17. Estado de cámara de recolección del sistema de captación Pampa Vintimilla. – Fuente:(Autor, 2021)

4.1.4. Desarenador

Como un primer tratamiento y para impedir el paso de sólidos suspendidos que puedan obstruir la línea de conducción, el agua captada desde el río Yacupamba es conducida hasta un desarenador construido de hormigón y ubicado 160 metros aguas abajo. El sistema presenta una cámara de entrada, zona de sedimentación y una tubería de salida conectada a la planta de tratamiento. Se encuentra ubicado en las coordenadas 17 M 727428 m E, 9695765 m S, elevación 2900msnm

Conforme la explicación del operador, señor Nelson Chuya, el problema que presenta el sistema, principalmente en épocas de grandes precipitaciones, es que no permite retener todo el material orgánico proveniente desde la captación ya que este llega en grandes cantidades. Al no ser retenidos, el agua que se conduce hasta la planta de tratamiento presenta grandes índices de turbiedad generando inconvenientes a la hora de su tratamiento.



Imagen 18. Desarenador perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla. – Fuente:(Autor, 2021)

4.1.5. Conducción

Constituida por tubería de Policloruro de vinilo (PVC), el sistema de conducción presenta una longitud de 9.1 kilómetros desde el desarenador hasta la planta de tratamiento. El diámetro, a lo largo de este tramo, varía entre 160 a 110 milímetros dependiendo las características hidráulicas. Para garantizar el adecuado funcionamiento de la conducción, en todo el trayecto se encuentra ubicados estratégicamente: 2 tanques

rompe presiones, 11 válvulas de aire y 3 válvulas de purga. La capacidad hidráulica de la conducción es de *7,60 litros/segundos* según mediciones por la coordinación de fortalecimiento de la gestión rural del agua del Municipio de Azogues.

Entre los principales problemas observados en el sistema de conducción se encuentran:

- Existen tramos de la red de conducción que no cuentan con ninguna capa o material que lo proteja de la acción de agentes exteriores. En algunos lugares se puede encontrar troncos, fundas plásticas y demás objetos que pueden generar contaminación y/o deterioro del sistema.



Imagen 19. Estado de la red de conducción de la Junta Pampa Vintimilla. – Fuente:(Autor, 2021)

- Constantes roturas de la red de tubería producto de deslizamientos de tierra. Este problema se presenta contiguo al sistema de captación y se genera, más comúnmente, en fechas de grandes precipitaciones.



Imagen 20. Rotura de tubería debido a deslizamiento de tierra. – Fuente:(Autor, 2021)

4.1.6. Tratamiento de Agua

Los tratamientos de purificación del agua empleados por el sistema de Pampa Vintimilla son del tipo físicos y químicos. El tratamiento físico consiste en el proceso de filtración del agua por múltiples etapas (FIME), mientras que el tratamiento químico se da por la utilización de cloro granular. Las principales características de los procesos se mencionan a continuación:

- Proceso de Filtración por múltiples etapas (FIME)

La filtración por múltiples etapas se genera por medio de un lecho filtrante grueso de grava y un lecho fino de arena. La filtración gruesa se compone de una cámara de tres celdas, la primera constituida por grava de diámetro entre 5 a 10 centímetros, y las dos posteriores con grava de entre 5 a 1 centímetros.

El tratamiento lento de arena es del tipo descendente y se encuentra compuesto por dos tanques cilíndrico de hormigón en cuyo interior se coloca un lecho filtrante de 50 cm de espesor que sirve como barrera microbiológica.



Imagen 21. Unidades de filtración para tratamiento del agua. – Fuente:(Autor, 2021)



Imagen 22. Tanque de filtración lenta para tratamiento del agua. – Fuente:(Autor, 2021)

- **Tanque de cloración**

Una vez concluido el tratamiento físico, el agua es transportada hasta una caseta de cloración constituida por: una cámara recolectora con un vertedero de pared gruesa donde se aplica el cloro desinfectante, una cámara de mezcla rápida que presenta un vertedero de pared delgada de forma triangular de 90 grados que transporta el agua hasta un tanque de almacenamiento ubicado contiguamente a la caseta, desde el cual se distribuye el agua hasta los tanques ubicados en las diferentes comunidades.



Imagen 23. Caseta de cloración perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla para el tratamiento del agua. – Fuente:(Autor, 2021)

Los problemas registrados para el sistema de tratamiento se detallan a continuación:

- **Tratamiento FIME**

- Debido a que el desarenador no permite la completa eliminación del material orgánico, el agua que llegue a la planta de tratamiento presenta altos niveles de turbiedad lo cual satura rápidamente los lechos filtrantes gruesos y finos provocando que se cancele el tratamiento hasta limpiar los filtros, proceso que puede tardar de dos a tres días.
- Poca limpieza de las estructuras de tratamiento. En el fondo de los tanques de filtración lenta se puede observar la presencia de planta acuática en toda el área de filtración.



Imagen 24. Estado del tanque de filtración lenta de la junta Pampa Vintimilla. – Fuente:(Autor, 2021)

- **Cloración**

- La adición de cloro como medida de tratamiento del agua no tiene ningún tipo de control ni lineamiento técnico. Su dosificación, según explicación del operador, Señor Julio Arévalo, se realiza dependiendo de la coloración del agua. Si el agua está muy opaca se coloca más cantidad de cloro y viceversa. Este proceso se realiza por medio de un recipiente de plástico común que no posee ningún rango de medición.



Imagen 25. Contenedor y recipiente dosificador de cloro. – Fuente:(Autor, 2021)

- Poca limpieza de la caseta de cloración. Tanto en la cámara recolectora como en la cámara de mezcla rápida, se observa oxidación en las paredes de los vertederos, así como suciedad en sus paredes.



Imagen 26. Estado la cámara de mezcla rápida de la junta Pampa Vintimilla. – Fuente:(Autor, 2021)

4.1.7. Tanques de Almacenamiento

Para la provisión adecuado del agua a las comunidades que abastece la Junta de agua Pampa Vintimilla, se encuentran colocados seis tanques de reserva ubicados en puntos estratégicos. Las principales características de los tanques se describen en la siguiente tabla, en ella se detalla su localización, forma y volumen de utilidad.

Tabla 5. Principales características de los tanques de almacenamiento perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.

Ubicación	Geometría			
	Forma	Radio(m)	Altura útil (m)	Volumen útil (m3)
Gullancay	Cilíndrica	1.95	1.5	17.92
Loma	Cilíndrica	4.90	2	150.59
Pampa Vintimilla	Cilíndrica	2.03	1.5	19.42
La Merced	Cilíndrica	2.03	1.5	19.42
El cisne	Cilíndrica	2.03	1.5	19.42

Fuente: (Autor, 2021).

Los problemas registrados en los tanques de almacenamiento son descritos a continuación:

- Poca limpieza de las estructuras. En ciertos tanques se puede observar la presencia de hojas, insectos y suciedad en las paredes de los tanques de almacenamiento.



Imagen 27. Estado del tanque de almacenamiento perteneciente a la junta Pampa Vintimilla. – Fuente:(Autor, 2021)

4.1.8. Red de distribución

La junta Pampa Vintimilla presenta una red del tipo abierta que distribuye el agua a las comunidades a partir de los tanques de almacenamiento existentes. Registra un total de 736 conexiones domiciliarias, mismas que se encuentran instaladas con cajas de hormigón para su protección.

4.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.2.1. Cloro residual

En la tabla número 6 se exhiben los datos registrados de cloro residual en los diferentes puntos de muestreo establecidos. Estos valores serán comparados con el límite máximo permisible para una correcta dosificación de cloro, determinado por la normativa (INEN, 2014), igual a 1.5 mg/l.

Tabla 6. Valores obtenidos del análisis de cloro residual perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.

Fecha de ejecución del muestreo	Puntos de muestreo	Parámetro	Análisis de resultados
		Cloro Residual (mg/l)	
16/11/2020	Entrada Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	2.00	NO CUMPLE
	Tanque	0.60	CUMPLE
	Domicilio	0.00	CUMPLE
23/11/2020	Entrada Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	1.50	CUMPLE
	Tanque	0.40	CUMPLE
	Domicilio	0.00	CUMPLE
30/11/2020	Entrada Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	2.00	NO CUMPLE
	Tanque	0.00	CUMPLE
	Domicilio	0.00	CUMPLE
7/11/2020	Entrada Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	1.00	CUMPLE
	Tanque	0.60	CUMPLE
	Domicilio	0.00	CUMPLE
14/11/2020	Entrada Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	3.00	NO CUMPLE
	Tanque	0.40	CUMPLE
	Domicilio	0.00	CUMPLE
21/11/2020	Entrada Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	1.00	CUMPLE
	Tanque	0.00	CUMPLE
	Domicilio	0.00	CUMPLE
28/11/2020	Entrada Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	3.00	NO CUMPLE
	Tanque	1.00	CUMPLE
	Domicilio	0.00	CUMPLE

Fuente (Autor, 2021)

Los resultados obtenidos señalan que existe una variación notable en la concentración de cloro residual a lo largo del sistema. En el primer punto de muestreo, correspondiente

a la entrada del sistema de tratamiento, se presenta valores nulos durante todo el periodo de estudio. Los valores registrados en el segundo punto de control, concerniente a la salida de la planta de tratamiento, presentan cantidades variables entre 3.00 mg/l y 1.00 mg/l, siendo este punto donde se exhibe problemas al superar el límite máximo permisible de cloro residual. A lo largo de la distribución, la concentración disminuye a valores de entre 0.4 mg/l y 0.6 mg/l, para los tanques de almacenamiento, hasta llegar a registros de 0.00 mg/l en las redes domiciliarias.

La variación en la concentración de cloro indica la falta de regulación en la dosificación óptima para el tratamiento del agua. Se puede observar que ningún valor registrado en los puntos de análisis permanece constante durante el tiempo que se efectuó el estudio demostrando que no se está garantizando una concentración de cloro residual adecuado para los diferentes puntos del sistema.

4.2.2. Color

El análisis de la presencia de color para las de muestras agua de la Junta Pampa Vintimilla, se exponen en la tabla número 7. En ella se detalla los valores registrados, así como la comparación con el límite de control permisible igual 30 Pt-Co.

Tabla 7. Valores obtenidos del análisis de color perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.

Fecha de ejecución del muestreo	Puntos de muestreo	Parámetros	Análisis de resultados
		Color (Pt-Co)	
16/11/2020	Entrada Tratamiento	155.00	NO CUMPLE
	Salida Tratamiento	104.00	NO CUMPLE
	Tanque	90.00	NO CUMPLE
	Domicilio	120.00	NO CUMPLE
23/11/2020	Entrada Tratamiento	42.00	NO CUMPLE
	Salida Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Tanque	0.00	CUMPLE
	Domicilio	70.00	NO CUMPLE
30/11/2020	Entrada Tratamiento	86.00	NO CUMPLE
	Salida Tratamiento	38.00	NO CUMPLE
	Tanque	65.00	NO CUMPLE
	Domicilio	52.00	NO CUMPLE
7/11/2020	Entrada Tratamiento	200.00	NO CUMPLE

	Salida Tratamiento	104.00	NO CUMPLE
	Tanque	101.00	NO CUMPLE
	Domicilio	126.00	NO CUMPLE
14/11/2020	Entrada Tratamiento	244.00	NO CUMPLE
	Salida Tratamiento	196.00	NO CUMPLE
	Tanque	148.00	NO CUMPLE
	Domicilio	159.00	NO CUMPLE
21/11/2020	Entrada Tratamiento	196.00	NO CUMPLE
	Salida Tratamiento	152.00	NO CUMPLE
	Tanque	290.00	NO CUMPLE
	Domicilio	289.00	NO CUMPLE
28/11/2020	Entrada Tratamiento	242.00	NO CUMPLE
	Salida Tratamiento	163.33	NO CUMPLE
	Tanque	201.33	NO CUMPLE
	Domicilio	208.67	NO CUMPLE

Fuente (Autor, 2021)

Debido a los cambios climáticos en la zona de estudio a lo largo de la toma de muestras, se presentó una variación significativa en la caracterización del color. Aproximadamente la totalidad de los valores obtenidos en el análisis excede el límite máximo permisible establecido. Los puntos de muestreo presentan cantidades sumamente altas de color, registrándose un valor máximo de 290.00 *Pt – Co*, superado el límite admisible por 259.00 *unidades*. Aunque se presenta una eliminación de color a lo largo del sistema, producto de los tratamientos físicos y químicos en el agua, no existe una eliminación favorable de color que permita obtener lecturas propicias del parámetro.

4.2.3. Conductividad

Con un valor máximo permisible para el control de la conductividad, igual a 500 $\mu S/cm$, los resultados y el análisis de las muestras de agua se presentan en la siguiente tabla. En ella se observa picos de incremento y disminución a lo largo del sistema manteniéndose en rangos aceptables que van desde 300 $\mu S/cm$ a 130 $\mu S/cm$, cantidades muy por debajo del límite máximo permisible. Se observa un adecuado control en la presencia de sales en disolución, consecuencia de que el agua se transporta a partir de tuberías de PVC que impiden el contacto con rocas que influyen en la descarga de iones, permitiendo disuadir el aumento de la conductividad eléctrica

Tabla 8. Valores obtenidos del análisis de conductividad perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.

Fecha de ejecución del muestreo	Puntos de muestreo	Parámetros	Análisis de resultados
		Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	
16/11/2020	Entrada Tratamiento	210.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	228.00	CUMPLE
	Tanque	195.20	CUMPLE
	Domicilio	225.50	CUMPLE
23/11/2020	Entrada Tratamiento	340.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	344.00	CUMPLE
	Tanque	332.00	CUMPLE
	Domicilio	306.00	CUMPLE
30/11/2020	Entrada Tratamiento	253.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	256.00	CUMPLE
	Tanque	220.00	CUMPLE
	Domicilio	218.00	CUMPLE
7/11/2020	Entrada Tratamiento	128.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	138.00	CUMPLE
	Tanque	137.00	CUMPLE
	Domicilio	143.00	CUMPLE
14/11/2020	Entrada Tratamiento	137.20	CUMPLE
	Salida Tratamiento	179.20	CUMPLE
	Tanque	135.00	CUMPLE
	Domicilio	132.20	CUMPLE
21/11/2020	Entrada Tratamiento	144.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	149.20	CUMPLE
	Tanque	136.80	CUMPLE
	Domicilio	134.00	CUMPLE
28/11/2020	Entrada Tratamiento	220.73	CUMPLE
	Salida Tratamiento	240.80	CUMPLE
	Tanque	209.60	CUMPLE
	Domicilio	200.00	CUMPLE

Fuente (Autor, 2021)

4.2.4. Coliformes

De manera general, en todos los puntos analizados, a excepción de la zona de cloración, se determina la presencia de coliformes. La concentración microbiológica se acentúa especialmente en el punto de muestro número cuatro, correspondiente a la conexión domiciliaria presentando el mayor problema de incumplimiento con el límite máximo permitido. Los valores registrados y su comparación con su valor de control máximo igual a 2.00 *NMP/100 ml* se presentan a continuación.

Tabla 9. Valores obtenidos en el análisis de coliformes perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.

Fecha de ejecución del muestreo	Puntos de muestreo	Parámetros	Análisis de resultados
		Coliformes (NMP/100ml)	
16/11/2020	Entrada Tratamiento	1.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Tanque	0.00	CUMPLE
	Domicilio	2.00	CUMPLE
23/11/2020	Entrada Tratamiento	1.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Tanque	0.00	CUMPLE
	Domicilio	3.00	NO CUMPLE
30/11/2020	Entrada Tratamiento	2.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Tanque	0.00	CUMPLE
	Domicilio	3.00	NO CUMPLE
7/11/2020	Entrada Tratamiento	1.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Tanque	0.00	CUMPLE
	Domicilio	3.00	NO CUMPLE
14/11/2020	Entrada Tratamiento	2.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Tanque	3.00	NO CUMPLE
	Domicilio	3.00	NO CUMPLE
21/11/2020	Entrada Tratamiento	1.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	1.00	CUMPLE
	Tanque	2.00	CUMPLE
	Domicilio	3.00	NO CUMPLE
28/11/2020	Entrada Tratamiento	2.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Tanque	2.00	CUMPLE
	Domicilio	3.00	NO CUMPLE

Fuente (Autor, 2021)

4.2.5. Coliformes fecales

Durante los ensayos microbiológicos para la determinar de contaminación de material fecal se registraron los siguientes valores.

Tabla 10. Valores obtenidos en el análisis de coliformes fecales perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.

Fecha de ejecución del muestreo	Puntos de muestreo	Parámetros	Análisis de resultados
		Coliformes Fecales (NMP/100ml)	
16/11/2020	Entrada Tratamiento	1.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Tanque	0.00	CUMPLE
	Domicilio	1.00	CUMPLE

23/11/2020	Entrada Tratamiento	2.00	NO CUMPLE
	Salida Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Tanque	0.00	CUMPLE
	Domicilio	1.00	CUMPLE
30/11/2020	Entrada Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Tanque	0.00	CUMPLE
	Domicilio	1.00	CUMPLE
7/11/2020	Entrada Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Tanque	0.00	CUMPLE
	Domicilio	1.00	CUMPLE
14/11/2020	Entrada Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Tanque	0.00	CUMPLE
	Domicilio	2.00	NO CUMPLE
21/11/2020	Entrada Tratamiento	1.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Tanque	8.00	NO CUMPLE
	Domicilio	6.00	NO CUMPLE
28/11/2020	Entrada Tratamiento	2.00	NO CUMPLE
	Salida Tratamiento	0.00	CUMPLE
	Tanque	2.00	NO CUMPLE
	Domicilio	2.00	NO CUMPLE

Fuente (Autor, 2021)

De acuerdo a la bacteriología analizada se evidenció la presencia de coliformes fecales en todas las semanas de análisis. Al tratarse de agua para consumo humano es inadmisibles la presencia de estos organismos, especialmente en los puntos de consumo. La norma ecuatoriana establece un valor máximo permisible igual a 1.00 *NMP/100ml*, límite que en varios casos sobrepasa o se encuentra en la frontera de los valores obtenidos en los muestreos para la Junta Pampa Vintimilla.

4.2.6. Dureza total

En la tabla número 11, se exhiben los valores obtenidos en el análisis correspondiente a dureza total efectuadas en la Junta Pampa Vintimilla. Con un valor de control máximo establecido igual 300 *mg/l CaCO₃*, las cantidades registradas serán comparadas y analizadas para su interpretación.

Tabla 11. Valores obtenidos en el análisis de dureza total perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.

Fecha de ejecución del muestreo	Puntos de muestreo	Parámetros	Análisis de resultados
		Dureza Total (mg/l de CaCO ₃)	
16/11/2020	Entrada Tratamiento	47.50	CUMPLE
	Salida Tratamiento	46.50	CUMPLE
	Tanque	47.00	CUMPLE
	Domicilio	47.00	CUMPLE
23/11/2020	Entrada Tratamiento	58.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	58.00	CUMPLE
	Tanque	57.00	CUMPLE
	Domicilio	57.00	CUMPLE
30/11/2020	Entrada Tratamiento	48.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	47.00	CUMPLE
	Tanque	46.00	CUMPLE
	Domicilio	47.00	CUMPLE
7/11/2020	Entrada Tratamiento	32.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	31.00	CUMPLE
	Tanque	33.00	CUMPLE
	Domicilio	32.00	CUMPLE
14/11/2020	Entrada Tratamiento	34.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	35.00	CUMPLE
	Tanque	34.00	CUMPLE
	Domicilio	33.00	CUMPLE
21/11/2020	Entrada Tratamiento	35.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	35.00	CUMPLE
	Tanque	35.00	CUMPLE
	Domicilio	33.00	CUMPLE
28/11/2020	Entrada Tratamiento	47.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	46.75	CUMPLE
	Tanque	46.50	CUMPLE
	Domicilio	47.00	CUMPLE

Fuente (Autor, 2021)

Como se puede observar, las cantidades registradas de dureza total se encuentran dentro del límite permisible de concentración, presentando un valor máximo igual a 58.00 mg/l de CaCO₃ y un valor mínimo de 33.00 mg/l de CaCO₃.

4.2.7. Dureza cálcica

La concentración de dureza cálcica para los diferentes puntos de muestreo se encuentra dentro del límite máximo permisible establecido. Se registran valores muy por debajo del rango recomendado, observando una cuantía máxima de 48.00 mg/l de CaCO₃ y mínima de 21.00 mg/l de CaCO₃. En la tabla número 12, se exponen los resultados

obtenidos durante los ensayos químicos y su análisis con su límite máximo admisible igual 200 mg/l CaCO₃.

Tabla 12. Valores obtenidos del análisis de dureza cálcica perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.

Fecha de ejecución del muestreo	Puntos de muestreo	Parámetros	Análisis de resultados
		Dureza Cálcica (mg/l)	
16/11/2020	Entrada Tratamiento	37.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	35.00	CUMPLE
	Tanque	36.00	CUMPLE
	Domicilio	35.00	CUMPLE
23/11/2020	Entrada Tratamiento	46.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	45.00	CUMPLE
	Tanque	48.00	CUMPLE
	Domicilio	45.00	CUMPLE
30/11/2020	Entrada Tratamiento	37.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	34.00	CUMPLE
	Tanque	33.00	CUMPLE
	Domicilio	34.00	CUMPLE
7/11/2020	Entrada Tratamiento	22.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	21.00	CUMPLE
	Tanque	22.00	CUMPLE
	Domicilio	22.00	CUMPLE
14/11/2020	Entrada Tratamiento	22.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	22.00	CUMPLE
	Tanque	22.00	CUMPLE
	Domicilio	21.00	CUMPLE
21/11/2020	Entrada Tratamiento	23.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	22.00	CUMPLE
	Tanque	23.00	CUMPLE
	Domicilio	23.00	CUMPLE
28/11/2020	Entrada Tratamiento	37.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	34.50	CUMPLE
	Tanque	34.50	CUMPLE
	Domicilio	34.50	CUMPLE

Fuente (Autor, 2021)

4.2.8. Dureza magnésica

Durante la cuantificación de la concentración de dureza magnésica para las muestras de agua pertenecientes a la junta Pampa Vintimilla se registraron los siguientes valores.

Tabla 13. Valores obtenidos del análisis de dureza magnésica perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.

Fecha de ejecución del muestreo	Puntos de muestreo	Parámetros	Análisis de resultados
		Dureza Magnésica (mg/l)	
16/11/2020	Entrada Tratamiento	10.50	CUMPLE
	Salida Tratamiento	11.00	CUMPLE
	Tanque	11.00	CUMPLE
	Domicilio	12.00	CUMPLE
23/11/2020	Entrada Tratamiento	12.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	13.00	CUMPLE
	Tanque	9.00	CUMPLE
	Domicilio	12.00	CUMPLE
30/11/2020	Entrada Tratamiento	10.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	13.00	CUMPLE
	Tanque	13.00	CUMPLE
	Domicilio	13.00	CUMPLE
7/11/2020	Entrada Tratamiento	10.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	10.00	CUMPLE
	Tanque	11.00	CUMPLE
	Domicilio	11.00	CUMPLE
14/11/2020	Entrada Tratamiento	12.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	13.00	CUMPLE
	Tanque	12.00	CUMPLE
	Domicilio	12.00	CUMPLE
21/11/2020	Entrada Tratamiento	12.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	13.00	CUMPLE
	Tanque	11.00	CUMPLE
	Domicilio	10.00	CUMPLE
28/11/2020	Entrada Tratamiento	10.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	12.25	CUMPLE
	Tanque	12.00	CUMPLE
	Domicilio	12.50	CUMPLE

Fuente (Autor, 2021)

El total de las muestras analizadas presentan un valor muy por debajo del límite de control establecido igual a 150 mg/l CaCO_3 . Registrándose un valor máximo igual a $13.00 \text{ mg/l de CaCO}_3$ y un valor mínimo igual a $9.00 \text{ mg/l de CaCO}_3$.

4.2.9. Olor y sabor

La normativa (INEN, 2014) dispone que toda agua potable debe estar exenta de olores y sabores. En función de los datos registrados de presencia, expuestos en la tabla número 14, se puede observar que en el punto número uno de análisis, correspondiente a la entrada a la planta de tratamiento, existe presencia de olor y sabor producto de la presencia de

arcillas que no son retenidas en el desarenador. En el punto número dos, en función de la cantidad de cloro residual existente, se percibe un olor intenso a cloro. Para los tanques de almacenamiento, correspondientes al punto tres de análisis, la ausencia de olor y sabor es más notable, mientras que en el punto cuatro de muestreo se acentúa un mal olor para todas las semanas llevadas a cabo el análisis.

Tabla 14. Datos obtenidos del análisis de olor y sabor perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.

Fecha de ejecución del muestreo	Puntos de muestreo	Parámetros	Análisis de resultados
		Olor y Sabor (P/A)	
16/11/2020	Entrada Tratamiento	Presencia	NO CUMPLE
	Salida Tratamiento	Presencia	NO CUMPLE
	Tanque	Ausencia	CUMPLE
	Domicilio	Presencia	NO CUMPLE
23/11/2020	Entrada Tratamiento	Presencia	NO CUMPLE
	Salida Tratamiento	Ausencia	CUMPLE
	Tanque	Ausencia	CUMPLE
	Domicilio	Presencia	NO CUMPLE
30/11/2020	Entrada Tratamiento	Presencia	NO CUMPLE
	Salida Tratamiento	Presencia	NO CUMPLE
	Tanque	Ausencia	CUMPLE
	Domicilio	Presencia	NO CUMPLE
7/11/2020	Entrada Tratamiento	Presencia	NO CUMPLE
	Salida Tratamiento	Ausencia	CUMPLE
	Tanque	Ausencia	CUMPLE
	Domicilio	Presencia	NO CUMPLE
14/11/2020	Entrada Tratamiento	Presencia	NO CUMPLE
	Salida Tratamiento	Presencia	NO CUMPLE
	Tanque	Presencia	NO CUMPLE
	Domicilio	Presencia	NO CUMPLE
21/11/2020	Entrada Tratamiento	Presencia	NO CUMPLE
	Salida Tratamiento	Ausencia	CUMPLE
	Tanque	Presencia	NO CUMPLE
	Domicilio	Presencia	NO CUMPLE
28/11/2020	Entrada Tratamiento	Presencia	NO CUMPLE
	Salida Tratamiento	Presencia	NO CUMPLE
	Tanque	Ausencia	CUMPLE
	Domicilio	Presencia	NO CUMPLE

Fuente (Autor, 2021)

4.2.10. pH

Los valores obtenidos durante la caracterización de pH se presentan en la tabla número 15. Se puede observar que los datos obtenidos no varían significativamente a lo largo de

los puntos de análisis, manteniendo en un rango de 7.40 U y 7.60 U, con un valor promedio igual a 7.50 U. Durante el tiempo de análisis, se registraron dos valores que sobrepasan el límite máximo permisible establecido para la concentración de pH en muestras de agua, igual a 7.5 U, por 0.10 Unidades. Al presentar valores óptimos se garantiza el control de acidez en el agua, así como problemas de corrosión que pueden causar daños prematuros en las tuberías o sus accesorios a lo largo del sistema, produciendo un sabor metálico o amargo del agua.

Tabla 15. Valores obtenidos del análisis de pH perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.

Fecha de ejecución del muestreo	Puntos de muestreo	Parámetros	Análisis de resultados
		pH (U)7	
16/11/2020	Entrada Tratamiento	7.50	CUMPLE
	Salida Tratamiento	7.40	CUMPLE
	Tanque	7.40	CUMPLE
	Domicilio	7.40	CUMPLE
23/11/2020	Entrada Tratamiento	7.40	CUMPLE
	Salida Tratamiento	7.40	CUMPLE
	Tanque	7.50	CUMPLE
	Domicilio	7.40	CUMPLE
30/11/2020	Entrada Tratamiento	7.40	CUMPLE
	Salida Tratamiento	7.40	CUMPLE
	Tanque	7.50	CUMPLE
	Domicilio	7.50	CUMPLE
7/11/2020	Entrada Tratamiento	7.50	CUMPLE
	Salida Tratamiento	7.60	NO CUMPLE
	Tanque	7.50	CUMPLE
	Domicilio	7.40	CUMPLE
14/11/2020	Entrada Tratamiento	7.40	CUMPLE
	Salida Tratamiento	7.60	NO CUMPLE
	Tanque	7.50	CUMPLE
	Domicilio	7.50	CUMPLE
21/11/2020	Entrada Tratamiento	7.40	CUMPLE
	Salida Tratamiento	7.50	CUMPLE
	Tanque	7.40	CUMPLE
	Domicilio	7.40	CUMPLE
28/11/2020	Entrada Tratamiento	7.50	CUMPLE
	Salida Tratamiento	7.60	NO CUMPLE
	Tanque	7.50	CUMPLE
	Domicilio	7.40	CUMPLE

Fuente (Autor, 2021)

4.2.11. Sólidos totales disueltos

Con un valor de control máximo igual 500 mg/l , los resultados de sólidos totales disueltos de las muestras de agua serán comparados y analizados para su interpretación.

En la tabla número 16, se presenta los principales resultados.

Tabla 16. Valores obtenidos del análisis de sólidos disueltos perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.

Fecha de ejecución del muestreo	Puntos de muestreo	Parámetros	Análisis de resultados
		Sólidos Totales (mg/l)	
23/11/2020	Entrada Tratamiento	127.35	CUMPLE
	Salida Tratamiento	120.40	CUMPLE
	Tanque	107.50	CUMPLE
	Domicilio	130.75	CUMPLE
23/11/2020	Entrada Tratamiento	170.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	172.00	CUMPLE
	Tanque	153.00	CUMPLE
	Domicilio	166.00	CUMPLE
30/11/2020	Entrada Tratamiento	126.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	128.00	CUMPLE
	Tanque	110.00	CUMPLE
	Domicilio	109.00	CUMPLE
7/11/2020	Entrada Tratamiento	64.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	69.00	CUMPLE
	Tanque	68.00	CUMPLE
	Domicilio	71.00	CUMPLE
14/11/2020	Entrada Tratamiento	68.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	89.60	CUMPLE
	Tanque	66.90	CUMPLE
	Domicilio	67.10	CUMPLE
21/11/2020	Entrada Tratamiento	72.00	CUMPLE
	Salida Tratamiento	74.60	CUMPLE
	Tanque	68.40	CUMPLE
	Domicilio	68.20	CUMPLE
28/11/2020	Entrada Tratamiento	126.68	CUMPLE
	Salida Tratamiento	124.20	CUMPLE
	Tanque	108.75	CUMPLE
	Domicilio	119.88	CUMPLE

Fuente (Autor, 2021)

Como se puede observar los valores registrados de sólidos totales disueltos se encuentran dentro del límite admisible con un valor máximo y mínimo igual a 170.00 mg/l y 64.00 mg/l , correspondientemente. Además, al realizar una comparación con los valores

de conductividad, los datos obtenidos son proporcionales, garantizando de esta manera la efectividad de los resultados.

4.2.12. Temperatura

En la tabla número 17, se presentan los datos obtenidos de temperatura para cada punto de análisis, mismos que serán comparados con su valor de control máximo decretado por la normativa (INEN, 2014), igual a $\pm 3^{\circ}C$ la temperatura ambiente.

Según información del PDOT de la parroquia Javier Loyola se registra una temperatura media de $12^{\circ}C$, valor que será utilizado para los fines de análisis.

Tabla 17. Valores obtenidos del análisis de temperatura perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.

Fecha de ejecución del muestreo	Puntos de muestreo	Parámetros	Análisis de resultados
		Temperatura ($^{\circ}C$)	
23/11/2020	Entrada Tratamiento	9.40	CUMPLE
	Salida Tratamiento	9.35	CUMPLE
	Tanque	9.35	CUMPLE
	Domicilio	9.40	CUMPLE
23/11/2020	Entrada Tratamiento	9.20	CUMPLE
	Salida Tratamiento	9.30	CUMPLE
	Tanque	10.40	CUMPLE
	Domicilio	9.60	CUMPLE
30/11/2020	Entrada Tratamiento	9.20	CUMPLE
	Salida Tratamiento	9.50	CUMPLE
	Tanque	11.00	CUMPLE
	Domicilio	11.30	CUMPLE
7/11/2020	Entrada Tratamiento	9.60	CUMPLE
	Salida Tratamiento	9.40	CUMPLE
	Tanque	9.70	CUMPLE
	Domicilio	10.40	CUMPLE
14/11/2020	Entrada Tratamiento	9.30	CUMPLE
	Salida Tratamiento	9.30	CUMPLE
	Tanque	10.30	CUMPLE
	Domicilio	11.00	CUMPLE
21/11/2020	Entrada Tratamiento	9.80	CUMPLE
	Salida Tratamiento	9.80	CUMPLE
	Tanque	9.70	CUMPLE
	Domicilio	9.90	CUMPLE
28/11/2020	Entrada Tratamiento	9.90	CUMPLE
	Salida Tratamiento	9.40	CUMPLE
	Tanque	10.00	CUMPLE
	Domicilio	10.30	CUMPLE

Fuente (Autor, 2021)

Los resultados obtenidos señalan que no existe una variación notable en la temperatura a lo largo del sistema, registrándose valores que van desde 9.35 °C hasta 11.30 °C, cantidades que cumplen con lo establecido en la normativa ecuatoriana.

4.2.13. Turbiedad

Los resultados obtenidos del análisis de turbiedad serán comparados con el valor máximo permisible igual a 12.5 NTU. A continuación, se presentan los valores registrados, semana a semana, en los puntos establecidos para el muestreo:

Tabla 18. Valores obtenidos del análisis de turbiedad perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla.

Fecha de ejecución del muestreo	Puntos de muestreo	Parámetros	Análisis de resultados
		Turbiedad (NTU)	
16/11/2020	Entrada Tratamiento	10.80	CUMPLE
	Salida Tratamiento	10.50	CUMPLE
	Tanque	9.50	CUMPLE
	Domicilio	9.35	CUMPLE
23/11/2020	Entrada Tratamiento	3.29	CUMPLE
	Salida Tratamiento	1.89	CUMPLE
	Tanque	6.31	CUMPLE
	Domicilio	2.35	CUMPLE
30/11/2020	Entrada Tratamiento	3.02	CUMPLE
	Salida Tratamiento	1.94	CUMPLE
	Tanque	3.84	CUMPLE
	Domicilio	4.92	CUMPLE
7/11/2020	Entrada Tratamiento	11.70	CUMPLE
	Salida Tratamiento	8.61	CUMPLE
	Tanque	8.38	CUMPLE
	Domicilio	8.36	CUMPLE
14/11/2020	Entrada Tratamiento	14.80	NO CUMPLE
	Salida Tratamiento	16.50	NO CUMPLE
	Tanque	10.80	CUMPLE
	Domicilio	11.30	CUMPLE
21/11/2020	Entrada Tratamiento	16.40	NO CUMPLE
	Salida Tratamiento	13.20	NO CUMPLE
	Tanque	21.20	NO CUMPLE
	Domicilio	24.60	NO CUMPLE
28/11/2020	Entrada Tratamiento	14.31	NO CUMPLE
	Salida Tratamiento	14.47	NO CUMPLE
	Tanque	12.60	NO CUMPLE
	Domicilio	13.20	NO CUMPLE

Fuente (Autor, 2021)

Los resultados obtenidos señalan que existe una variación notable en la presencia de turbiedad a lo largo del sistema. Se registra un valor mínimo y máximo igual a 1.89 *NTU* y 21.20 *NTU*, correspondientemente. La amplia variabilidad se genera por la presencia de material suspendido que son arrastrados por la corriente de agua sobre todo en épocas de grandes precipitaciones en el sector. Esto nos indica que los procesos de pretratamiento del agua no logran aminorar de forma óptima la turbiedad del agua.

CONCLUSIONES

- La situación actual del sistema de abastecimiento indica un inadecuado control y mantenimiento de sus componentes. A partir del formulario de inspección para infraestructuras de abastecimiento de agua potable de los prestadores comunitarios, presentado por ARCA, se establece el desconocimiento de principios técnicos y la descoordinación por parte de la Junta de agua en temas de vigilancia y mantenimiento del sistema de distribución lo que ha generado el deterioro de las infraestructuras, ineficiencia en el proceso de abastecimiento y poca calidad del agua distribuida. Elementos hidráulicos como la captación, desarenador y filtración, presentan dificultades severas de obstrucción y deterioración, situaciones que acarrearán problemas en los sucesivos ciclos de distribución y que ponen en peligro la salud de los usuarios.
- Entre los principales datos obtenidos en la evaluación física y química del agua se puede concluir: la inadecuada dosificación de cloro que emplea la Junta como tratamiento químico del agua, esto por presentar variaciones considerables de la concentración de cloro a lo largo del sistema; adecuado control de la acidez del agua al presentar valores óptimos en el control de pH evitando problemas de corrosión que pueden causar daños prematuros en las tuberías o sus accesorios; problemas en los procesos físicos de pretratamiento del agua ya que no se logra aminorar de forma óptima la turbiedad del agua.
- El estudio microbiológico del agua demuestra una inadecuada remoción de coliformes fecales a lo largo del sistema. Los valores registrados de contaminación fecal sobrepasan el valor de control establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108, sobre todo en conexiones domiciliarias, indicando graves problemas en el manejo del sistema. La presencia de coliformes

fecales constituye un indicador directo de la ineficiencia del proceso de tratamiento del agua y de la integridad del sistema de distribución

- Mediante la comparación de los datos obtenidos en el proceso de muestreo y los valores de evaluación para el control de la calidad del agua dispuesto por la norma INEN 1108, se establece que el agua distribuida por la Junta Pampa Vintimilla no presenta características óptimas para su consumo, al encontrarse por encima de los rangos de control aceptables para agua potable, tanto en temas físicos, químicos y sobre todo microbiológicos.

RECOMENDACIONES

- Desarrollar un manual de control y mantenimiento del sistema de abastecimiento que permita la correcta vigilancia y control de sus componentes de tal manera que se garantice su correcto funcionamiento y durabilidad.
- Disponer de un cerramiento perimetral para el sistema de captación de la Junta que impida la circulación directa y el paso de animales ubicados en torno a la misma.
- Garantizar la conservación, cuidado y recuperación del cuerpo hídrico que abastece al sistema, delimitando zonas en las que se condicione las actividades que puedan poner en riesgo las propiedades del agua y por ende afectar su calidad.
- Mejorar la rejilla situada en la captación en función de lineamientos técnicos con el fin de controlar el paso de sedimentos que obstruyen y afectan el sistema desarenador.
- Regularizar la dosificación de cloro granular utilizado como proceso de tratamiento químico del agua de tal manera que permita combatir la presencia de microorganismo patógenos para salud.
- Elaborar un plan periódico para la caracterización física, química y microbiológica del agua que permita generar un registro continuo de sus propiedades de tal manera que se pueda conocer y resolver de manera rápida y eficaz los problemas que afecten la calidad del agua.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguero Pittman, R. (1997). Agua potable para poblaciones rurales. In Asociación Servicios Educativos Rurales (Ed.), *Instituto Politecnico*.
- Aguirre Morales, F. (2015). *Abastecimiento de Agua para comunidades rurales* (UTMACH (ed.); UTMACH).
- Asamblea Nacional. (2014). *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del agua*.
- Avina, C. I.-. (2012). *Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable* (D. Hirschfeld (ed.); Hirschfeld, Vol. 5). CARE Internacional en el Ecuador.
- Barrios Napurí, C., Torres Ruiz, R., Lampoglia, T., & Aguero Pittman, R. (2009). Guía de Orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. In Asociación Servicios Educativos Rurales (Ed.), *Organización Panamericana de la Salud*.
- COGUANOR. (2012). *Manual de administracion, operacion y mantenimiento de sistemas de agua potable y saneamiento*.
- GAD Javier Loyola. (2015). *Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Javier Loyola*.
- INEN. (1982). *NTE INEN 977: Agua Potable. Determinación de cloro residual*.
- INEN. (2013). NTE INEN 2169: Agua, Calidad de agua, Muestreo Manejo y Conservación de Muestras. In *Instituto Ecuatoriano De Normalización*.
- INEN. (2014). NTE INEN 1108: Agua Potable Requisitos. In *Instituto Ecuatoriano de Normalización* (Issue 5).
- INEN. (2016). *NTE INEN 974: Agua Potable. Determinación de la dureza total por titulación con EDTA*.
- López Cualla, R. A. (2003). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*

- (Escuela Colombiana de Ingeniería (ed.)). Nuevas Ediciones Ltda.
- Martel, A. B. (2004). Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. In Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (Ed.), *Tratamiento de agua para consumo humano* (p. 300). CEPIS/OPS.
- OMS. (1998). Guías para la calidad del agua potable: Recomendaciones. In *Organización Mundial de la Salud*.
- OMS. (2011). Guías para la calidad del agua de consumo humano. In *Organización Mundial de la Salud*.
- OPS. (2005). *Guía para diseño de sistemas de tratamiento de filtración en múltiples etapas*.
- Resolución-N°-ARCA-DE-007, 10 (2018).
- SENAGUA. (1992). *Normas para estudio de sistemas de abastecimiento de agua potable y disposición de aguas residuales, para poblaciones mayores a 1000 habitantes*.
- SENAGUA. (2016a). Estrategia Nacional de Calidad del Agua. In *Ministerio de Ambiente, Ecuador*.
- SENAGUA. (2016b). Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. In *Secretaría del Agua* (Norma CO 10.7-602).

GLOSARIO

ARCA:	Agencia de Regulación y Control de la Calidad del Agua
GAD:	Gobierno Autónomo Descentralizado
NTE INEN:	Norma Técnica Ecuatoriana
OMS:	Organización Mundial de la Salud
OPS:	Organización Panamericana de la Salud
PDOT:	Plan de desarrollo y ordenamiento Territorial
SENAGUA:	Secretaria Nacional del Agua

ANEXOS

ANEXOS A

- ANEXO A1:

Tabla 1. Coeficiente k para dosificación de cloro.

Organismo Índice	Desinfectante		
	HOCl	OCl	NH ₂ Cl
Escherichia coli	0.24	15.6	66
Virus de poliomielitis	1.2	---	---
Virus coxsackie A2	6.3	---	---

Fuente: (SENAGUA, 1992)

- ANEXO A2:

Tabla 2. Numero de muestras para análisis de la calidad del agua de acuerdo a la población servida.

Población	Número total de muestras mensuales
<5000	1
5000 – 100 000	1 por cada 5000 personas
> 100 000 – 500 000	120 más 12 por cada 10 000 personas
>500 000	600 más 12 por cada 100 000 personas

Fuente:(NTE INEN 1108: Agua Potable Requisitos, 2014)

- ANEXO A3:

Tabla 3. Recomendaciones generales para el transporte y conservación de muestras.

Parámetro	Recipiente	Volumen (ml)	Preservación	Tiempo de preservación antes del análisis	Comentarios	Norma INEN
Cloro Residual	Plástico o Vidrio	500		5 min	Mantener las muestras almacenadas en la oscuridad	977
Color	Plástico o Vidrio	500	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C	5 días	Mantener las muestras almacenadas en la oscuridad.	970
Dureza Total	Plástico o Vidrio	100	Acidificar entre pH 1 a 2 con HNO ₃	1 mes		974
Olor	Vidrio	500	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C	6 horas	La prueba puede llevarse a cabo in situ (análisis cualitativo).	
pH	Plástico o Vidrio	100	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C	6 horas	Llevarse a cabo tan pronto como sea posible y,	973

					preferentemente , inmediatamente en el lugar después del muestreo.	
Sólidos totales	Plástico o Vidrio	100	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C	24 horas		
Turbiedad	Plástico o Vidrio	100	Se enfría hasta 1 °C y 5 °C	24 horas	Preferiblemente llevar a cabo en el campo.	

Fuente:(NTE INEN 2169: Agua, Calidad de Agua, Muestreo Manejo y Conservación de Muestras, 2013)

- **ANEXO A4:**

Tabla 4. Olores distintivos del agua y su origen.

Naturaleza	Origen
Olor Químico	Aguas residuales industriales
Olor a cloro	Cloro Residual
Olor a hidrocarburos	Refinería de petróleo
Olor medicamentoso	Fenol, yodoformo
Olor a azufre	Ácido sulfhídrico
Olor a tierra	Arcillas húmedas
Olor fecaloide	Retrete, alcantarilla

Fuente:(Martel, 2004)

ANEXOS B

- **ANEXO B1: Formulario de Inspección para infraestructuras de abastecimiento de agua potable de los prestadores comunitarios.**

		FORMULARIO LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN BÁSICA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE LOS PRESTADORES COMUNITARIOS					
Año de reporte		XXXXXXXXXXXXXXXXXX					
Nombre del prestador comunitario		XXXXXXXXXXXXXXXXXX					
2.1. FUENTE Y CAPTACIÓN							
2.1.1. FUENTES							
Nombre o lugar de la fuente	Tipo de fuente	Coordenadas (UTM)			¿Cuenta con Autorización de Senagua? (SI/NO)	Caudal Autorizado (l/s)	Problemas en la fuente
		X (m)	Y (m)	Cota (m)			

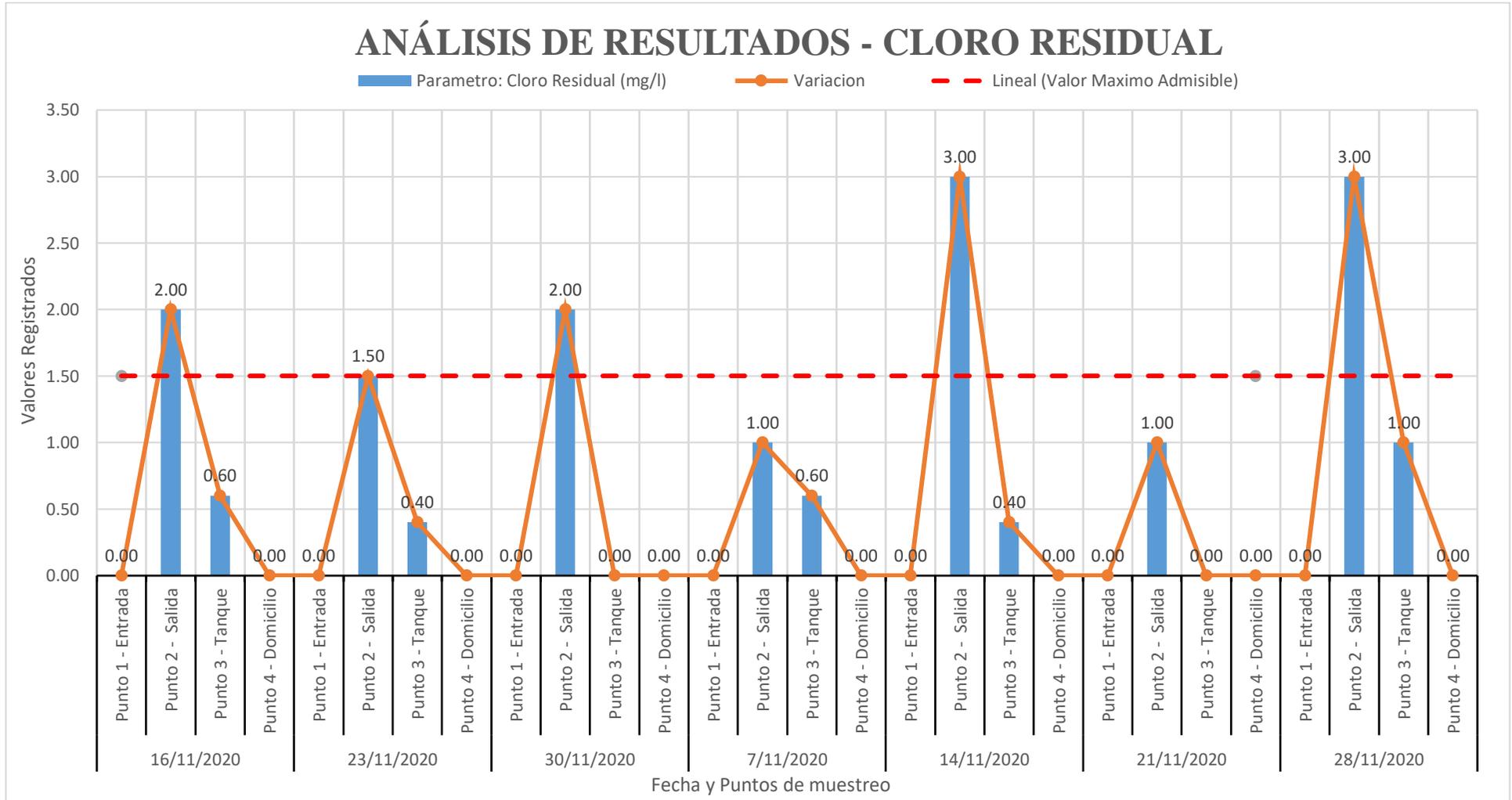
*Opciones de llenado de la tabla							
Tipo de fuente	Río	Vertiente	Problemas de la fuente	Contaminación	Deforestación		
	Lago/Laguna	Pozo		Falta de agua	Hundimientos		
	Estero	Quebrada		Erosión	Otro		
2.1.2. CAPTACIÓN							
Nombre o lugar de la captación	¿Cuenta con estructura hidráulica de captación? (SI/NO)		Material de la estructura	Problemas de la captación	Estado de la Captación	Tipo de Medición	Observaciones
*Opciones de llenado de la tabla							
Material de la estructura	Hormigón	Problemas	Filtraciones	Estado de la Captación	Bueno	Tipo de medición	Macromedidor
	Suelo natural		Fisuras		Regular		Vertedero
	Otro		Otros		Malo		Otros (indicar)
Observaciones respecto de la fuente y captación:							
2.2. CONDUCCIÓN							
2.2.1. CONDUCCIÓN A GRAVEDAD							
Nombre o lugar de la conducción		Forma de conducción	Material de la conducción	Frecuencia de mantenimiento de la conducción	Estado de la conducción	Problemas identificados	
*Opciones de llenado de la tabla							
Forma de conducción	Tubería	Material de la conducción	PVC	Frecuencia de mantenimiento de la conducción	Mensual	Estado de la conducción	Bueno
	Canal abierto		Acero		Anual		Regular
	Canal cerrado		Hormigón		No realiza		Malo
Observaciones respecto a la infraestructura de conducción:							
2.3. TRATAMIENTO DE AGUA CRUDA							
¿Dispone de planta de tratamiento para la potabilización del agua? (Si la respuesta es "SI" ir a sección 2.4.3)				SI		NO	

2.3.1. TRATAMIENTO DE AGUA SOLO CON DESINFECCIÓN							
Ubicación del lugar de tratamiento	¿Realiza desinfección al agua cruda? (SI / NO)	Método de desinfección	¿Realiza medición a la salida de la desinfección? (SI / NO)	Estado del funcionamiento del sistema	Problemas identificados		
*Opciones de llenado de la tabla							
Método de desinfección	Cloro pastillas	Estado del funcionamiento del sistema	Bueno	Problemas identificados	Fugas de agua	No dispone de cloro	
	Cloro líquido		Regular		Deterioro	Operador sin capacitación	
	Otro		Malo		Otro	Dosificación del cloro	
2.3.2. POTABILIZACIÓN DEL AGUA CON PLANTA DE TRATAMIENTO							
Ubicación de la Planta de tratamiento	Tipo de planta de tratamiento	Método de desinfección	¿Realiza medición del agua tratada? (SI / NO)	Estado de la planta	Problemas identificados		
*Opciones de llenado de la tabla							
Tipo de planta de tratamiento	Convencional		Método de desinfección	Cloro pastillas		Estado de la planta	Bueno
	Paquete / Compacta			Cloro líquido			Regular
	Otro			Otro			Malo
2.3.3. OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO PARA AGUA POTABLE							
¿Dispone de manual de operación del método aplicado para tratamiento? (SI / NO)	¿Se realiza la operación de la planta en base al manual? (SI / NO)	¿Existe personal capacitado? (SI / NO)	Frecuencia de mantenimiento	Problemas identificados			
*Opciones de llenado de la tabla							
Frecuencia de mantenimiento	Mensual		Problemas identificados	Falta de personal capacitado		No se conoce la dosis para desinfección de agua	
	Anual			Falta operación y mantenimiento			
	No realiza			Se desconoce la calidad de agua		Otro	
Observaciones respecto del tratamiento de agua cruda:							
2.4. TANQUES DE ALMACENAMIENTO							

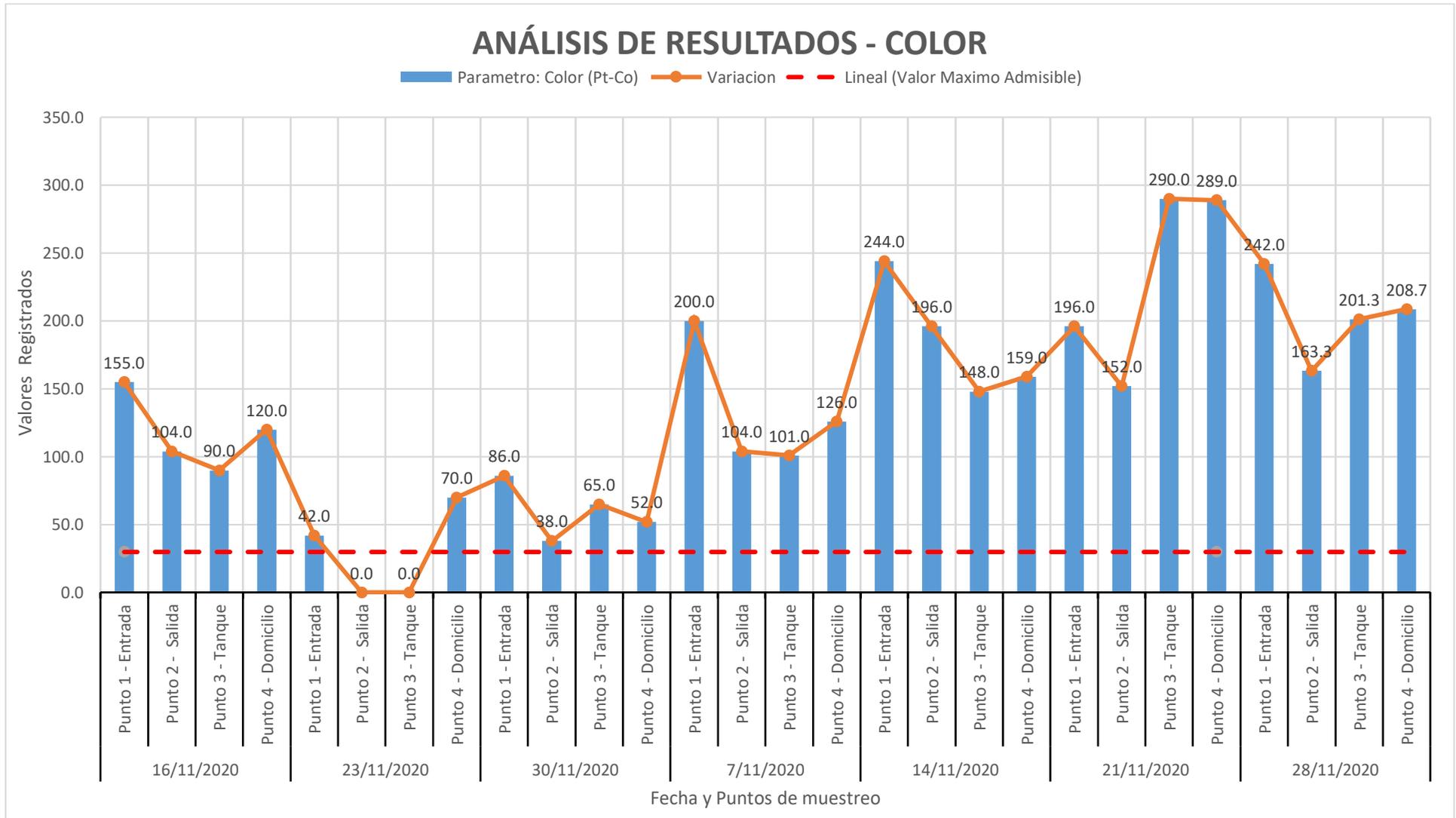
2.4.1. ALMACENAMIENTO (TANQUES)						
Ubicación del tanque	Capacidad del tanque (metros cúbicos)	¿Realiza la medición a la entrada del tanque?	Material (Hormigón, PVC, Otros)	Frecuencia mantenimiento	Estado de la estructura del tanque	Problemas identificados
*Opciones de llenado de la tabla						
Frecuencia de mantenimiento	Mensual	Estado de la estructura del tanque	Bueno	Problemas identificados	Desperdicios por fugas	
	Anual		Regular		Fallas estructurales	
	No realiza		Malo		Fallas cimentación	
Observaciones respecto de la infraestructura de los tanques de almacenamiento:						
2.5. DISTRIBUCIÓN						
2.5.1. CONEXIONES O ACOMETIDAS						
¿Cuántas conexiones de agua existen en su(s) comunidad(es)?		Nro.				
¿Dispone de medidores en las conexiones o acometidas?		SI (Nro.)		NO		
¿Dispone de medidores en funcionamiento?		SI (Nro.)		NO		
2.5.2. TUBERÍAS / REDES DE DISTRIBUCIÓN						
¿Existen control en las conexiones clandestinas?		SI		NO		
		Observaciones:				
¿Existe roturas de tuberías?		SI		NO		
		Observaciones:				
¿Existe mantenimiento en las redes de distribución?		SI		NO		
		Observaciones:				
Estado de las redes de distribución		Bueno		Observaciones:		
		Regular				
		Malo				
Observaciones respecto a la infraestructura de distribución:						

ANEXOS C

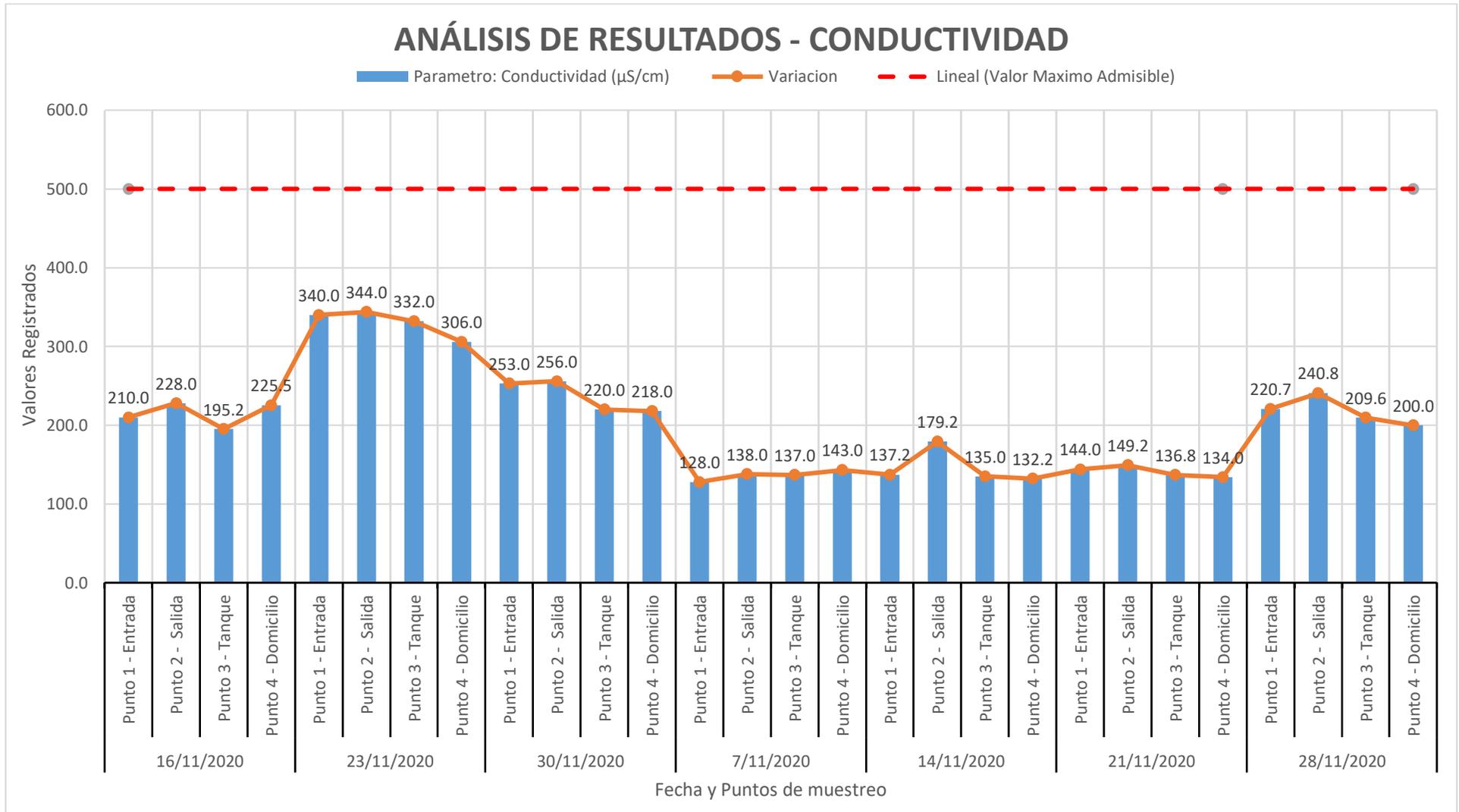
- **ANEXO C1: Representación y análisis de los valores obtenidos en la caracterización de cloro residual.**



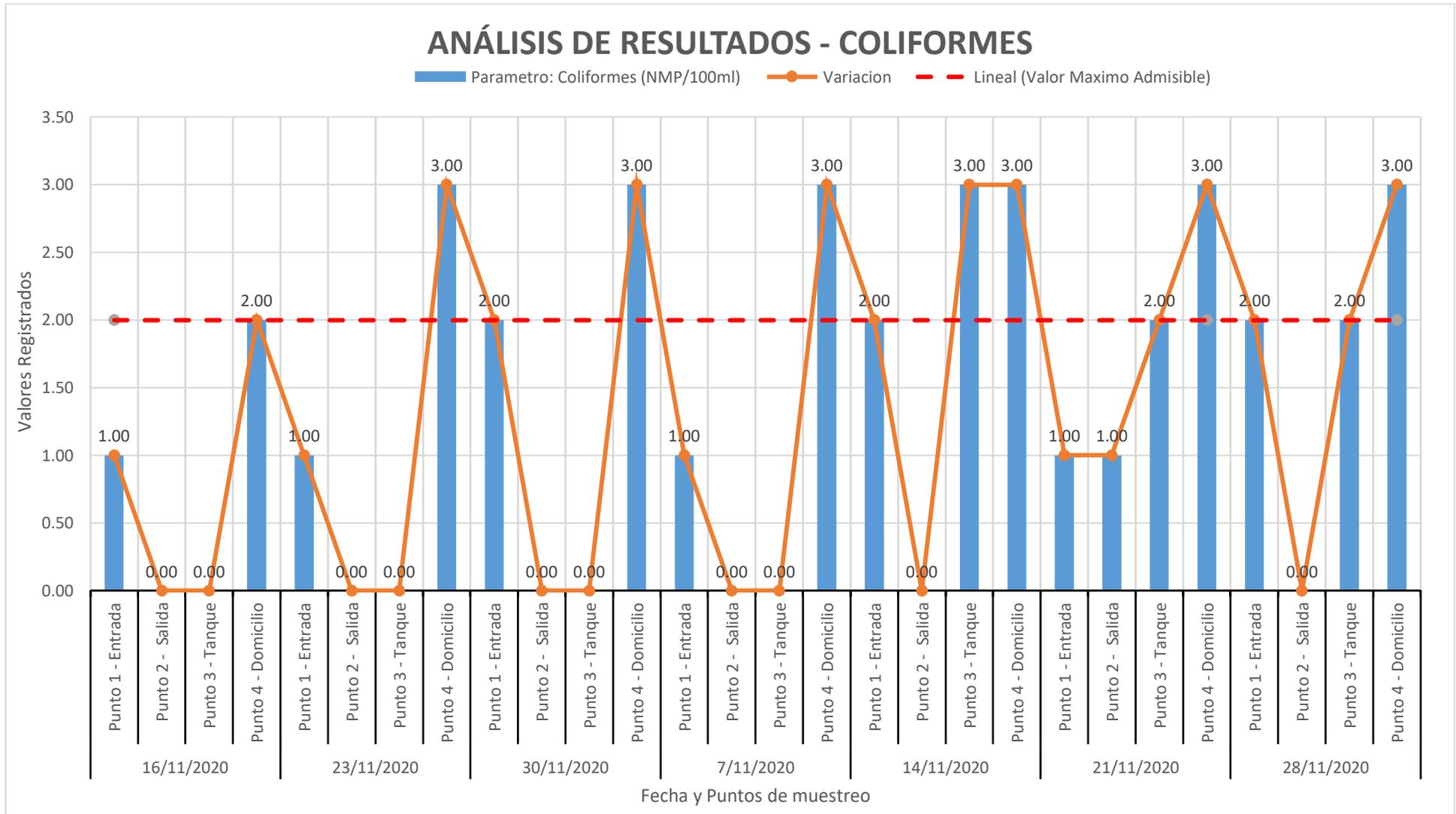
- ANEXO C2: Representación y análisis de los valores obtenidos en la caracterización de color.



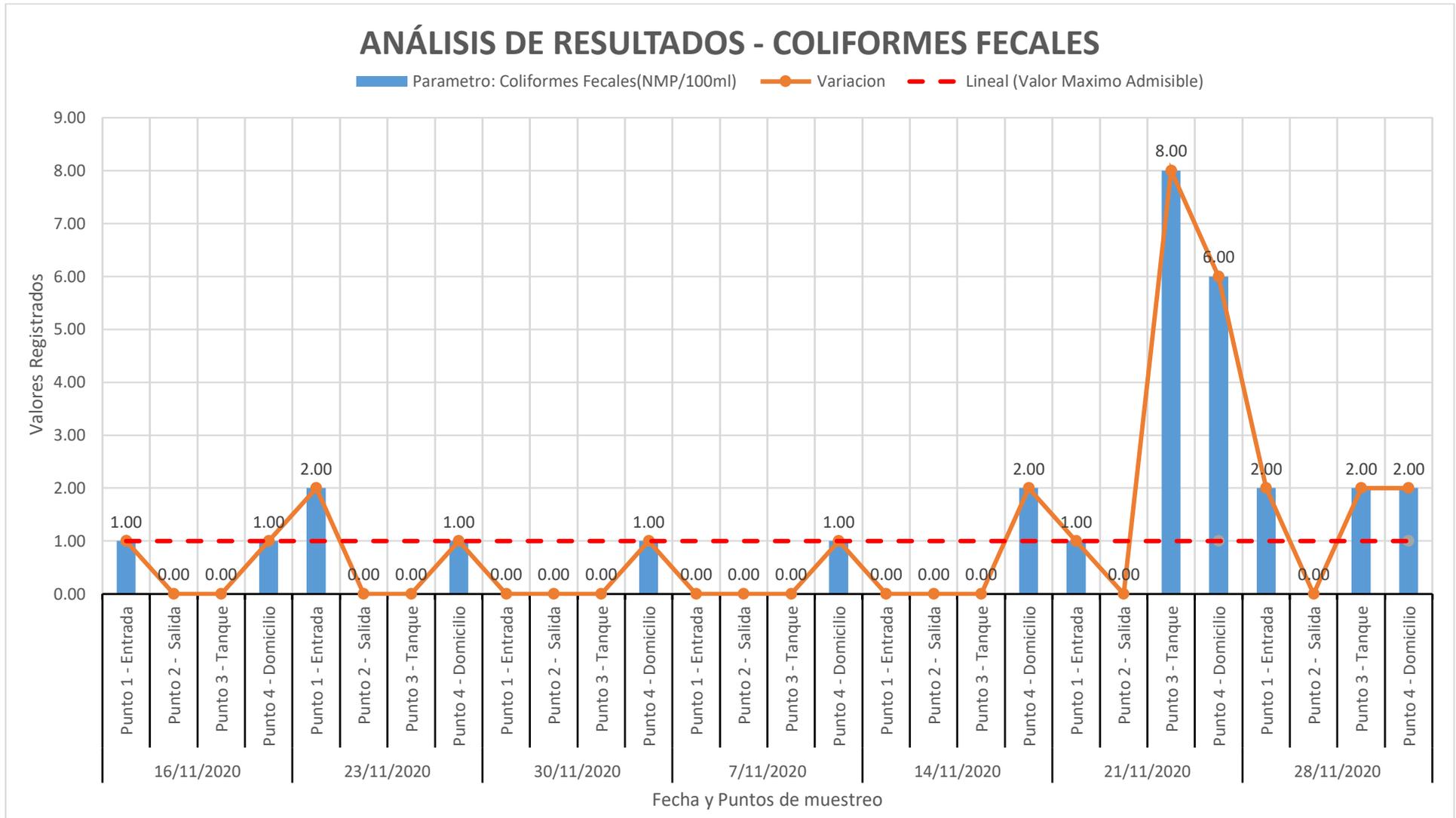
- ANEXO C3: Representación y análisis de los valores obtenidos en la caracterización de conductividad.



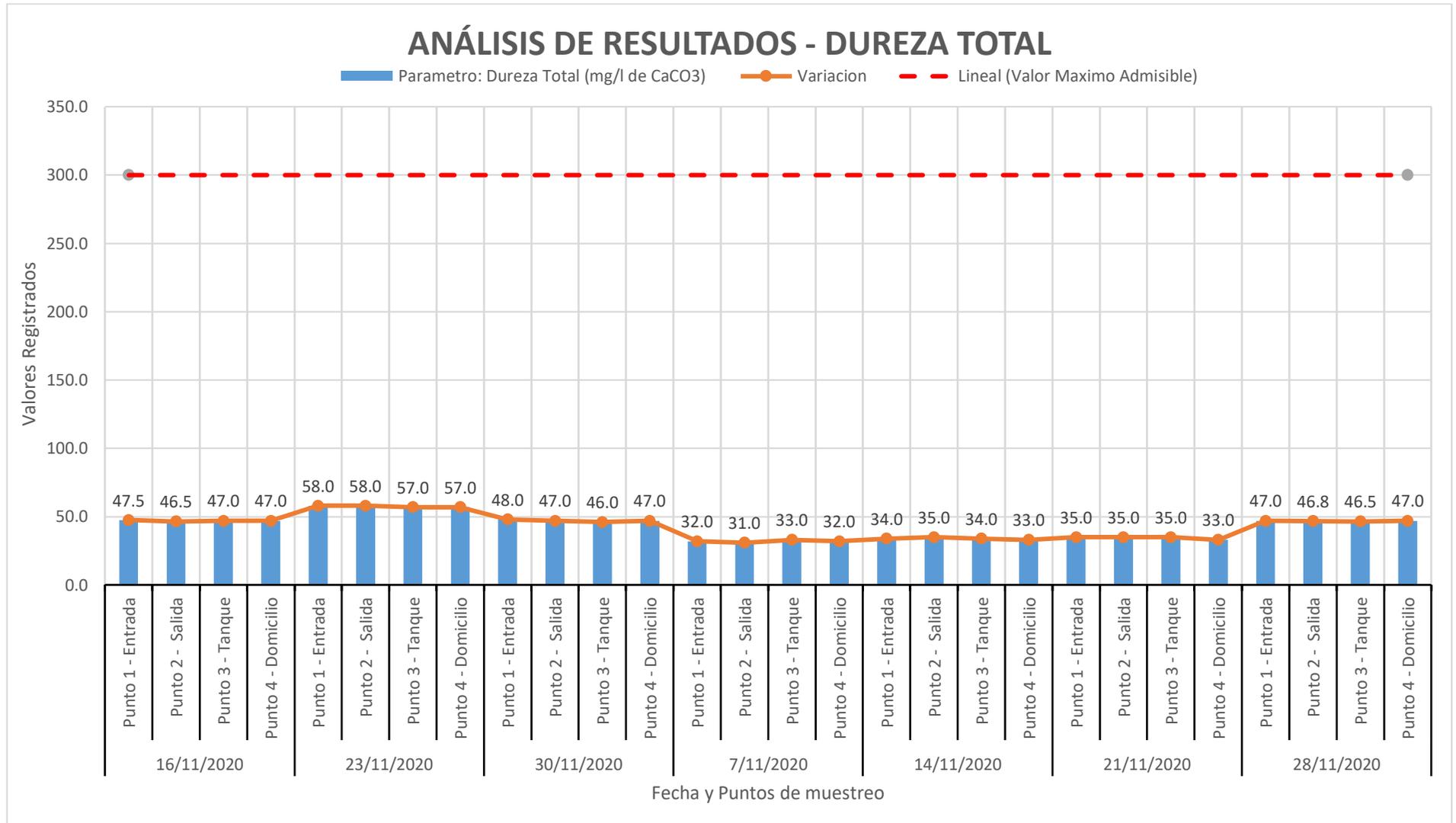
- ANEXO C4: Representación y análisis de los valores obtenidos en la caracterización de coliformes.



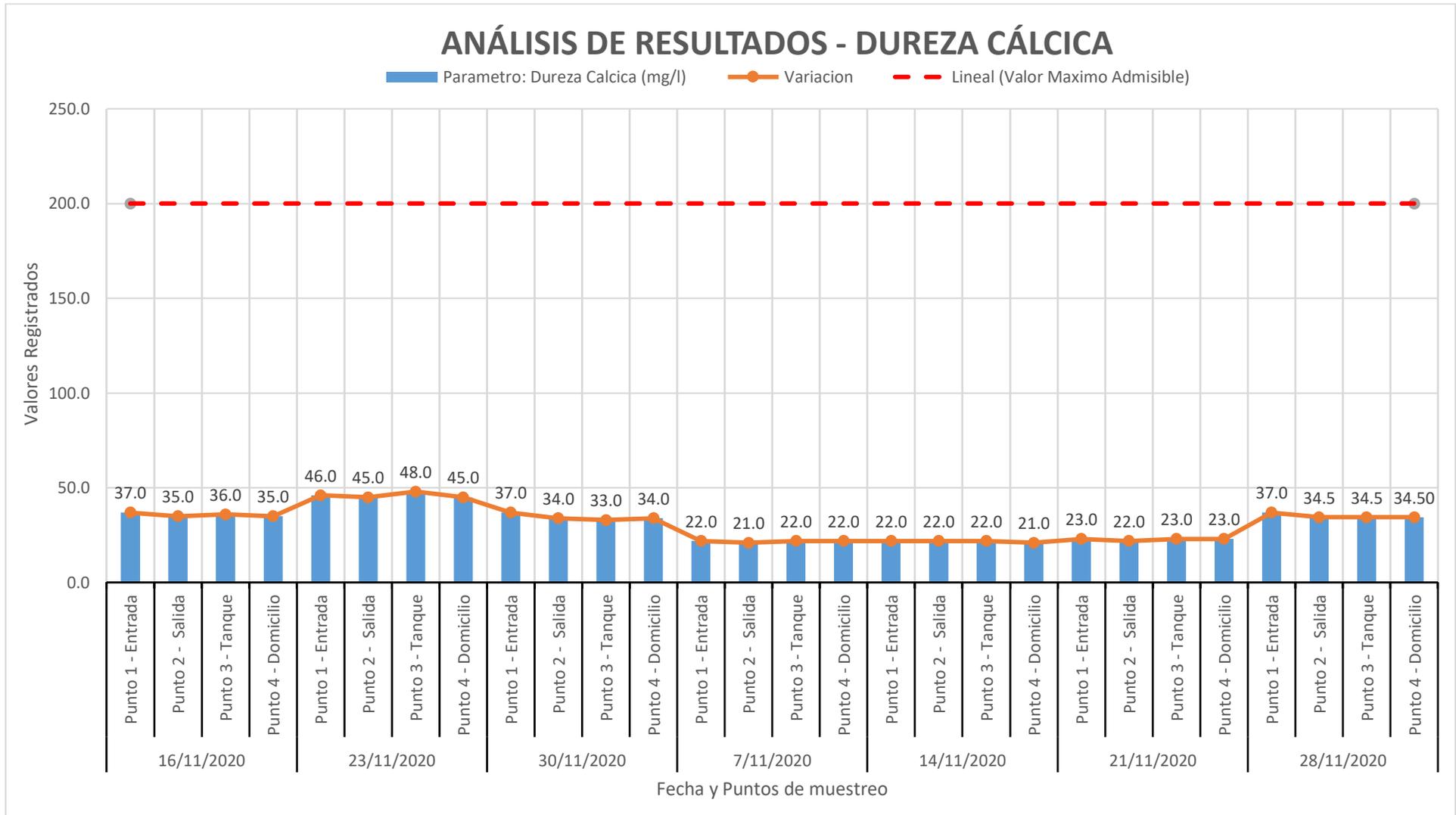
- ANEXO C5: Representación y análisis de los valores obtenidos en la caracterización de coliformes fecales.



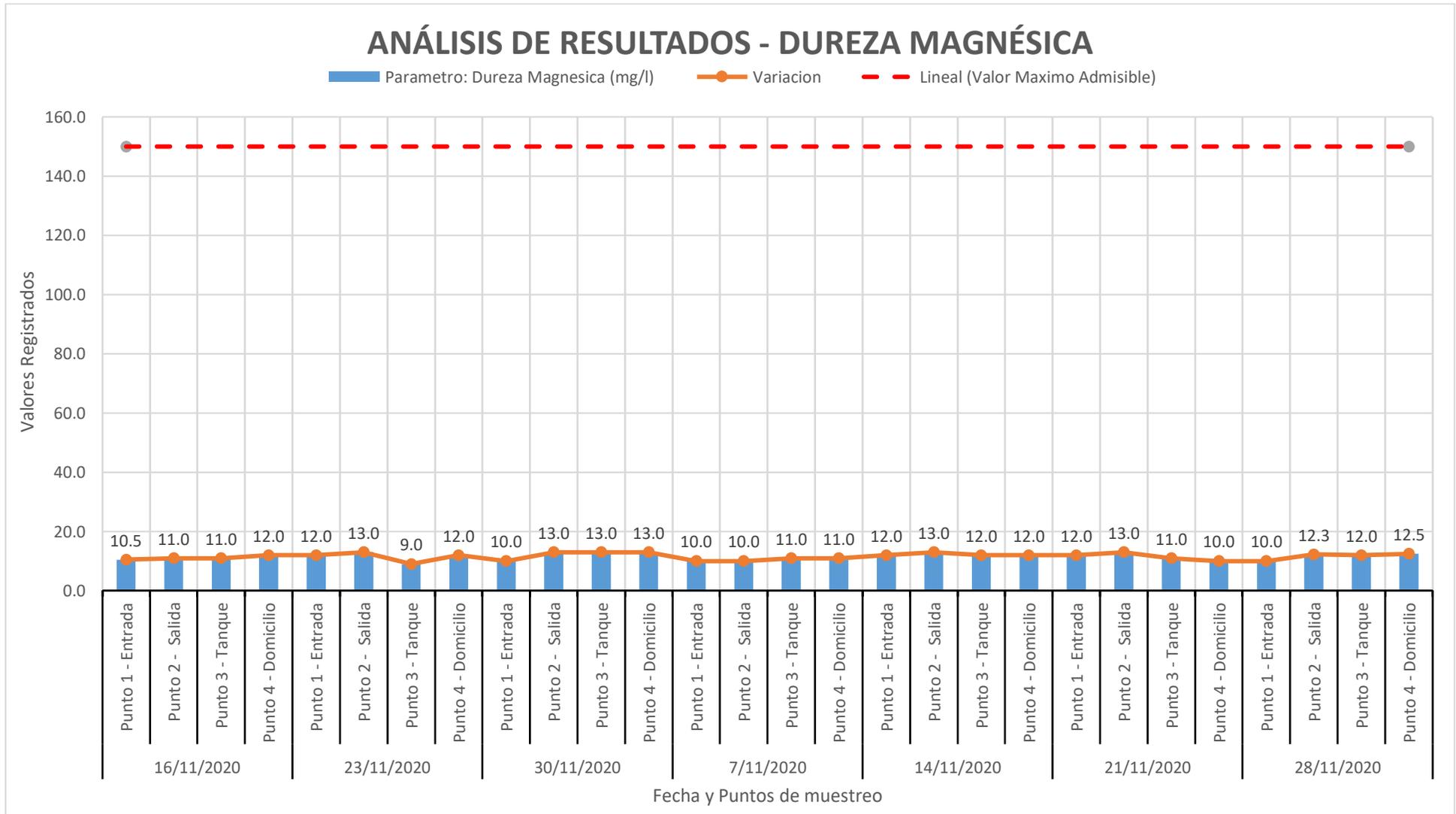
- ANEXO C6: Representación y análisis de los valores obtenidos en la caracterización de dureza total.



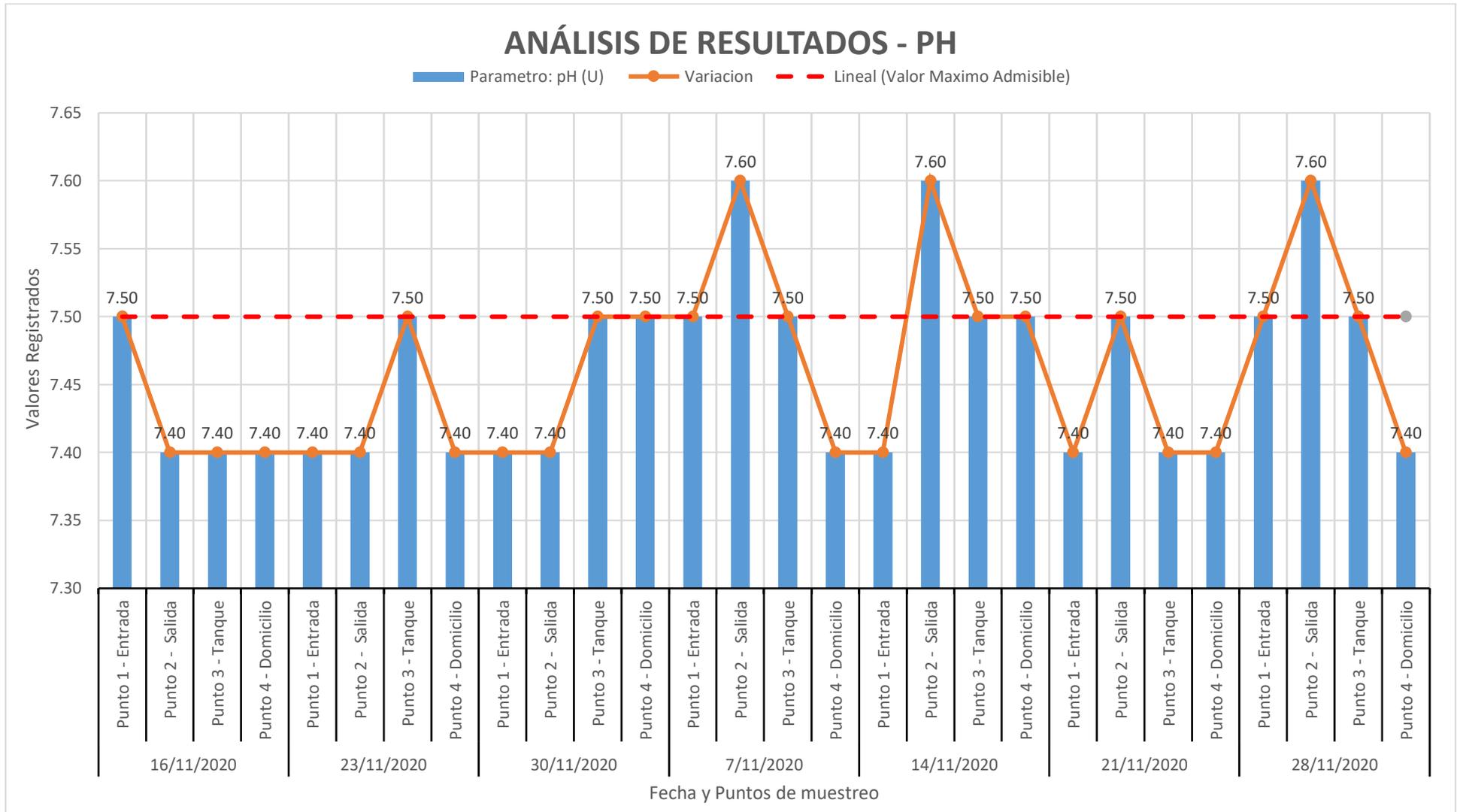
- ANEXO C7: Representación y análisis de los valores obtenidos en la caracterización de dureza cálcica



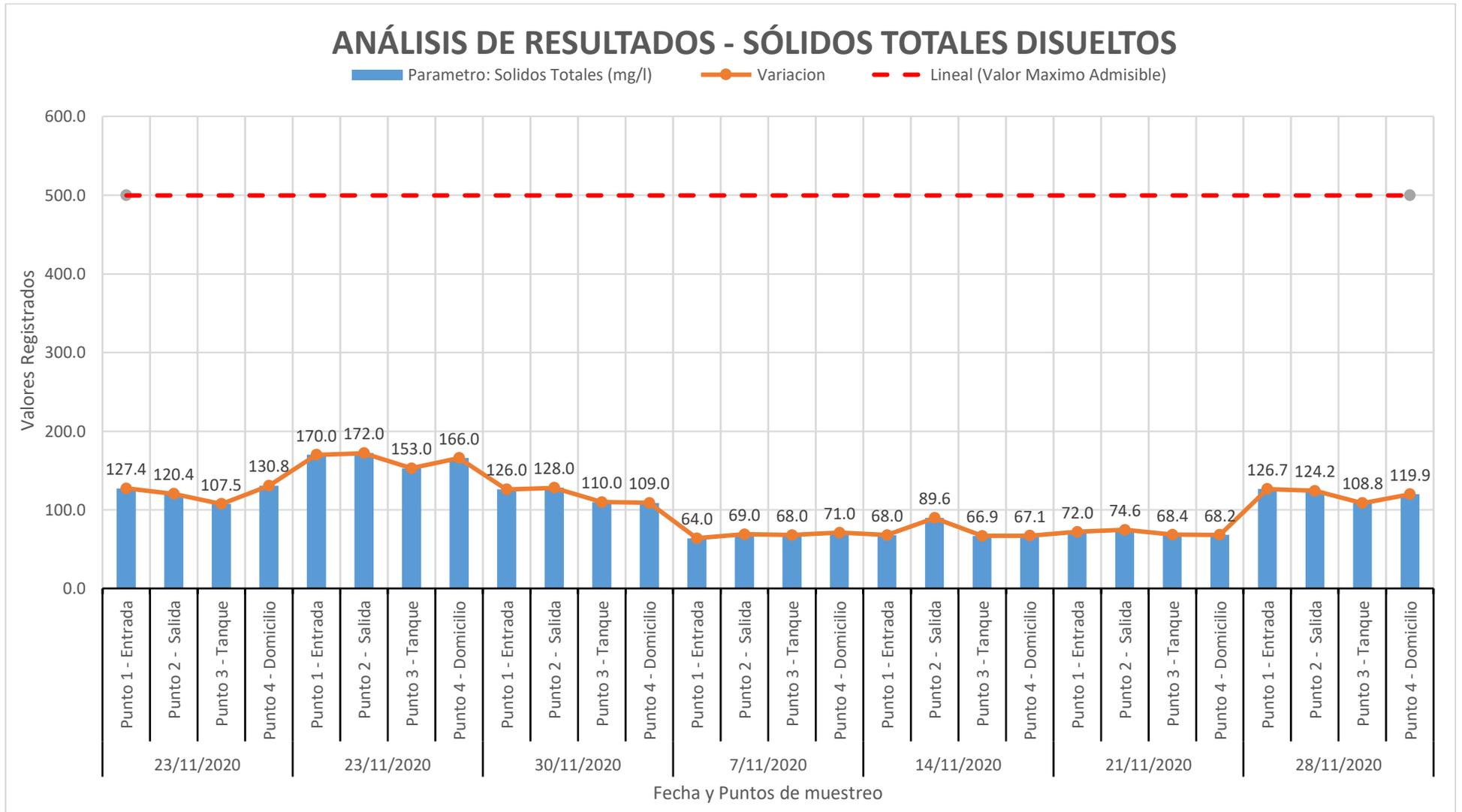
- ANEXO C8: Representación y análisis de los valores obtenidos en la caracterización de dureza magnésica.



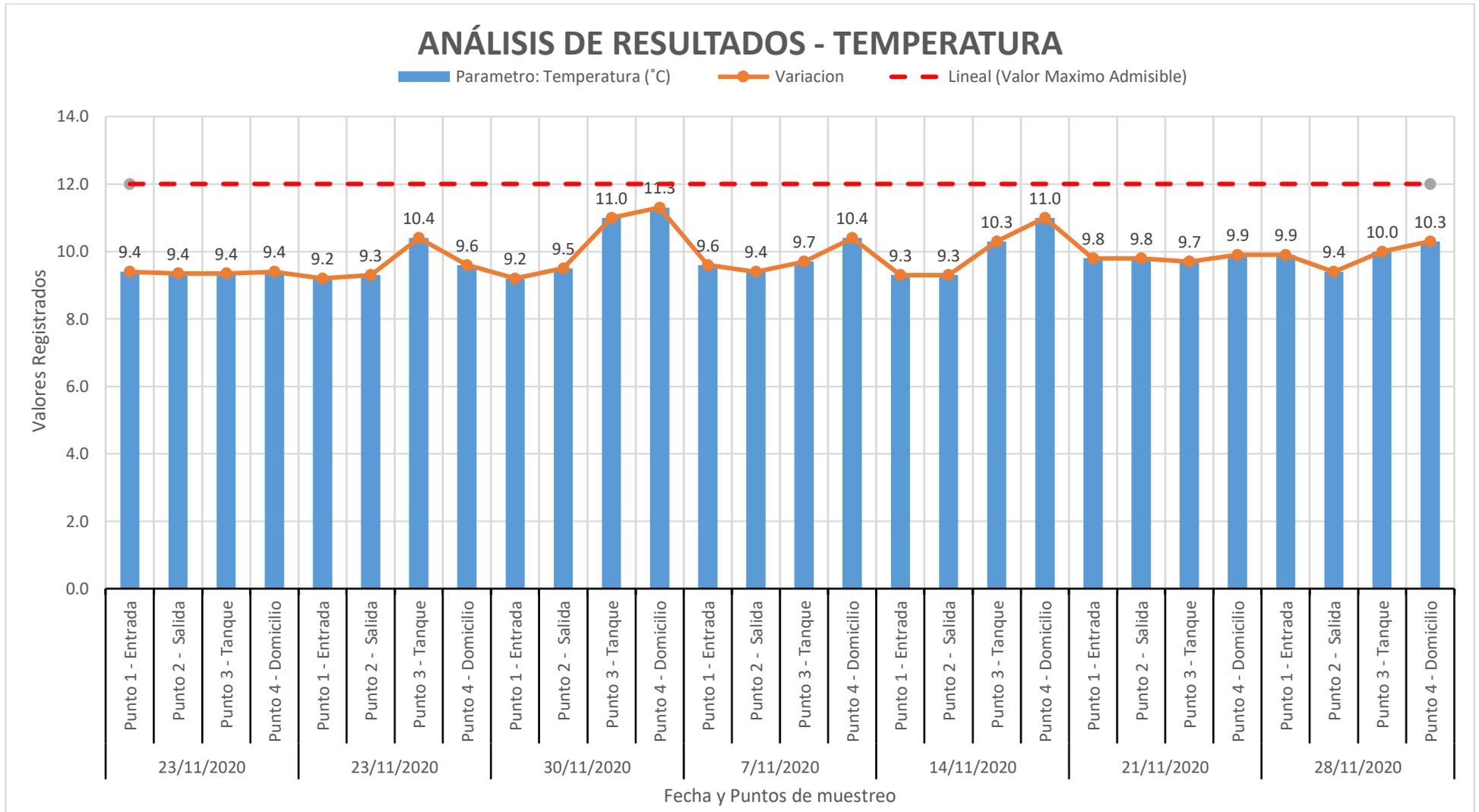
- ANEXO C9: Representación y análisis de los valores obtenidos en la caracterización de pH.



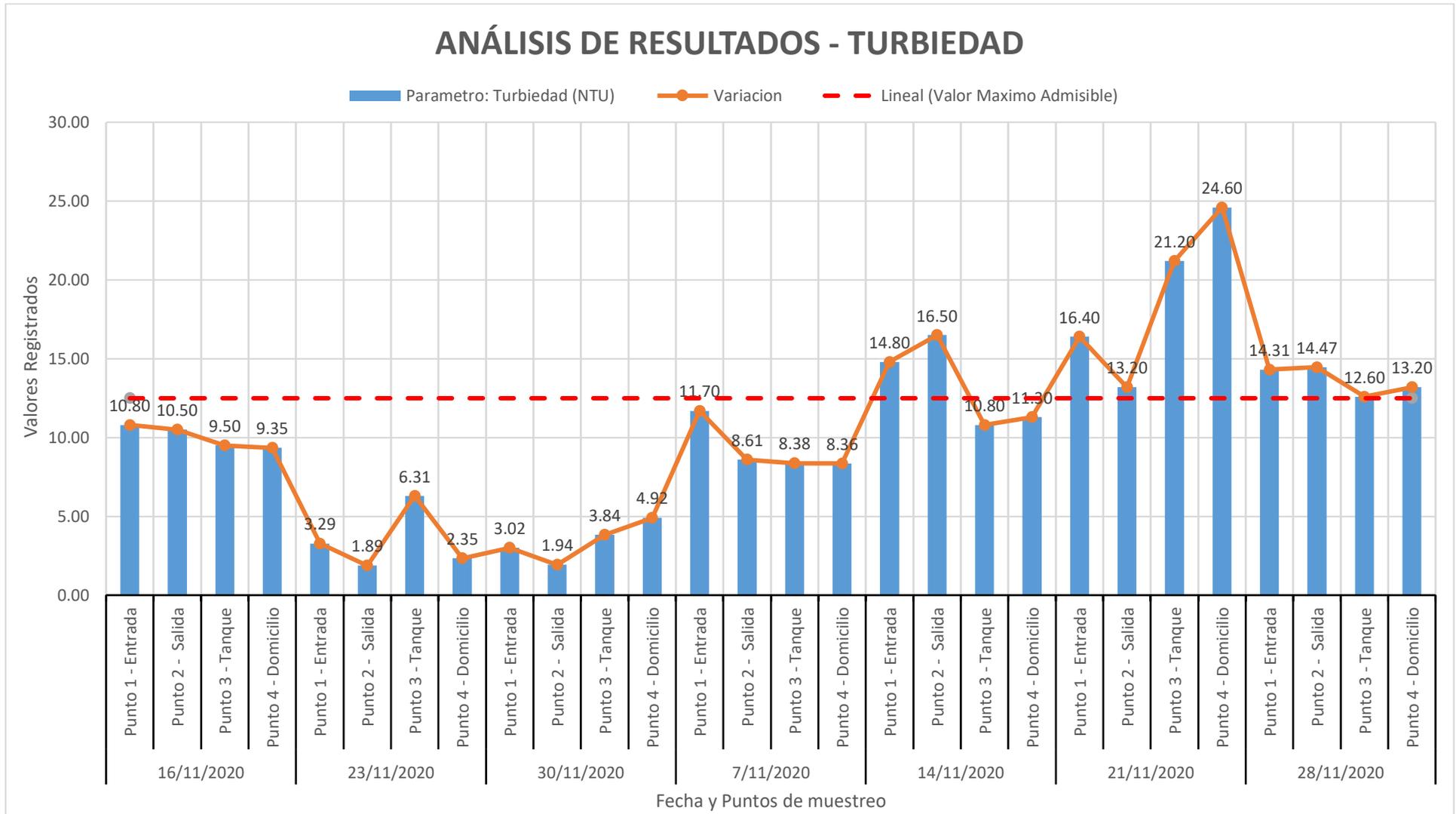
- ANEXO C10: Representación y análisis de los valores obtenidos en la caracterización de sólidos totales disueltos.



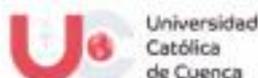
- ANEXO C11: Representación y análisis de los valores obtenidos en la caracterización de temperatura.



- ANEXO C12: Representación y análisis de los valores obtenidos en la caracterización de turbiedad.



Anexos D: Informes de Resultados de laboratorio.



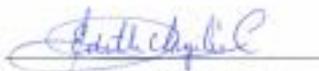
INFORME DE RESULTADOS

Azogues 16 de noviembre de 2020

El análisis de la calidad del agua de la Junta de abastecimiento de Pampa Vintimilla, en temas físicos, químicos y microbiológicos, llevados a cabo por el estudiante **ROJAS ABAD JUAN XAVIER**, con cedula de identidad 0302715255, con fines de la elaboración del trabajo de titulación "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LA JUNTA PAMPA VINTIMILLA MEDIANTE LINEAMIENTOS TÉCNICOS DE VIGILANCIA Y CONTROL PARA COMUNIDADES", se realizaron en la ciudad de Azogues en el laboratorio pertenecientes a la Empresa Pública Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Ambiental del Cantón Azogues (EMAPAL EP) bajo la tutela de la Doctora Edith Urgilés Campos, obteniéndose los siguientes resultados:

Análisis de la calidad del agua para el sistema de abastecimiento de Pampa Vintimilla				
Parámetro	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
Cloro Residual (mg/l)	0.00	2.00	0.60	0.00
Color (Pt-Co)	155.00	104.00	90.00	120.00
Conductividad	210.00	228.00	195.20	225.50
Coliformes	1.00	0.00	0.00	2.00
Coliformes Fecales	1.00	0.00	0.00	1.00
Dureza Total (mg/l $CaCO_3$)	47.50	46.50	47.00	47.00
Dureza Cálcica	37.00	35.00	36.00	35.00
Dureza Magnésica	10.50	11.00	11.00	12.00
Olor y Sabor	Presencia	Presencia	Ausencia	Presencia
pH (U)	7.50	7.40	7.40	7.40
Sólidos Totales Disueltos (mg/l)	127.35	120.6	107.5	130.70
Temperatura (°C)	9.40	9.35	9.35	9.40
Turbiedad (NTU)	10.8	10.5	9.50	9.35




Edith Urgilés Campos



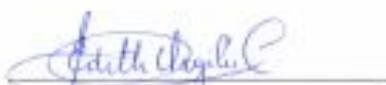
INFORME DE RESULTADOS

Azogues 23 de noviembre de 2020

El análisis de la calidad del agua de la Junta de abastecimiento de Pampa Vintimilla, en temas físicos, químicos y microbiológicos, llevados a cabo por el estudiante **ROJAS ABAD JUAN XAVIER**, con cedula de identidad **0302715255**, con fines de la elaboración del trabajo de titulación “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LA JUNTA PAMPA VINTIMILLA MEDIANTE LINEAMIENTOS TÉCNICOS DE VIGILANCIA Y CONTROL PARA COMUNIDADES”, se realizaron en la ciudad de Azogues en el laboratorio pertenecientes a la Empresa Pública Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Ambiental del Cantón Azogues (EMAPAL EP) bajo la tutela de la Doctora Edith Urgilés Campos, obteniéndose los siguientes resultados:

Parámetros de Análisis para el sistema de abastecimiento de Pampa Vintimilla				
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
Cloro Residual (mg/l)	0.00	1.50	0.40	0.00
Color (Pt-Co)	42.00	0.00	0.00	70.00
Conductividad	340.00	344.00	332.00	306.00
Coliformes	1.00	0.00	0.00	3.00
Coliformes Fecales	2.00	0.00	0.00	1.00
Dureza Total (mg/l $CaCO_3$)	58.00	58.00	57.00	57.00
Dureza Cálcica	46.00	45.00	48.00	45.00
Dureza Magnésica	12.00	13.00	9.00	12.00
Olor y Sabor	Presencia	Presencia	Ausencia	Ausencia
pH (U)	7.40	7.40	7.50	7.40
Solidos Totales Disueltos (mg/l)	170.00	172.00	153.00	166.00
Temperatura (°C)	9.20	9.30	10.40	9.60
Turbiedad (NTU)	3.29	1.89	6.31	2.35




Edith Urgilés Campos



INFORME DE RESULTADOS

Azogues 30 de noviembre de 2020

El análisis de la calidad del agua de la Junta de abastecimiento de Pampa Vintimilla, en temas físicos, químicos y microbiológicos, llevados a cabo por el estudiante **ROJAS ABAD JUAN XAVIER**, con cedula de identidad **0302715255**, con fines de la elaboración del trabajo de titulación **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LA JUNTA PAMPA VINTIMILLA MEDIANTE LINEAMIENTOS TÉCNICOS DE VIGILANCIA Y CONTROL PARA COMUNIDADES”**, se realizaron en la ciudad de Azogues en el laboratorio pertenecientes a la Empresa Pública Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Ambiental del Cantón Azogues (EMAPAL EP) bajo la tutela de la Doctora Edith Urgilés Campos, obteniéndose los siguientes resultados:

Parámetros de Análisis para el sistema de abastecimiento de Pampa Vintimilla				
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
Cloro Residual (mg/l)	0.00	2.00	0.00	0.00
Color (Pt-Co)	86.00	38.00	65.00	52.00
Conductividad	253.00	256.00	220.00	218.00
Coliformes	2.00	0.00	0.00	3.00
Coliformes Fecales	0.00	0.00	0.00	1.00
Dureza Total (mg/l CaCO ₃)	48.00	47.00	46.00	47.00
Dureza Cálcica	37.00	34.00	33.00	34.00
Dureza Magnésica	10.00	13.00	13.00	13.00
Olor y Sabor	Presencia	Presencia	Ausencia	Presencia
pH (U)	7.40	7.40	7.50	7.50
Sólidos Totales Disueltos (mg/l)	126.00	128.00	109.00	110.00
Temperatura (°C)	9.20	9.50	11.00	11.30
Turbiedad (NTU)	3.02	1.94	4.92	3.84




Edith Urgilés Campos



INFORME DE RESULTADOS

Azogues 07 de diciembre de 2020

El análisis de la calidad del agua de la Junta de abastecimiento de Pampa Vintimilla, en temas físicos, químicos y microbiológicos, llevados a cabo por el estudiante **ROJAS ABAD JUAN XAVIER**, con cedula de identidad **0302715255**, con fines de la elaboración del trabajo de titulación “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LA JUNTA PAMPA VINTIMILLA MEDIANTE LINEAMIENTOS TÉCNICOS DE VIGILANCIA Y CONTROL PARA COMUNIDADES”, se realizaron en la ciudad de Azogues en el laboratorio pertenecientes a la Empresa Pública Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Ambiental del Cantón Azogues (EMAPAL EP) bajo la tutela de la Doctora Edith Urgilés Campos, obteniéndose los siguientes resultados:

Parámetros de Análisis para el sistema de abastecimiento de Pampa Vintimilla				
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
Cloro Residual (mg/l)	0.00	1.00	0.60	0.00
Color (Pt-Co)	200.00	104.00	101.00	126.00
Conductividad	128.00	138.00	137.00	143.00
Coliformes	1.00	0.00	0.00	3.00
Coliformes Fecales	0.00	0.00	0.00	1.00
Dureza Total (mg/l $CaCO_3$)	32.00	31.00	33.00	32.00
Dureza Cálcica	22.00	21.00	22.00	22.00
Dureza Magnésica	10.00	10.00	11.00	11.00
Olor y Sabor	Presencia	Presencia	Ausencia	Presencia
pH (U)	7.50	7.50	7.40	7.50
Sólidos Totales Disueltos (mg/l)	64.00	69.00	68.00	71.00
Temperatura (°C)	9.60	9.40	9.70	10.40
Turbiedad (NTU)	11.70	8.61	8.38	8.36




Edith Urgilés Campos



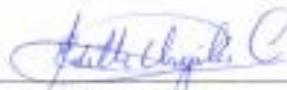
INFORME DE RESULTADOS

Azogues 14 de diciembre de 2020

El análisis de la calidad del agua de la Junta de abastecimiento de Pampa Vintimilla, en temas físicos, químicos y microbiológicos, llevados a cabo por el estudiante **ROJAS ABAD JUAN XAVIER**, con cedula de identidad 0302715255, con fines de la elaboración del trabajo de titulación "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LA JUNTA PAMPA VINTIMILLA MEDIANTE LINEAMIENTOS TÉCNICOS DE VIGILANCIA Y CONTROL PARA COMUNIDADES", se realizaron en la ciudad de Azogues en el laboratorio pertenecientes a la Empresa Pública Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Ambiental del Cantón Azogues (EMAPAL EP) bajo la tutela de la Doctora Edith Urgilés Campos, obteniéndose los siguientes resultados:

Parámetros de Análisis para el sistema de abastecimiento de Pampa Vintimilla				
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
Cloro Residual (mg/l)	0	3.00	0.2	0.00
Color (Pt-Co)	244.00	196.00	148.00	159.00
Conductividad	137.20	179.20	134.00	132.00
Coliformes	2.00	0.00	3.00	3.00
Coliformes Fecales	0.00	0.00	0.00	2.00
Dureza Total (mg/l $CaCO_3$)	34.00	35.00	34.00	33.00
Dureza Cálcica	22.00	22.00	22.00	21.00
Dureza Magnésica	12.00	13.00	12.00	12.00
Olor y Sabor	Presencia	Presencia	Ausencia	Presencia
pH (U)	7.40	7.60	7.50	7.50
Sólidos Totales Disueltos (mg/l)	68.60	89.60	66.90	67.10
Temperatura (°C)	9.30	9.30	10.30	11.00
Turbiedad (NTU)	14.80	16.50	10.80	11.30




Edith Urgilés Campos



INFORME DE RESULTADOS

Azogues 21 de diciembre de 2020

El análisis de la calidad del agua de la Junta de abastecimiento de Pampa Vintimilla, en temas físicos, químicos y microbiológicos, llevados a cabo por el estudiante **ROJAS ABAD JUAN XAVIER**, con cedula de identidad **0302715255**, con fines de la elaboración del trabajo de titulación **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LA JUNTA PAMPA VINTIMILLA MEDIANTE LINEAMIENTOS TÉCNICOS DE VIGILANCIA Y CONTROL PARA COMUNIDADES”**, se realizaron en la ciudad de Azogues en el laboratorio pertenecientes a la Empresa Pública Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Ambiental del Cantón Azogues (EMAPAL EP) bajo la tutela de la Doctora Edith Urgilés Campos, obteniéndose los siguientes resultados:

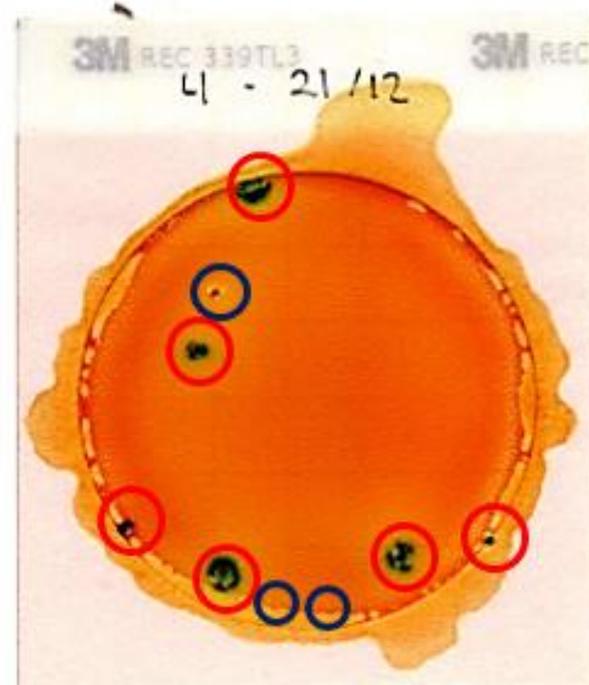
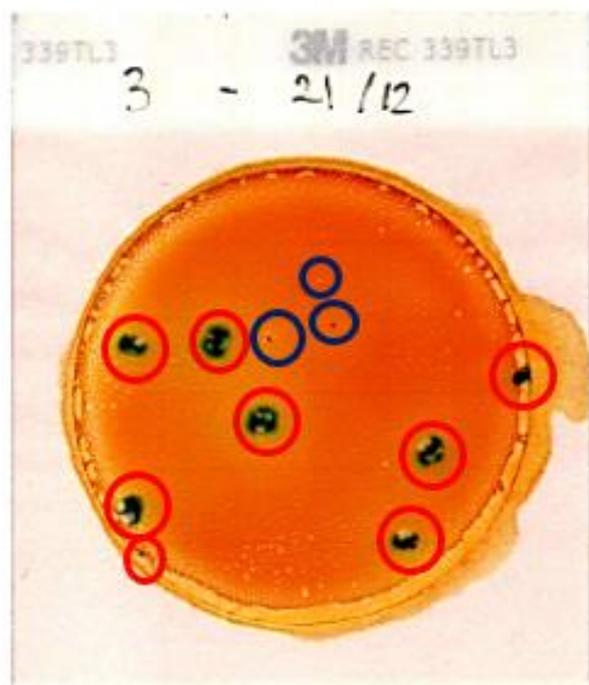
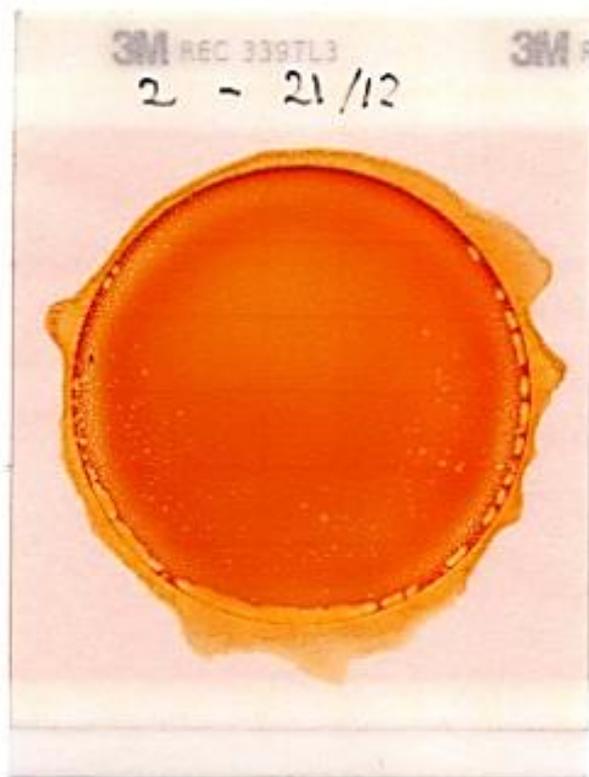
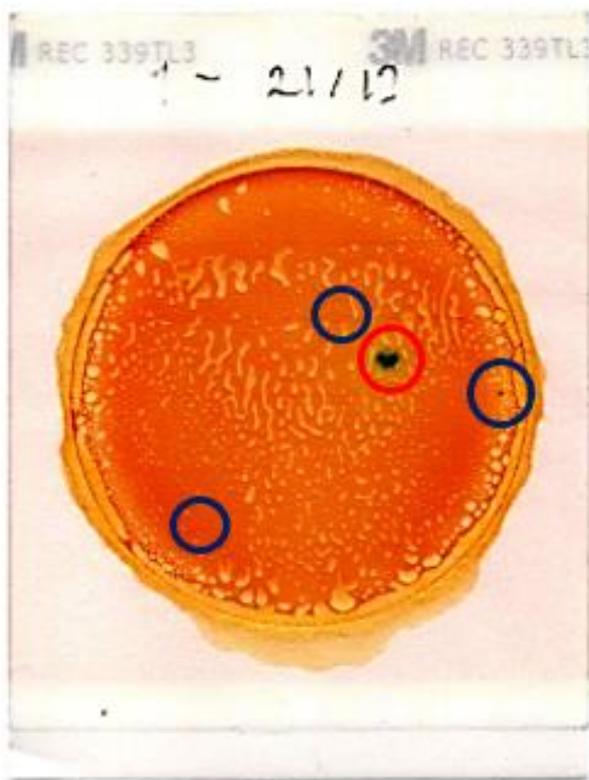
Parámetros de Análisis para el sistema de abastecimiento de Pampa Vintimilla				
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
Cloro Residual (mg/l)	0.00	1.00	0.00	0.00
Color (Pt-Co)	196.00	152.00	299.00	289.00
Conductividad	144.00	149.20	136.80	134.00
Coliformes	3.00	0.00	3.00	4.00
Coliformes Fecales	1.00	0.00	8.00	6.00
Dureza Total (mg/l $CaCO_3$)	35.00	35.00	34.00	33.00
Dureza Cálcica	23.00	22.00	23.00	23.00
Dureza Magnésica	12.00	13.00	11.00	10.00
Olor y Sabor	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia
pH (U)	7.40	7.50	7.40	7.40
Sólidos Totales Disueltos (mg/l)	72.00	74.60	68.40	68.20
Temperatura (°C)	9.80	9.80	9.70	9.90
Turbiedad (NTU)	16.4	13.20	21.2	24.6




Edith Urgilés Campos



ANEXO E: Resultados de colonias coliformes para la caracterización microbiológica del agua de la Junta Pampa Vintimilla por medio de placas Petrifilm.



ANEXO F: Registro Fotográfico



Imagen 28. Entrevista con operador de la Junta Pampa Vintimilla. – Fuente:(Autor, 2021)



Imagen 29. Proceso de empaquetado para tomas de muestras destinadas a la evaluación de la calidad del agua. – Fuente:(Autor, 2021)



Imagen 30. Proceso de caracterización de cloro residual efectuados en la Junta Pampa Vintimilla mediante un recipiente comparador de cloro y reactivo del tipo ortotolidina. – Fuente:(Autor, 2021)



Imagen 31. Entrevista con usuario del servicio de agua de la Junta Pampa Vintimilla. – Fuente:(Autor, 2021)



Imagen 32. Preparación de muestras de agua en laboratorio para evaluación de su calidad. – Fuente:(Autor, 2021)



Imagen 33. Preparación de placas Petrifilm para la caracterización microbiológica de muestras de agua perteneciente a la Junta Pampa Vintimilla. – Fuente:(Autor, 2021)



Imagen 34. Análisis y Registro de resultados bajo la tutela de la doctora Edith Urgiles, jefa de laboratorio. – Fuente:(Autor, 2021)



Imagen 35. Recorridos de campo para levantamiento de información del sistema de abastecimiento. – Fuente:(Autor, 2021)

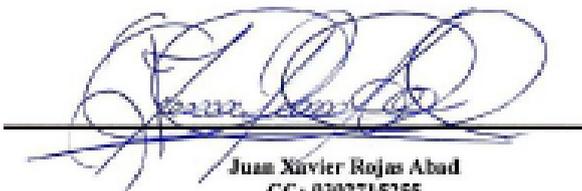
- ANEXO G: AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

 <p>Universidad Católica de Cuenca</p>	<p>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</p>	<p>CÓDIGO: F - DS - 30 VERSION: 01 FECHA: 2021-04-15 Página 1 de 1</p>
---	---	--

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo Juan Xavier Rojas Abad portador de la cédula de ciudadanía N° 0302715255. En calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación "Evaluación de la calidad del agua del sistema de abastecimiento de la junta Pampa Vintimilla mediante lineamientos Técnicos de Vigilancia y Control para comunidades" de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, 21 de junio de 2021.



Juan Xavier Rojas Abad
CC: 0302715255

Biblioteca Universitaria
MONS. "FROILAN POZO QUEVEDO"

www.ucacue.edu.ec

- ANEXO H: DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

 <p>Universidad Católica de Cuenca</p>	<p>DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD</p>	<p>CÓDIGO: F - DB - 34 VERSION: 01 FECHA: 2021-04-15 Página 1 de 1</p>
---	---	--

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Juan Xavier Rojas Abad portador de la cédula de ciudadanía N° 0302715255. Declaro ser el autor de la obra: "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LA JUNTA PAMPA VINTIMILLA MEDIANTE LINEAMIENTOS TÉCNICOS DE VIGILANCIA Y CONTROL PARA COMUNIDADES", sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Azogues, 21 de junio de 2021



Juan Xavier Rojas Abad
C.C: 0302715255

Biblioteca Universitaria
MONS. "FROILAN POZO QUEVEDO"

www.ucacue.edu.ec

- ANEXO I: CERTIFICADO ANTI PLAGIO



UCACUE-CAVU-UT-2021-008-AP
Azogues, 12 de febrero de 2021

Señor Ingeniero
Ricardo Romero González
DIRECTOR DE CARRERA

Señor Ingeniero
Geovanny González Rodríguez
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
INGENIERÍA CIVIL SEDE AZOGUES
Ciudad

ASUNTO: Informe de similitud del trabajo de titulación de la estudiante *Rojas Abad Juan Xavier*

REFERENCIA: OFICIO S/N 20210212

Reciban un cordial y atento saludo; en atención a la solicitud en referencia adjunto al presente el **RESULTADO DE SIMILITUD TURNITIN** del trabajo de titulación: "Evaluación de la calidad del agua del sistema de abastecimiento de la junta Pampa Vintimilla mediante lineamientos técnicos de rigilancia y control para comunidades", elaborado por la estudiante **ROJAS ABAD JUAN XAVIER**. El resultado presenta un índice de similitud del **SIETE PORCIENTO (7%)**, siendo inferior al límite establecido en el *Reglamento de la Unidad de Titulación*, y en consecuencia **APTO** para continuar con el proceso de titulación. Adjunto el documento completo revisado por el sistema Turnitin.

Rojas Abad - E1

REPORTE DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRINCIPALES

1	www.cepis.org.pe Fuente de Internet	1%
2	www.bvsds.paho.org Fuente de Internet	<1%
3	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1%

Particular que pongo a su conocimiento para fines pertinentes.

Atentamente;
DIGNO, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Ing. Cristian Arturo Vintimilla Ullta MSc.
RESPONSABLE DE UNIDAD DE TITULACIÓN
INGENIERÍA CIVIL SEDE AZOGUES

Biblioteca Universitaria
MONS. "FROILAN POZO QUEVEDO"

www.ucacue.edu.ec

Cuenca: Av. de las Américas y Tarma. Telf: 2620750, 2620365, 2620367 Azogues: Campus Universitario "Luis Corbero El Grande", (frente al Terminal Terrestre). Telf: 072 (7) 2241 - 813, 2243-444, 2245-265, 2243-587. Cañar: Calle Antonio Ávila Clavijo. Telf: 072225263, 072225270. San Pablo de la Troncal: Cda. Universitaria km.72 Quimsaya Edo y Primavera Sur. Telf: 2426120. Macas: Av. Cda. José Villacueva s/n. Telf: 2706383, 2706382

- **ANEXO J: CERTIFICADO DE NO ADEUDAR LIBROS EN
BIBLIOTECA**

 <p>Universidad Católica de Cuenca</p>	<p>CERTIFICADO DE NO ADEUDAR LIBROS EN BIBLIOTECA</p>	<p>CÓDIGO: F – DB – 31 VERSION: 01 FECHA: 2021-04-15 Página 1 de 1</p>
---	--	--

El Bibliotecario de la Sede Azogues

CERTIFICA:

Que, **Juan Xavier Rojas Abad** portador(a) de la cédula de ciudadanía N.º **0302715255** de la Carrera de **Ingeniería Civil**, Sede Azogues, Modalidad de estudios presencial no adeuda libros, a esta fecha.

Azogues, **22 de junio del 2021**



Biblioteca Universitaria
MONS. "FROILAN POZO QUEVEDO"

Sr. **Byron Alonso Torres Romo**

www.ucacue.edu.ec